



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

Trabajo de Graduación

Adaptación del Índice de Calidad de Agua (ICA-
CONAGUA) para la evaluación comunitaria de fuentes
hídricas en la Microcuenca Río Ventura, Departamento de
Río San Juan, 2021-2022

Autor

Br. Israel Isaías Barrera

Asesores

Ing. MP. Mario César Gutiérrez Alarcón

Ing.MP. Álvaro Emilio Martínez Gadea

Mayo, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE

Trabajo de Graduación

Adaptación del Índice de Calidad de Agua (ICA-
CONAGUA) para la evaluación comunitaria de fuentes
hídricas en la Microcuenca Río Ventura, Departamento de
Río San Juan, 2021-2022

Autor

Br. Israel Isaías Barrera

Asesores

Ing. MP. Mario César Gutiérrez Alarcón

Ing. MP. Álvaro Emilio Martínez Gadea

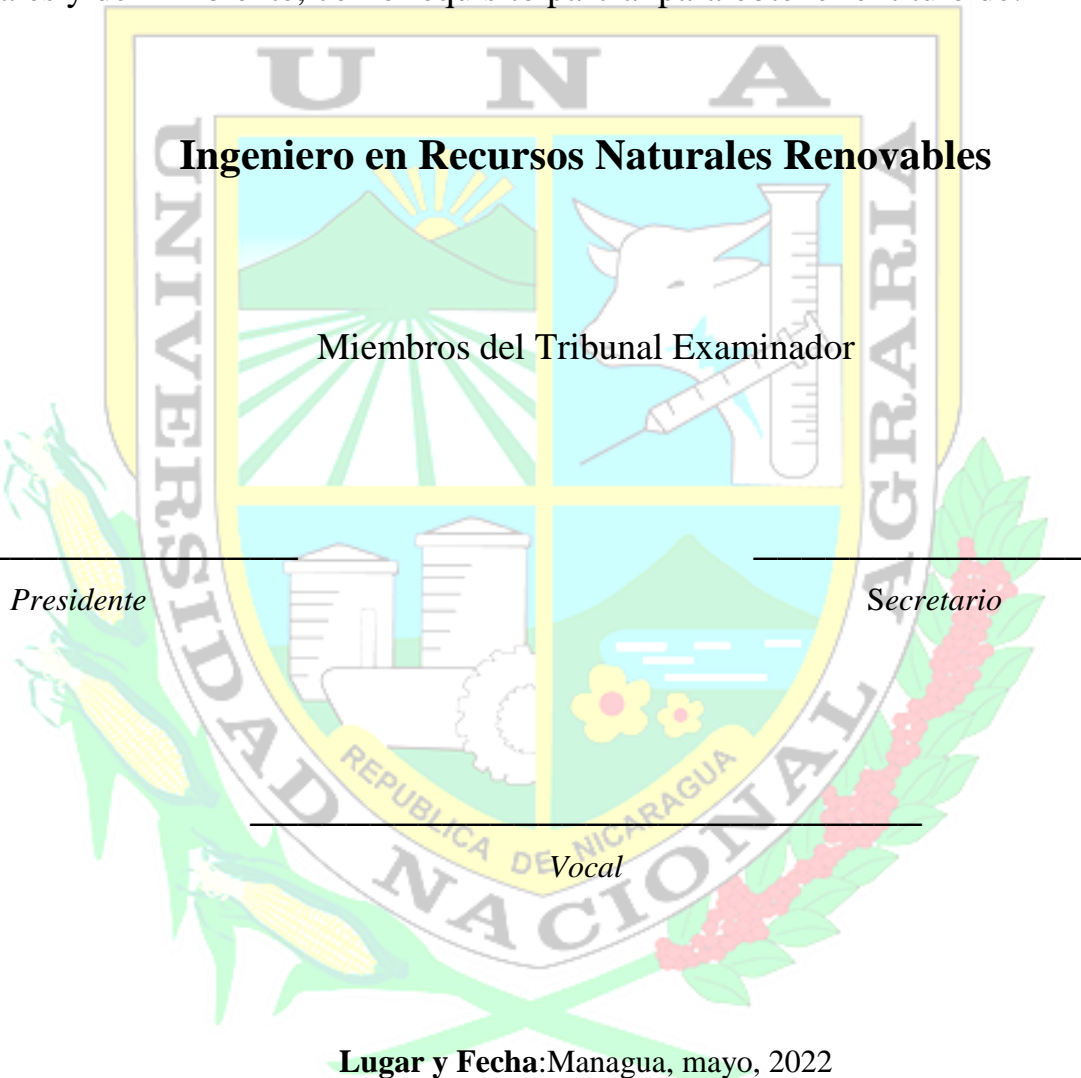
Mayo, 2022

Hoja de Aprobación del tribunal examinador

El presente trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Miembros del Tribunal Examinador



DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Graduación a Dios, en primer lugar, por brindarme: salud, protección, sabiduría y comprensión, de igual manera, darme todo lo necesario, de manera: física, mental, espiritual, en mi ciclo de estudio académico y poder realizar esta tesis.

En segundo lugar, en memoria de José Ramón Barrera Valverde (Q.E.P.D). Mi abuelo quien fue la persona que me inspiró estudiar y culminar esta carrera, él siempre fue mi ejemplo a seguir para: amar, cuidar, respetar y trabajar los recursos naturales, la agricultura y ganadería, de igual manera me inculcó valores éticos y morales, para ser un hombre de bien. Que Dios lo tenga en su Gloria y descanse en paz.

A mi madre Martina Antonia Barrera Durón, quién siempre ha sido padre y madre para mí, **ha proporcionándome siempre**, su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios y con su sacrificio, amor, dedicación, pudo guiarme en el complejo camino en la formación profesional y personal.

A mis Tíos César Napoleón Robleto Barrera, Elba Cristhian Robleto Barrera y Ana María Robleto Barrera, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional en los momentos difíciles de mi vida.

A todos mis docentes de la Universidad Nacional Agraria, que con amor y abnegación, me enseñaron el néctar de la ciencia y saber para la vida, fueron ellos quienes me forjaron para ser un profesional con ética y valores morales.

AGRADECIMIENTO

De manera especial agradezco, al proyecto UNA-CNU-RSJ, ya que sin su apoyo, no hubiera sido capaz de llevar a cabo el proyecto de investigación, que es de gran ayuda, para la Comarca los Chiles y para los habitantes de las 11 Comunidades del área de estudio.

Agradezco, por este trabajo de graduación a mis asesores del tema de tesis: Ing.MP. Álvaro Emilio Martínez Gadea e Ing.MP. Mario Cesa Gutiérrez Alarcón, por el tiempo y la dedicación brindada, fue de gran ayuda para ganar conocimientos que enriquecieron mi desarrollo intelectual, además de inculcarme ética y valores, para lograr ser un gran profesional.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	ii
	INDICE DE CONTENIDO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iv
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
	ÍNDICE DE ANEXOS	vi
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
	ACRONIMOS	x
I	INTRODUCCIÓN	
II	OBJETIVOS	2
	2.1 General	2
	2.2 Específicos	2
III	Materiales y métodos	3
	3.1 Descripción del área de estudio	3
	3.2 Características biofísicas del municipio de San Carlos	4
	3.2.1 Clima del Municipio de San Carlos	4
	3.2.2 Hidrología del Municipio de San Carlos	4
	3.2.3 Suelo del Municipio de San Carlos	4
	3.2.4 Flora del Municipio de San Carlos	5
	3.2.5 Fauna del Municipio de San Carlos	5
	3.2.6 Geología de la Microcuenca Río Ventura	6
	3.2.7 Geo morfometría Microcuenca Río Ventura	7
	3.3 Materiales	7
	3.4 Metodología	10
	3.4.1 Etapa de planeación del trabajo	11
	3.4.2 Etapa de campo	11
	3.4.3 Etapa de gabinete	11
	3.4.4 Planteamiento metodológico	12
	3.4.5 Diseño de la adaptación del índice de calidad de agua para la Microcuenca Río Ventura	22
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
V	CONCLUSIONES	42
VI	RECOMENDACIONES	43
VII	REFERENCIAS	44
VIII	ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros del índice de calidad de agua (Conagua)	18
Cuadro 2. Ecuaciones específicas para el índice (Conagua) por cada parámetro	19
Cuadro 3. Rango de clasificación del ICA de acuerdo criterio general (Conagua)	22
Cuadro 4. Similitudes de las metodologías de calidad del agua	23
Cuadro 5. Clasificación del Índice de calidad de agua	27
Cuadro 6. Índice cualitativo de calidad del agua para la fuente de tipo manantial (Pichardo)	28
Cuadro 7. Resultado de los totales del índice de calidad de agua por comunidad	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Ubicación del sitio de investigación, Microcuenca Río Ventura	3
Figura 2. Esquema metodológico de elaboración del índice de calidad de agua	10
Figura 3.Mapa de ubicación de puntos de muestreo de calidad de agua en las diferentes fuentes de abastecimiento de agua en la comarca los Chiles	25
Figura 4.Parámetro de fosfato total en las comunidades de la Comarca los chiles que sobrepasan el valor máximo admisible para consumo de agua potable	33
Figura 5.Resultados de análisis de coliformes totales realizados en las diferentes fuentes de abastecimiento en las comunidades de la Comarca los Chiles	34
Figura 6.Resultados del análisis por comunidad del parámetro de alcalinidad total	35
Figura 7.Resultados del parámetro de temperatura correspondientes a los análisis	35
Figura 8.Resultados de los parámetros de dureza total y conductividad eléctrica del análisis realizado por comunidad	36
Figura 9.Resultados totales de los 133 análisis realizados en las 11 diferentes fuentes de abastecimiento	37

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Normas de calidad de agua para consumo humano	46
Anexo 2.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 1 de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	47
Anexo 3.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 2 de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	48
Anexo 4.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 3 de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	49
Anexo 5. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 4 de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos Río San Juan	50
Anexo 6.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad los Lagos de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	51
Anexo 7.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Pichardo de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	52
Anexo 8.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Las Minas de la Comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	53
Anexo 9.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad las Palmeras de la Comarca Los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	54
Anexo 10.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad El Olló de Quencho de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	55
Anexo 11.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad La Banderas de la comarca los Chiles en el municipio de San Carlos de Río San Juan	56
Anexo 12.Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad San Agustín de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan	57
Anexo 13.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente las Banderas	58
Anexo 14.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 1	59
Anexo 15.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 2	60
Anexo 16.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 3	61
Anexo 17.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 4	62
Anexo 18.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Pichardo	63
Anexo 19.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente las Minas	64

Anexo 20.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente las Palmeras	65
Anexo 21.Resultado de calidad de agua en la fuente El Olló de Quencho	66
Anexo 22.Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente San Agustín	67
Anexo 23.Evaluación de la Vulnerabilidad de las fuentes de agua	68
Anexo 24. Muestreo de calidad del agua en la Comarca Los Chiles, Bodega No. 1	69
Anexo 25. Muestra de presencia de coliformes fecales de la comunidad San Agustín.	69
Anexo 26. Reunión de trabajo con los actores claves del Municipio y de la Comarca los Chiles	70
Anexo 27. Levantamiento de muestras de calidad del agua en la comunidad las Palmeras	70
Anexo 28. Glosarios de términos	71

RESUMEN

En nuestro país, el sector agroindustrial, agropecuario, minero, en su mayoría provocan los mayores perjuicios a la calidad de los recursos hídricos, sean superficiales o subterráneo, el manejo inadecuado que realizan los sectores ocasiona contaminación de origen antrópico (producida por la expulsión de; vertidos, desechos, pastoreo del ganado). El propósito de la investigación es el aporte mediante esta herramienta para que: comunitarios, agentes locales y miembros de los Comités de Agua Potable y Saneamientos, puedan utilizar el índice de calidad del Agua (Río Ventura), para el monitoreo comunitario de fuentes hídricas en la microcuenca Río Ventura, Departamento de Río San Juan, 2020, la ubicación y los puntos de muestreo en la Comarca los Chiles, en 11 comunidades, se efectuó utilizando el programa ArcGis, en complementación con información secundaria y levantamientos de muestras de agua. La adaptación y validación del ICA (Río Ventura), fue conforme a estructuras metodológicas existentes de índices de calidad de agua de consumo humano, también por medio de cuatro criterios socio ambientales: fuentes de agua con valores de parámetros por encima del valor referente; afectación a la salud humana; costo de tratamiento de parámetros alterados; costo para la protección de las fuentes de agua. La metodología del ICA (Río Ventura) Los análisis realizados en los cuerpos de aguas, proporcionaron como resultados, parámetros que sobrepasan valores máximos admisibles que son: fosfatos totales; coliformes totales; alcalinidad total; temperatura: dureza, conductividad eléctrica, están por encima de los admisibles, según las normas utilizadas de calidad del agua. Obteniendo clasificación de 25 a 37, según el ICA (Río Ventura), en 10 comunidades la calidad del agua es inaceptable para consumo humano, solo en una comunidad, la clasificación cambia y es dudosa para consumo humano, con un valor de 45. El parámetro que obtuvo mayor presencia en todas las fuentes hídricas fue es el fosfato, entre 30 hasta 40 mg/l. de los 133 análisis de calidad de agua para consumo humano, en las 11 diferentes fuentes de abastecimiento comunales, podemos visualizar que los valores sobrepasan los máximos admisibles 33.

Palabras clave: calidad del agua; índice de calidad del agua, fuentes hídricas de abastecimiento, Contaminación, Río Ventura.

ABSTRACT

In our country, the agro-industrial, agricultural, and mining sectors, for the most part, because the greatest damage to the quality of water resources, whether surface or underground, the inadequate management carried out by the sectors, causing pollution of anthropic origin (produced by the expulsion of; discharges, waste, cattle grazing). The purpose of the research is the contribution through this tool so that: community members, local agents and members of the Drinking Water and Sanitation Committees, can use this ICA (adapted), for the community evaluation of water sources in the Ventura River Micro-basin, Department of Río San Juan, 2020, the location and sampling points in the Comarca the Chiles, in its 11 Communities, was carried out using the Arc Gis program, complemented with secondary information and water sample surveys. The adaptation and validation of the ICA (River Ventura) was carried out in accordance with existing methodological structures of water quality indices for human consumption, also through four socio-environmental criteria: water sources with parameter values above the reference value; affection to human health; cost of treatment of altered parameters; cost for the protection of water sources. The methodology of the ICA (River Ventura) the analyzes carried out in the bodies of water, provided as results, parameters that exceed maximum admissible values: total phosphates; total coliforms; total alkalinity; temperature: hardness, electrical conductivity, are above the admissible, according to the standards used for water quality. Obtaining a classification from 25 to 37, according to the ICA (Río Ventura), in 10 communities the quality of the water is unacceptable for human consumption, only in one community, the classification changes and it is doubtful for human consumption, with a value of 45. The parameter that obtained the greatest presence in all water sources is phosphate, between 30 and 40 mg/l. Of the 133 analyzes of water quality for human consumption in the 11 different communal supply sources, we can see that the values that exceed the maximum admissible 33.

Keywords: Water quality, parameters, index, water supply sources, pollution, Ventura River.

ACRONIMOS

OMS	Organización Mundial de la Salud
NORMAS CAPRE	Normas Regionales de Calidad del Agua para Consumo Humano
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios
ICA	Índice de calidad de agua
ICA (CONAGUA)	Propuesto por el Comité Nacional del Agua de México
CIRA	Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos De Nicaragua
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado
NTON	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Para la Clasificación de los Recursos Hídricos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
CNU	Consejo Nacional de Universidades
GPS	<i>Global Positioning System</i>
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
UNA	Universidad Nacional Agraria

I. INTRODUCCION

En el lago Cocibolca drenan 25 ríos provenientes de 16 subcuencas; entre los principales Ríos se encuentra el Río El Tule, que cuenta con una longitud de 62 kilómetros y un área de 902,70 km². **La Microcuenca del Río Ventura es un afluente del Río Tule**, el cual desemboca en el Lago Cocibolca y pertenece a la cuenca del Río San Juan. Parte de la Microcuenca esta se localiza dentro del Municipio de San Carlos, también están las siguientes fuentes hídricas: San Agustín, Espabel y Los Chiles.(CIRA/UNAN-MARENA, 2003, p. 13)

Hablando sobre el tema de factores de contaminación, según lo expuesto por CIRA/UNAN-MARENA (2003)“La Microcuenca del Río Ventura es afectada principalmente por las siguientes causas; desforestación, sobreuso del suelo, erosión, (esto conlleva al arrastre de sedimentos hacia la microcuenca), la ganadería y agricultura extensiva”(p.13).

CIRA/UNAN-MARENA (2003) ha afirmado lo siguiente: **La calidad del agua es afectada**,a causadel lavado de bases que ocurre en el suelo,por las precipitaciones (lluvias). Esto conlleva a concentraciones altas de fosfato en el Río Ventura y sus alrededores. **El fosfato** es una sal formada por la combinación del ácido fosfórico, esto favorece a mayores niveles de alcalinidad en la Microcuenca. **El agua para consumo humano**tiene que ser potable y tener lo siguiente: estar libre de impurezas;concentraciones excesivas desustancias químicas, biológicas y físicas; estas deben de estar debajo del rango de valoresmáximos admisible según normas de calidad de agua para consumo humano.

La adaptación de este indicador de calidad de agua (Río Ventura), contribuirá a la toma de decisiones por parte de las organizaciones como, comunitarios locales,sobre todo a los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). yaque podrán realizarmonitoreos y análisis en campo de calidad del agua de las diferentes fuentes. Esta metodología, reducirá los costos económicos de los (CAPS), además será de gran apoyo para el manejo y administración de la evaluación de la inocuidad de las fuentes de abastecimiento, perteneciente al Río Ventura.

El propósito general de esta investigación es que los usuarios que utilicen el ICAadaptado realicen continuos monitoreos,como una antesala previa de la calidad de agua para consumodoméstico, ya que los análisis en laboratorios son de mayor exactitud y referencia final.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Adaptar el índice de calidad de agua (ICA-CONAGUA), para monitoreo de la calidad de agua a fin de beneficiar a los pobladores de 11 comunidades de la Microcuenca de río Ventura, Comarca Los Chiles, Municipio de San Carlos, Río San Juan, 2020.

2.2 Objetivos Específicos

1. Analizar estructuras de metodologías existentes de índices de calidad de agua que se adapten al contexto del área de estudio.
2. Formular criterios socio ambientales para la adaptación del índice de calidad de agua de uso comunitario.
3. Validar el índice de calidad de agua para consumo humano para 11 fuentes de agua ubicadas en la Comarca los Chiles.

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Descripción del Área de Estudio

En el área de estudio, se abastecen hídricamente de la microcuenca del río Ventura, las 11 comunidades a evaluar la calidad del agua. Los Chiles es una comarca que la conforman 72 comunidades en total, estas pertenecientes al municipio de San Carlos del Departamento de Río San Juan.

La comarca Los Chiles se encuentran geográficamente situada entre las siguientes coordenadas $11^{\circ}14'33''$, latitud norte y $84^{\circ}33'36''$ de longitud oeste, aproximadamente, además sus rangos altitudinales varían entre los siguientes niveles de altura: bajo (oscila entre 68 a 110); medio (de 110 a 150); alto (150 a 200); muy alto (200 hasta 403) estos datos son en la escala de metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1997).

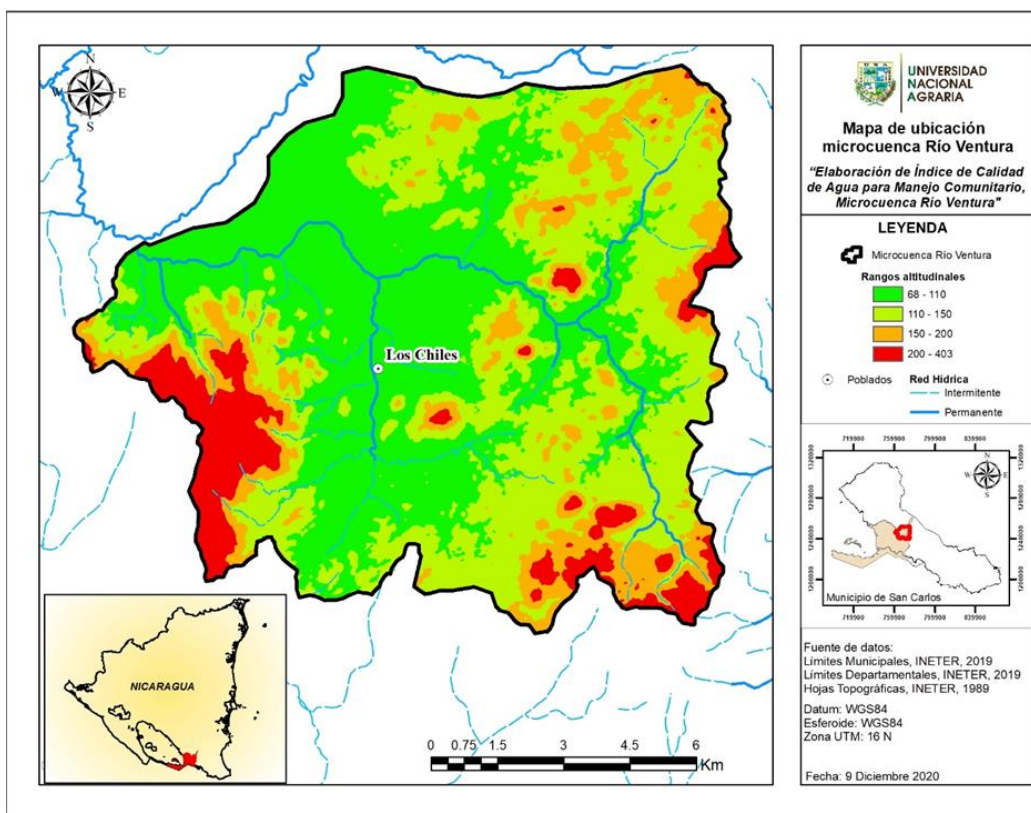


Figura 1. Mapa de ubicación Microcuenca Río Ventura, Comarca los Chiles (Zona UTM: 16 N)

3.2. Características biofísicas del Municipio de San Carlos

3.2.1 Clima del Municipio de San Carlos

El área de estudio posee un clima tropical seco, en la temporada lluviosa es nublada, en cuando la época seca es catalogada como parcialmente nublada, además de ser muy caliente y abusiva en el transcurso de todo el año, según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), en el Municipio de San Carlos la precipitación promedio anual es de un poco menos de 2,000 (mm/h) de precipitación anual, durante aproximadamente los ocho meses de época lluviosa.(La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio. (NASA) et al., s. f.).

3.2.2 Hidrología del Municipio de San Carlos

El clima del área de estudio está catalogado de monzónico tropical, con una temperatura que oscila entre los 25°C y 26°C. El clima se caracteriza por precipitaciones que oscilan desde el rango 1,800-3,000mm incrementándose de Oeste a Este, hasta alcanzar el rango de 4,000 a 6,000 (mm/h). La zona tropical lluviosa sin periodo seco corto cubre las cuencas de los Ríos: Sábalos, Tule y Camastro, abarca los alrededores del Municipio de San Carlos, el periodo seco va de uno a cuatro meses. Aunque en la actualidad el clima está cambiando constantemente como consecuencia del cambio climáticos.(La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) et al., s. f.).

3.2.3 Suelo del Municipio de San Carlos

El área de estudio se encuentra en la micro región V, donde predominan los suelos de orden *Histosol* y en el resto del Municipio se presentan tres órdenes de suelo que son los siguientes: *Alfisol*, *Inceptisol* y *Vertisol*. Estos suelos son propicios y orientados para actividades agrícolas, en lo que predominan los siguientes granos básicos: arroz (*Oryza Sativa*); frijol (*Phaseolus Vulgaris*); maíz (*Zeas Mays*). También cultivos perennes como: naranja (*Citrus S.P*), *musáceas*, cacao (*Theobroma Cacao*), esta actividad agrícola representa el sector primario del municipio y la segunda actividad de mayor importancia del lugar es la ganadería.(Ayerdis, 2021).

Hablando con respecto al tema distribución, podemos referir lo expuesto por Ayerdis(2021) “El uso potencial del suelo del Municipio de San Carlos está predestinado para: actividades agropecuarias en un 17% aproximadamente del área total de la superficie del Municipio; el sector forestal posee una vocación en un 55%; las áreas protegidas ocupan el 27%; otras áreas el uno por ciento”(p.218)

Lo que respecta al tema del uso actual del suelo se puede decir lo siguiente: “El uso del suelo del Municipio está ocupado por los siguientes usos: Bosque mediano en un 49% aproximadamente; agropecuario en un 16%, barbecho forestal 16%, humedales; pantanos en un 10%; no determinados seis por ciento; bosque alto latifoliado tres por ciento” (Ayerdis, 2021, p.218).

3.2.4 Flora del Municipio de San Carlos

Existen sitios con pantanos que se encuentran, plantas gramíneas altas como, por ejemplo: gramíneas altas como el zacatón (*MuhlenbergiaMacrourea*); el platanillo (*Heliconia*); la naranjela (*SolanumQuitoense*), yolillo (*Raphia*); palma cana (*SabalDomingensis becc*); corozo (*AcrocomiaAculeate*), palma de aceite silvestre (*ElaeisGuineensis*). Se encuentran especies acuáticas como: lechuga (*Lactuca Sativa*); el lirio de agua (*ZantedeschiaAethiopica*); entre otras.Cabe destacar que en el bosque primario destacan especies arbóreas, que son las siguientes: guarumo (*CecropiaPeltata*); poroporo (*SolanumAviculare*); ceiba (*Ceiba Pentandra*); cedro real (*Cedrus*); pompojoche (*PachiraAquatica*); guaba (*Inga Edulis*) y papaturro (*CoccolobaUvifera*)(Ayerdis, 2021).

3.2.5 Fauna del Municipio de San Carlos

En el área de estudio, en lo que confiere a la fauna, en el sitioexisten unas 270 especies de aves, las que poseen una mayor presencia son: garza (*Ardeidae*); patos (*AnasPlatyrhynchosDomesticus*); el Martín pescador (*Alcedo Atthis*). En el caso de los Reptiles losdemayorrepresentación son los siguientes:cuajipal(*Caimán Cocodrilus*); lagarto negro (*MelanosuchusNiger*); tortugas (*Testudines S.P*); iguanas (*Iguanidae S.P*); garrobos (*CtenosauraSimilis S.P*); camaleones (*Chamaeleonidaesp*); lagartijas (*Lacertilia*); culebra (*Colubridae S.P*); víboras (*Viperinae S.P*)(Ayerdis, 2021).

Las especies de peces más comunes que se encuentran en el Municipio son las siguientes: guapotes (*ParachromisDovii*); mojarra (*DiplodusVulgaris*); guabinas (*HopliasMalabaricus*); robalos (*Centropomidae*); tilapia (*OreochromisNiloticus*); tiburones negros (*CarcharhinusMelanopterus*); los cuales están en peligro de extinción debido a la caza indiscriminada que aún se da en la zona (Ayerdis, 2021).

Los Mamíferos de mayor presencia son los siguientes: venados (*Cervidae*); guardatinaja (*Cuniculus Paca*); cusucos (*Dasypodidae*); cerdos de monte (*Tayassupecari*); monos congos (*AlouattaPalliata*); perezosos (*Folivora*); osos hormigueros (*Vermilingua*); murciélagos (*Chiroptera*); felinos como el jaguar (*Panthera Onca*) que se encuentra en el apéndice de peligro de extinción según la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres(Ayerdis, 2021).

La situación de la fauna en el municipio de San Carlos ha sido mermada, también desplazada como efecto de acciones ecológicas negativas, como, por ejemplo: la caza indiscriminada de especies amenazadas; en peligro de extinción, el avance de la frontera agropecuaria; la cacería deportiva; comercio ilegal e indiscriminado de las especies de animales; extracción de madera y derivados; entre otras. La fauna silvestre en su mayoría se encuentra ubicada principalmente en los hábitats que aún conservan los ecosistemas de áreas protegidas en las Comarcas y comunidades del Municipio(Ayerdis, 2021).

3.2.6 Geología de la Microcuenca Río Ventura

(El Área de estudio, comprende rocas volcánicas del grupo Matagalpa. Que se define por poseer rocas andesíticas de color gris verdosas; toba e ignimbritas de composición dacítica de textura fluida y sedimentos tobáceos. Además, se presenta toba vitro-cristalinas de coloración verdosa y blanquecina, con textura fluida, este tipo de rocas se ha podido observar hacia el este de los Chiles, Cerro Venturo, Cerro las Minas (en la hoja topográfica de San Carlos). Al este del poblado los Chiles, se han dado observaciones de intrusiones ígneas, éstas presentan características similares al batolito de Dipilto y las que están asociadas la presencia de: vetas de cuarzo blanco; masivo; en drusas; acompañado de mineralizaciones de oro. (Ayerdis, 2021, p.232).

En el municipio de San Carlos también existe el grupo coyol y los basaltos son la siguiente estructura: masivos, densos; de color oscuros, porfiríticos; levemente fracturados con presencia de óxidos de hierro; además son vesiculares; algunos rellenos; nunca son escoriados. Se ubican en las riberas y fondos de los ríos como es el caso del río Tepenaguasapa, estos afloran en San Carlos. Se encuentra lavas andesíticas en las comunidades de: San Agustín en San Carlos al este del poblado los Chiles. Existe una coloración gris oscura, vítrea, densa, masiva; muy fuerte. Andesita masiva fina en San Agustín. En los Chiles-San Carlos, existen composiciones basálticas, vesiculares o amigdaloides rellenas de minerales secundarios (Ayerdis, 2021).

3.2.7 Geo Morfometría Microcuenca Río Ventura

La Microcuenca Río Ventura, presenta una altitud 100 msnm, con un relieve en forma de: cordilleras, filas; colinas onduladas; lomas y pequeñas mesetas, las pendientes son inclinadas, moderadamente escarpada. geológicamente la comarca los Chiles posee: gravas, arena, lodos, cubierto por pastizales; arboles latifoliados, en algunas partes abundan palmeras, además de tener suelos aluviales constituidos por: lodos, arcilla, grava y arena. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1997).

3.3 Materiales

Para la finalización de las siguientes actividades como: recolección de muestras, análisis de muestras, toma de coordenadas geográficas para la elaboración de mapas, caracterización de las fuentes de esta investigación, se utilizaron diferentes materiales y equipos de importancia para lograr con éxito las acciones propuestas y plasmarla en el presente documento.

Se realizaron reuniones con miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) y con el personal encargado del área de investigación de la alcaldía. Las distintas fuentes hídricas de abastecimiento de las 11 comunidades, en donde, existió levantamientos de una muestra por parámetro a analizar, en cada cuerpo de agua correspondiente. Se utilizaron materiales e instrumentos que están mencionados en el cuadro número uno.

Cuadro 1. Descripción y especificaciones de herramientas y materiales.

Nombre del Equipo	Utilidad	Especificaciones
Sensor digital multiparamétrico	este instrumento se utilizó para el análisis de calidad de agua, además para medir y determinar los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, sólidos disueltos, salinidad y potencial de hidrogeno (Ph). Los resultados se obtienen con precisión y confiabilidad. Se introduce en la muestra de agua el sensor, luego hay espera, 20 a 30 segundos aproximadamente, para que calibre y balancee el resultado digital.	este instrumento es portátil, posee un tamaño en longitud de 30 Cm y entre 6 a 8 Cm de ancho.
Cintas de prueba para determinar Fosfato.	la finalidad de estas cintas es la determinación de niveles u concentraciones de fosfato que presento las muestras de agua evaluadas, las tiras de control de Hach fueron simples de manipular y de leer, se sumerge cada cinta en la muestra de agua correspondientes y en 30 segundos aproximadamente arroja un resultado mediante un color que va de descrito en rangos.	(rango 0-50 mg/l), marca Hasch (50 pruebas). Cada cinta se ocupó para una muestra de agua, se agita por 30 segundos para que se active su función.
Cintas de prueba para determinación de Nitrato y Nitrito.	las cintas de prueba se ocuparon para medir de forma rápida y fiable los niveles de nitrato y nitrito en soluciones correspondiente. El procedimiento es simple se inmerge en la muestra de agua a y las lecturas de la cinta reactiva proporciona un resultado óptimo en aproximadamente un minuto.	marca Hash, posee (25 pruebas), en total. Una cinta para medición de 2 parámetros.
PruebasPathoScreen	el procedimiento se basó en rellenar una bolsita con el agua a monitorear, se aplica una solución en polvo, después, se espera 24 horas aproximadamente, la disolución se torna con un color negro cuando existe la presencia de heces fecales u orina de seres humanos y seres vivos en general o de color café cuando no posee presencias de estos microorganismos	para determinación de presencia o ausencia de coliformes totales, marca hash, contiene (50 pruebas).
Cintas cinco en uno	Su uso fue para el monitoreo de: cloro total, cloro residual, dureza total, alcalinidad total, (pH) marca hash (50 pruebas). El empleo de estas cintas multiparamétrica es para calcular los niveles de concentración de estos elementos y/o minerales, el procedimiento es igual que el de las otras cintas.	para análisis químico en el agua, en una sola cinta, posee la capacidad de medir cinco parámetros.
Solución buffer	este material tenía un sobre sellado contiene la cantidad necesaria de solución de calibración para la determinación de pH, garantiza que la	su utilidad era para calibrar pH punto 7.01, sobres de 20ml.

Nombre del Equipo	Utilidad	Especificaciones
Botella de 500 ml de solución	solución esté en condiciones óptimas para su utilización. su utilidad garantizó la máxima trazabilidad y una excelente determinación de este parámetro.	se usó para calibración de conductividad eléctrica, rango de 1,413 μ S/cm marca Extech.
Sistema de posicionamiento global (GPS)	Utilizando para el levantamiento geográfico de puntos de muestreos, ubicación, red hídrica y rangos altitudinales. Este sistema permite localizar con exactitud de seres vivos u objetos sobre el planeta tierra, en tiempo real.	
Programa de sistema de análisis espacial llamado por (ARCGIS)	Este programa realiza las siguientes funciones: la recopilación, organización, administración, el análisis y la distribución de información geográfica en diferentes sitios del planeta. En este caso se utilizó para la digitalización de nuestras áreas de investigación.	Esta herramienta es una serie de programas de software y herramientas digitales.

Fuente: (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018)

3.4 Metodología

La investigación, fue realizada en tres etapas, que son las siguientes: a) Etapa de planeación; b) Etapa de campo; c) Etapa de gabinete. Cada etapa se realizó con un total de cuatro procesos. En la Figura número 2, se presenta un resumen del diseño metodológico para el área de estudio realizada.

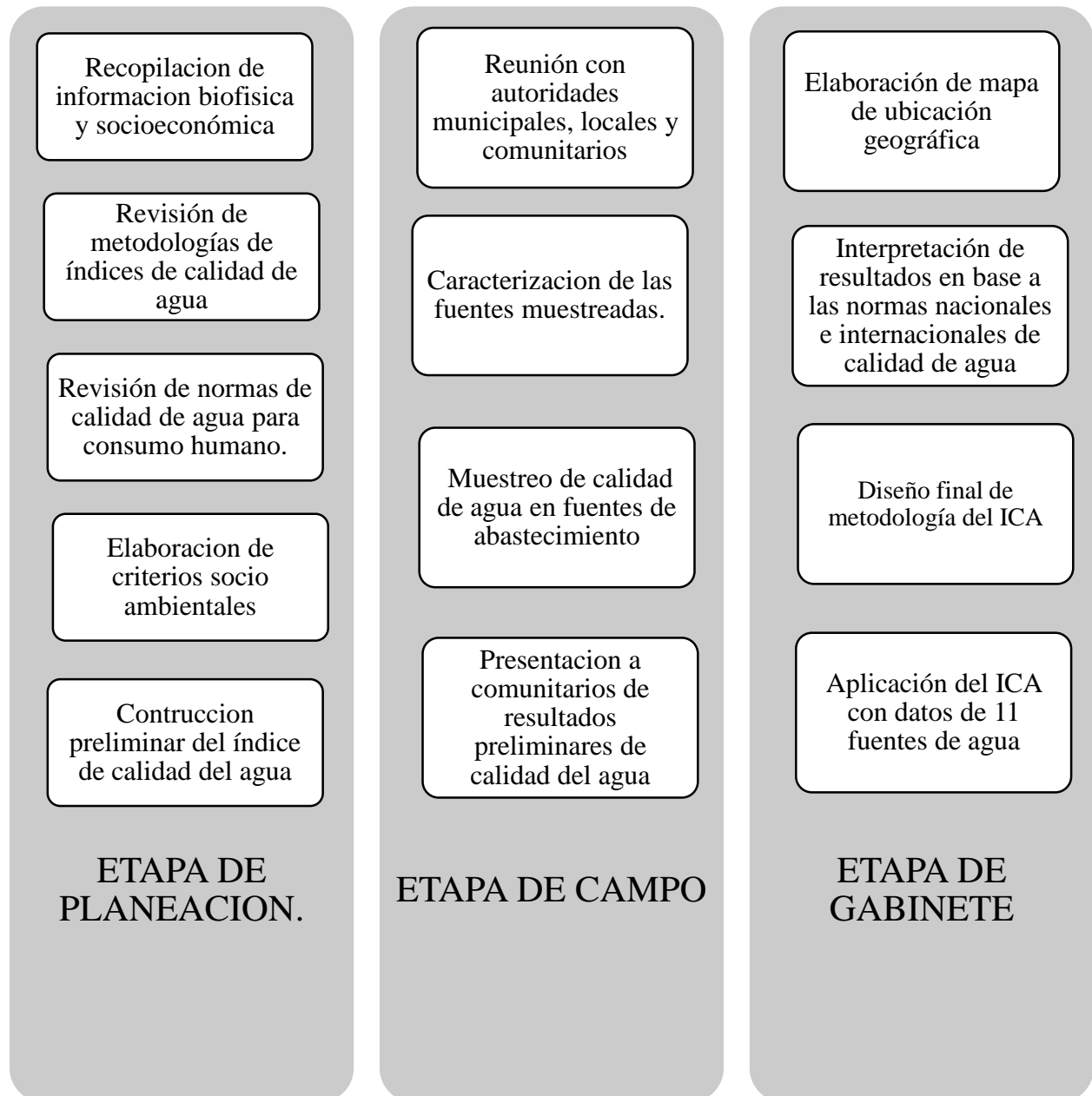


Figura 2.Esquema metodológico de elaboración del índice de calidad de agua.

3.4.1. Etapa de planeación del trabajo

Se realizaron sesiones de trabajo en conjunto con las autoridades locales del Municipio de San Carlos y los actores claves de la Comarca los Chiles, con la finalidad de organizar actividades previstas en lo que correspondía en la logística del trabajo en campo, además de la relevancia y/o importancia de la investigación para los comunitarios del área de estudio.

Se conformaron revisiones de información secundaria, sobre las normativas de calidad de agua e índices de calidad de agua para consumo humano, existentes en América del Norte y parte de Europa, con la finalidad de recopilar referencias previas, que brindará elementos para la construcción y adaptación del ICA (Río Ventura).

3.4.2. Etapa de Campo

En este momento se realizó el levantamiento de información biofísica y socioeconómica, realizado mediante recorridos previamente coordinados e identificados como representativos de la Comarca. Durante esta actividad se aprovechó para la identificación y caracterización de focos de contaminación de las fuentes hídricas a investigar.

Los recorridos se hicieron con la finalidad de recolectar muestras de calidad de agua en las diferentes fuentes de abastecimiento de la Comarca Los Chiles y sus Comunidades; para ello se utilizó un kit de campo capaz de medir los parámetros básicos establecidos por las normativas que regulan la calidad de agua para el consumo.

3.4.3. Etapa de gabinete

En esta etapa se generaron los resultados referidos a la adaptación del ICA (Río Ventura), adicionalmente se generó la cartografía necesaria tomando como información base lo contenido en las hojas topográficas del INETER, 1987, por medio del uso del programa (ARCGIS).

Una vez generados los resultados se procedió a realizar la interpretación de los resultados obtenidos del monitoreo y el posterior análisis integral de las fuentes hídricas de abastecimiento comunitario evaluadas. Para la elaboración del ICA, se consideraron los rangos máximos permisibles establecidos para el consumo de agua humano.

Las normas consideradas fueron: Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano (CAPRE); Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, que es la norma para la clasificación de los Recursos Hídricos (NTON) y la Norma de Calidad del Agua para Consumo Humano de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas señalan valores recomendados y máximos admisibles que tienen que poseer cada parámetro indicativo de calidad de agua para consumo humano.

3.4.4. Planteamiento Metodológico

Para la selección de la metodología se realizó la revisión de ocho metodologías universales de forma secundaria ampliamente utilizadas en el continente americano y parte de Europa. Las cuales son las siguientes:

Cuadro 2. Metodologías utilizadas en revisión de la investigación.

Nombre del índice de Calidad del agua	Siglas
Índice de calidad de agua - Fundación Nacional de Saneamiento	(ICA-NSF)
Universal Water Quality Index	(UWQI)
Canadian Water Quality Index	(CWQI)
Índice de calidad de agua de Dinius (1972)	-
Índice Simplificado de calidad de agua para la cuenca de Cataluña de 1982	(ISQA)
Índice de calidad de agua de Dinius (1987)	-
Índice de calidad de agua de Oregón	(ICA - Oregón)
Índice de calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua de México	(CONAGUA)

Fuente: (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017).

En la revisión de diversas metodologías de calidad del agua para consumo humano, se eligió la metodología de propuesta propuesta por la comisión nacional de agua de México (CONAGUA), la metodología antes mencionada está compuesta por 18 parámetros, dentro de los 12 parámetros integran el índice de calidad de agua (Río Ventura). El índice de calidad del agua (Río Ventura) es una adaptación del ICA (CONAGUA), también es referencia en la logística y revisión de información para la adaptación.

ICA (CONAGUA), se utilizó para el monitoreo y análisis de calidad de agua para uso humano en distintas fuentes de agua de la unidad hidrográfica del río Dipilto, Departamento de Nueva Segovia, de Nicaragua. El índice de calidad de agua para uso humano de la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA). Está conformado por 18 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, son los siguientes que se muestran en el cuadro tres.

Cuadro 3. Parámetros que contiene el índice de calidad de agua (CONAGUA)

Parámetros	Tipo
Demanda Bioquímica de oxígeno	Fisicoquímico
Oxígeno disuelto	Químico
Coliformes fecales	Microbiológico
Coliformes totales	Microbiológico
Sustancias activas al azul de metileno (detergentes)	fisicoquímico
Conductividad eléctrica	Fisicoquímico
Fosfatos totales	Químico
Grasas y aceites	Fisicoquímico
Nitrógeno amoniacal	Químico
Nitrógeno en nitratos	Químico
Alcalinidad	Fisicoquímico
Color	Físico
Dureza total	Fisicoquímico
Potencial de hidrógeno (Ph)	Químico
Sólidos suspendidos	Fisicoquímico
Cloruros	Químico
Sólidos disueltos	Fisicoquímico
Turbiedad	Físico

Fuente: (Cooperación Suiza, 2017)

El rango de clasificación del índice comisión nacional del agua de México (CONAGUA), de acuerdo con el criterio general, comienza con un rango superior, que oscila entre 85 hasta 100, según el ICA (CONAGUA), “estas son aguas no contaminadas” y termina con un rango inferior que oscila de 0 hasta 29, esta es agua altamente contaminadas, según este ICA. Por otra parte, el ICA (Río Ventura), posee un ICA de clasificación similar, por medio de un rango que comienzan desde 90 hasta 100 (cuando el agua tiene una excelente calidad); y un rango inferior de 0 hasta 40 cuando el agua es inaceptable su consumo.

El ICA (CONAGUA), tiene ciertos cálculos de ponderación y criterios semejantes (pero, no iguales) al planteamiento metodológico del ICA (Río Ventura), por ejemplo. En la asignación de un valor cuantitativo máximo correspondiente cuando existe concentración menor al valor máximo admisible de cada parámetro, según la Norma Técnica del Agua de México. En el caso del ICA (Río Ventura), radica en el valor unitario de cada valor ponderado por parámetro a evaluar, además del rango máximo admisible establecido según las normas: Regional de Calidad del Agua Para Consumo Humano (CAPRE) y Organización Mundial de la Salud (OMS).

El ICA (CONAGUA), su ponderación por parámetro es por medio de modelos matemáticos y logarítmicos complejos de calcular y dominar para algunos usuarios, por ejemplo, para comunitarios es difícil, en cambio en el ICA (Río Ventura), es todo lo contrario posee un modelo estadístico simple para ponderación y cálculos de resultados, defácil uso para los miembros de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS).

Formula general para el índice de calidad del agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua de México y su valoración Cualitativa. Donde:

$$\text{ICA: } \sum \frac{I_i}{\sum w_i}$$

ICA = índice de calidad del agua global

I_i = índice de calidad para el parámetro i

W_i = Coeficiente de ponderación del parámetro.

I_n = Número total de parámetros.

En el siguiente cuadro número 4, se presentará un cuadro de muestra y referencia del índice de calidad del agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Cuadro 4. Parámetros del índice de calidad de agua (CONAGUA)

Item	Código	Descripción	Tipo	Unidad	Coefficiente de ponderación
1	ICA-1	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Materia orgánica	DBO5 (mg/l)	5.0
2	ICA-2	Oxígeno disuelto	Materia orgánica	mg/l	5.0
3	ICA-3	Coliformes fecales	Bacteriológico	NMP/100 ML	4.0
4	ICA-4	Coliformes totales	Bacteriológico	NMP/100 ML	3.0
5	ICA-5	Sustancias activas al azul de metileno (detergentes)	Nutrientes	mg/l	3.0
6	ICA-6	Conductividad eléctrica	Material iónico	µmhoms/cm	2.0
7	ICA-7	Fosfatos totales	Nutrientes	mg/l (PO4)	2.0
8	ICA-8	Grasas y aceites	Material suspendido	mg/l	2.0
9	ICA-9	Nitrógeno amoniacal	Nutrientes	mg/l (NNH3)	2.0
10	ICA-10	Nitrógeno en nitratos	Nutrientes	mg/l (NNO3)	2.0
11	ICA-11	Alcalinidad	Material iónico	mg/l como CaCO3	1.0
12	ICA-12	Color	Material suspendido	Ud. color escala platinocobalto	1.0
13	ICA-13	Dureza Total	Material iónico	mg/l como CaCO3	1.0
14	ICA-14	Potencial de Hidrógeno (pH)	Material iónico	pH	1.0
15	ICA-15	Sólidos suspendidos	Material suspendido	mg/l	1.0
16	ICA-16	Cloruros	Material iónico	mg/l (Cl)	0.5
17	ICA-17	Sólidos disueltos	material iónico	mg/l	0.5
18	ICA-18	Turbiedad	Material suspendido	Ud. UTJ	0.5

Fuente:(Cooperación Suiza, 2017)

Las ecuaciones definidas para el índice de calidad individual de cada uno de los 18 parámetros seleccionados para conformar el índice general son las siguientes:

Cuadro 5. Ecuaciones específicas para el índice (CONAGUA) por cada parámetro.

Parámetros	Ecuación	Regla
Potencial de hidrógeno (Ph)	$I_{pH} = 10^{0.2335 \text{ pH} + 0.44}$ $I_{pH} = 100$	si el Ph es menor que 6.7 si el Ph esta entre 6.7 y 7.3 el Ph es mayor que 7.3
Color	$I_C = 123 (C)^{-0.295}$	(C) en unidades de color escala de platino-cobalto
Turbiedad	$I_T = 108 (T)^{-0.178}$	(T) turbiedad en unidades de UTJ
Grasas y Aceites	$I_{G \text{ y } A} = 87.25 (G \text{ y } A)^{-0.298}$	(G y A) grasas y aceites en mg/l
Sólidos suspendidos	$I_{SS} = 266.5 (SS)^{-0.37}$	(SS) sólidos suspendidos en mg/l
Sólidos Disueltos	$I_{SD} = 109.1 - 0.0175 (SD)$	(SD) Sólidos Disueltos en mg/l
Conductividad eléctrica	$I_{CE} = 540 (CE)^{0.379}$	(CE) conductividad Eléctrica en mhos/cm
Alcalinidad	$I_A = 105 (A)^{0.186}$	(A) alcalinidad en mg/l como CaCo3
Dureza Total	$I_{DT} = 10^{1.974 - 0.00174 (DT)}$	(DT) dureza total en mg/l como CaCo3
Nitrógeno de nitratos	$I_{N-NO_3} = 162.2 (N-NO_3)^{-0.343}$	(N-NO3) nitrógeno de Nitratos en mg/l
Nitrógeno amoniacal	$I_{NH_3} = 45.8 (N-NH_3)^{-0.343}$	(N-NH3) nitrógeno amoniacal en mg/l
Fosfatos Totales	$I_{PO_4} = 34.215 (PO_4)^{-0.46}$	(PO4) fosfatos totales en mg/l
Cloruros	$I_{CL} = 121 (Cl)^{-0.223}$	(Cl) cloruros en mg/l
Oxígeno Disuelto	$I_{OD} = \frac{OD}{OD_{Sat}} \times 100$ (OD) Oxígeno Disuelto en mg/l y a T. de campo (Tc) (Oxígeno Disuelto) _{Sat} mg/l de saturación T _{Sat} : Tc	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	$I_{DBO} = 120 (DBO)^{-0.673}$	(DBO) demanda bioquímica de Oxígeno en mg/l
Coliformes Totales	$I_{CT} = 97.5 (CT)^{-0.27}$	(CT) coliformes Totales en NMP / 100 ml
Coliformes Fecales	$I_{Ec} = 97.5 (CF)^{-0.27}$	(CF) coliformes fecales en NMP / 100 ml
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	$I_{SAAM} = 10016.678 (SAAM) + 0.1587 (SAAM)^2$	(SAAM) sustancias activas al azul de metileno en mg/l

Fuente: (Cooperación Suiza, 2017)

Los criterios de la metodología ICA (CONAGUA), inician con el cálculo del ICA y concretan con los parámetros que contienen los puntos de control, en el caso de que no existan los resultados de 18 los parámetros a utilizar, no se puede realizar dicha acción. En el caso de poseer con todos los parámetros, se prosigue de acuerdo con el cuadro número seis.

Cuadro 6. Criterios generales de la metodología ICA (CONAGUA).

N°	Parámetro	Interpretación	Fórmula
1	Demanda bioquímica de oxígeno	se asigna un índice de calidad de agua de 100 para concentraciones menores o iguales a 1.311 mg/l.	
2	Oxígeno disuelto	<p>en el agua por el contacto del aire con la superficie del agua, hasta alcanzar el punto de saturación a una temperatura determinada. A la temperatura de 0°C el punto de saturación del oxígeno disuelto es de 14.6 ppm. Esta concentración disminuye al aumentar la temperatura del agua, de manera que a 15°C la concentración de saturación del oxígeno disuelto es de 10 ppm. Es por este motivo que, cuando no se cuente con el dato de la temperatura ambiente, no se podrá realizar el cálculo del oxígeno disuelto y se considerará inexistente. Para calcular la concentración de OD en equilibrio con aire saturado en agua, se usará la ecuación que se muestra a continuación.</p>	$\ln(OD): -1.39.34411$ $+ \left(1.575701 \frac{10^5}{T} \right) - \left(6.642308 \frac{10^7}{T^2} \right)$ $+ \left(1.2438 \frac{10^{10}}{T^3} \right)$ $- \left(8.621949 \frac{10^{11}}{T^4} \right) T \text{ (}^\circ K\text{)}$ <p>Posteriormente con la ecuación (15) se calcula el índice del OD.</p>






N°	Parámetro	Interpretación	Fórmula
3	Coliformes fecales	cuando se tiene un valor de coliformes fecales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.	
4	Coliformes totales	cuando se tiene un valor de coliformes totales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.	
5	SAAM (Detergentes)	se asigna un valor de ICA de cero cuando se tengan concentraciones mayores de 6.384 mg/l.	
6	Conductividad eléctrica	Cuando se tienen concentraciones menores a 85.60 muhos/cm, se debe asignar un ICA de 100 %	
7	Fosfatos totales	Se asigna un valor de ICA de 100 para concentraciones menores o iguales a 0.0971 mg/l.	
8	Grasas y aceites	cuando se tienen datos menores de 0.633 mg/l, se debe asignar un valor de ICA de 100.	
9	Nitrógeno amoniacal	para concentraciones menores de 0.11 mg/l se asigna un ICA de 100.	
10	Nitrógeno de nitratos	se asigna un valor de ICA de 100 para concentraciones menores a 4.097 mg/l.	
11	Alcalinidad	para concentraciones menores de 1.3 se asignan un ICA de 100.	

N°	Parámetro	Interpretación	Fórmula
12	Color	los datos de las concentraciones de color que se utilizarán en el cálculo serán de color verdadero. Para concentraciones menores a 2.018 unidades de Pt-Co se asignará el valor de ICA igual a 100.	
13	Dureza total	para concentraciones mayores a 2500 mg/l se asignará un ICA de cero.	
14	Potencial de hidrógeno	para valores de pH menores a 6.7 se usará la ecuación 2a; en el caso de que el pH sea mayor o igual a 6.7 y menor que 7.58 se aplicará la ecuación 2b. Cuando el pH sea mayor o igual a 7.58 se usará la ecuación 2c.	
15	Sólidos suspendidos	para concentraciones menores de 14.144 mg/l se asignan un valor de ICA de 100.	
16	Cloruros	para concentraciones menores a 2.351 se asignarán un ICA de 100.	
17	Sólidos disueltos	para concentraciones menores a 520 mg/l se asignan un valor de ICA de 100, y para concentraciones mayores a 6234 mg/l se debe asignar un valor de cero.	
18	Turbiedad	para concentraciones menores a 1.54 UTJ se asignará un valor de ICA de 100.	

Fuente: (Cooperación Suiza, 2017)

En el cuadro siete, se presenta el rango de clasificación cualitativa del índice de calidad del agua de la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA), en el cual describe la manera de clasificar el agua, cuando se tienen los datos requeridos para su utilización.

Cuadro 7. Rango de clasificación cualitativa del ICA (CONAGUA) de acuerdo criterio general.

ICA	Criterio General	Color.
85-100	No Contaminado	
70-84	Aceptable	
50-69	Poco Contaminado	
30-49	Contaminado	
0-29	Altamente Contaminado	

Fuente:(Cooperación Suiza, 2017)

En el cuadro ocho, se observan las similitudes del índice de calidad de agua para uso humano (CONAGUA) y lo establecido para el ICA adaptado de las 11 comunidades de la microcuenca del Río Ventura.

Cuadro 8. Similitudes de las metodologías de calidad del agua

ICA (CONAGUA) E ICA (Río Ventura)
Similitudes
<ul style="list-style-type: none"> ● Estructuras similares ● Forma de selección de muestras, semejantes ● Proceso de análisis de agua ● Manera de otorga el peso ponderativo por parámetro ● El ICA (CONAGUA) posee 18 parámetros de los cuales 12 están presentes en el ICA (Río Ventura)

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

El cuadro ocho, nos muestra las semejanzas entre la metodología (CONAGUA) y la de adaptación (Río Ventura), cabe recalcar que no son iguales solo poseen algunas similitudes.

3.4.5 Diseño de la adaptación del índice de calidad de agua para la Microcuenca Río

Ventura

La revisión de metodologías de índices de calidad de agua se realizó con el propósito de obtener conocimientos previos, también logística a utilizar en el transcurso de la investigación. Por medio de información secundaria analizada. En la metodología, se eligieron las normas de calidad de agua para consumo humano extranjeras y nacional, que son las siguientes: Normas regionales de calidad del agua para consumo humano (CAPRE); Normas Técnica Obligatoria Nicaragüense para la clasificación de los recursos hídricos (NTON) y la Normas de calidad de agua para consumo humano de la organización mundial de la salud (OMS).

Para la implementación de valores recomendados y máximos admisibles de los parámetros evaluados, en la estructura del ICA (río Ventura). Presenta una calificación cuantitativa nula cuando los valores de los análisis sobrepasan los valores máximos admisibles de las normas de calidad del agua para consumo humano, además de una calificación máxima total cuando está por debajo de lo permitido según las normas utilizadas.

Los 12 parámetros seleccionados para el diseño del ICA adaptado (Río Ventura) son los siguientes que se muestran en el cuadro número nueve:

Cuadro 9. Parámetros elegidos para la adaptación del (Río Ventura)

Parámetro	Unidad de medida
Temperatura	°C
Coliformes totales	NMP/100 ML
Conductividad eléctrica	µS/cm
Fosfatos totales	Mg/L (PO ₄)
Nitrógeno en nitratos	Mg/L (N-NO ₃)
Nitrógeno en nitritos	Mg/l (N-NO ₂)
Alcalinidad total	Mg/L como CaCO ₃
Dureza total	Mg/L como CaCO ₃
Potencial de hidrógeno	pH
Sólidos totales disueltos	Mg/L
Salinidad	Mg/L
Hierro total	Mg/L

Fuente: Elaboración propia, 2021

Solamente estos parámetros seleccionados, debido a dos razones fundamentales: la primera es producto de la disponibilidad y/o presupuesto para herramientas y equipos, como, por ejemplo:

materiales reactivos (cintas paramétricas); equipo (sensor digital); reactivos para coliformes fecales (Pruebas PathoScreen)

La segunda razón, es por las actividades productivas en las diferentes zonas del área de estudio, estos parámetros del ICA (Río Ventura), según la información secundaria citada, era probable que existieran problemas por excesos y/o concentraciones de estas sustancias (parámetros), en el agua debido a tipo de actividades que se practican en el área de la investigación.

Para la construcción del índice adaptado de calidad de agua de uso humano, realizado para la comarca Los Chiles y sus 11 Comunidades del área de estudio, se concretó utilizando cuatro criterios, estos fueron propuestos, mediante una reunión del grupo de trabajo, así se llegó a debatir y a tener concesión, de lo que es de mayor prioridad, según criterio personal de cada integrante del grupo evaluador, además de la complementación con las problemáticas en la calidad del agua que los comunitarios y manifestaron en las reuniones con las autoridades locales que se sucedieron en su debido momento.

Mediante el criterio personal y lógica del grupo de trabajo, se coincidió que de mayor importancia como por ejemplo el siguiente criterio: perjuicio a la salud humana; esto puede ocurrir por el exceso de alguna sustancia (parámetro), por lo tanto, tiene mayor peso ponderado y relativo en el ICA (Río Ventura).

El cuadro número 10, posee los criterios que se usaron para el diseño del ICA (Río Ventura), estos son de ámbito socio ambientales, los que se adaptan mejor a las condiciones y características del área de estudio, que son las 11 comunidades de la comarca los Chiles.

Cuadro 10. Criterios utilizados para el diseño y adaptación del ICA (Río Ventura)

N°	Criterio	Porcentaje ponderado
1	Fuentes de agua con valores de parámetros por encima del valor de referencia	(20%).
2	Afectación a la salud humana	(40%).
3	Costo de tratamiento de parámetros alterados	(20%).
4	Costo de protección de las fuentes de agua	(20%).

Fuente: Elaboración propia, 2021

El primer criterio, en base a la consideración de frecuencias del parámetro a evaluar, si el parámetro posee un valor por encima del máximo admisible en las diferentes fuentes hídricas

muestreadas y evaluadas, así se logró asignar un peso ponderado y relativo mayor, a los indicadores que posean mayores resultados, por lo tanto, que sobrepasen el valor máximo permitido según las normas de calidad de agua de consumo humano utilizadas.

El segundo criterio utilizado para el diseño del índice es en base al perjuicio y nocividad para la salud de los consumidores del agua potable de los lugares sitios en esta investigación. Este criterio es clave y con mayor importancia. Las condiciones: óptimas, físicas, mentales de las personas es primordial para el bienestar y progreso en todo: ámbito, sociedad, circunstancia (la salud siempre es lo primero), se concretó en consideración previa a la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018).

El tercer criterio posee diferencia, en comparación de los demás criterios, el enfoque, es en el ámbito del costo económico, para ejecutar cualquier tipo de tratamiento directo o indirecto en la reducción de concentración de la sustancia (costo de tratamiento del parámetro alterado). En el tercer criterio el equipo de trabajo se basó, que parámetro tenía un mayor costo económico, en el tratamiento de reducción en los niveles de concentración, esto se logró mediante indagación de información secundaria. De esta manera otorgar un mayor peso ponderado para el valor del ICA adaptado al parámetro, que tenga un mayor costo monetario, al implementarle tratamiento para disminuir la concentración de este mismo.

El cuarto criterio, se basa en el costo de protección de las fuentes de agua. Esta actividad es clave para la reducción de los efectos de contaminación y degradación de las fuentes hídricas, ya que permite que posibles acciones y estrategias, con el objetivo de evitar consecuencias nocivas derivadas del mal uso y manejo del recurso hídrico. Debido a que se realizan actividades productivas no inocuas cerca de la ribera de los cuerpos de agua que significan el suministro de consumo humano para los habitantes del área de estudio.

Las clasificaciones según la norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON) establece lo siguiente:

Tipo 1. Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas de este tipo están contenidas, en dos categorías:

Categoría 1-A: aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes; y Categoría 1-B Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o coloración. (Soriano, 5). Los parámetros tendrán un mayor valor cuantitativo al momento de establecer las ponderaciones, mediante la condición específica asignada (entre mayores sean los perjuicios y daños que ocasionen el indicador a la inocuidad de las fuentes de abastecimientos de agua para consumo humano), tendrá un mayor peso, en clasificación ICA (Río Ventura). Las ponderaciones se realizaron mediante cálculos estadísticos sencillos, utilizando herramienta estadística que contiene el programa de Excel.

Para la clasificación de coliformes fecales naturalmente ocurre cualitativamente al haber presencia o ausencia de este contaminante en el agua, se otorgan valores simbólicos numéricos para la generación del resultado numérico para poder obtener una clasificación completa el ICA (Río Ventura) Cuando hay presencia de coliformes, existirá un valor de uno, pero en el caso de que pasará todo lo contrario será igual a cero.

Según el rango máximo de la norma regional de calidad del agua (CAPRE) y de la norma técnica obligatoria nicaragüense para la clasificación de los recursos hídricos (NTON). Tiene que ser un valor igual a cero (0) de coliformes presentes en cualquier cuerpo de agua para uso humano.

En la realización de los distintos muestreos y análisis de las fuentes de abastecimiento hídricas, es con la finalidad que el ICA (Río Ventura), pueda ser utilizado por los miembros de los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) y comunitarios en general, como una herramienta de aviso temprano (una alerta previa), para tener en cuenta el estado de la calidad del agua que posee el vital líquido en las distintas comunidades y así puedan tener una mejor percepción de lo que consumen (para tener datos con mayor exactitud se debe de realizar análisis de agua en laboratorios) “el objetivo puntual de este ICA (Río Ventura), no es suplantar los análisis en laboratorios” (es una herramienta de alerta previa de fácil uso y manejo, a menor costo económico).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3, la recolección de muestras en los diferentes puntos evaluados, destinado a la investigación realizada, en las 11 comunidades de la Comarca Los Chiles, su elaboración fue concretada por medio del programa ArcGis, se produjo mediante coordenadas geográficas correspondientes a esos sitio, son los siguientes: las Banderas, los Lagos, Bodega número uno, Bodega número dos, Bodega número tres, Bodega número cuatro, Pichardo, las Minas, las Palmeras, el Ollero de Quencho y San Agustín.

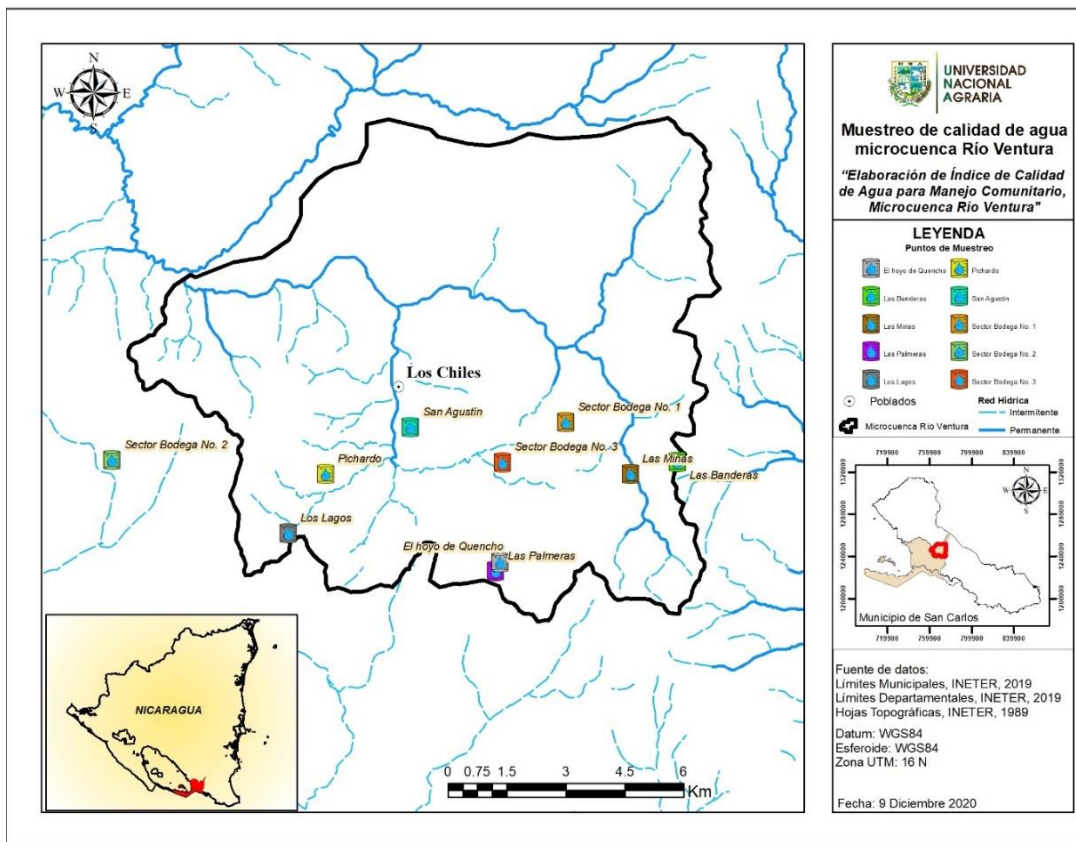


Figura 3. Mapa de ubicación de puntos de muestreo de calidad de agua en las diferentes fuentes de abastecimiento de agua en la Comarca los Chiles

El cuadro 11. Muestra los resultados obtenidos de los parámetros evaluados por comunidad del área de estudio, que están conformado por 12 parámetros y 11 comunidades de la comarca de los Chiles, del Municipio de San Carlos, Departamento Río San Juan.

Cuadro 11. Resultados de los parámetros evaluados por comunidad del área de estudio.

Nombre de la fuente	Temperatura (°C)	C.E (μS/cm)	Fosfato (mg/l (PO4))	Nitrato (mg/l (N-NO₃))	Nitrito (mg/l (N-NO₂))	Alcalinidad total (mg/l como CaCO₃)	Dureza total (mg/l como CaCO)	p.H	SDT (mg/)	Salinidad (mg/l)	Hierro (mg/l)	Coliformes Totales (NMP/100 ML (
El hoyo de Quencho Las	28	205	35	1	0.1	150	150	7.8	144	95	0.3	Presencia
Banderas Las	26.3	215	40	0	0	190	20	7.8	156	105	0.12	Presencia
Minas Las	33	137	30	0	0	80	120	7.8	96	64.5	0	Ausencia
Palmeras Los	27.2	419	35	5	0.12	200	20	7.2	293	200	0.13	Ausencia
Lagos	32	319	30	0	0	180	250	7.8	224	149	0	Presencia
Pichardo San	33	213	30	2	0	120	250	7.2	151	100	0	Presencia
Agustín Sector	26	230	35	0	0	200	250	7.5	180	115	0	Ausencia
Bodega No. 3 Sector	27	300	30	0	0	200	250	7.3	190	150	0	Presencia
Bodega No. 4 Sector	32.9	210	30	0	0	120	250	7.2	146	99	0	Ausencia
Bodega No. 1	26.3	215	40	0	0	190	200	7.8	156	105	0.12	Presencia

Nombre de la fuente	Temperatura (°C)	C.E (μS/cm)	Fosfato (mg/l (PO4))	Nitrato (mg/l (N-NO₃))	Nitrito (mg/l (N-NO₂))	Alcalinidad total (mg/l como CaCO₃)	Dureza total (mg/l como CaCO)	p.H	SDT (mg/)	Salinidad (mg/l)	Hierro (mg/l)	Coliformes Totales (NMP/100 ML (
Sector Bodega No. 2	32	322	40	2	0	240	425	7.8	224	151	0	Presencia

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En el cuadro 11 se logra observar los 133 resultados totales obtenidos, de los diferentes análisis que se realizaron en las diferentes comunidades que abarca la investigación.

En el cuadro 12. Corresponde al índice de calidad del agua de consumo humano de una fuente de tipo manantial, su nombre es (Pichardo), se ubica en una comunidad de la Comarca los Chiles, el agua de esa fuente es para consumo humano.

Cuadro 12. Clasificación del Índice de Calidad de Agua para consumo humano de manejo Comunitario.

N°	Parametros	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo	Ponderación	Fuente tipo manantial:Pichardo		
						Resultado	Valor ICA	
1	Temperatura	°C	18.00	30.00	8	33	0	
2	Coliformestotales	NMP/100 ML	0.00	0.00	28	1	0	
3	Conductividadeléctrica	µS/cm	400.00	400.00	3.45	213	3.45	
4	Fosfatostotales	mg/l (PO ₄)	0.10	0.10	26.75	30	0	
5	Nitrógenoenitratos	mg/l (N-NO ₃)	25.00	50.00	5.85	2	5.85	
6	Nitrógenoenitritos	mg/l (N-NO ₂)	0.10	3.00	5.85	0	5.85	
7	Alcalinidad total	mg/l como CaCO ₃	400.00	150.00	8.4	120	8.4	
8	Dureza total	mg/l como CaCO ₃	400.00	400.00	3.6	250	3.6	
9	Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	6.50	8.50	4.05	7.2	4.05	
10	Sólidosdisueltostotales	mg/l	0.00	1,500.00	1.9	151	1.9	
11	Salinidad	mg/l		1,000.00	2.05	100	2.05	
12	Hierro total	mg/l	0.10	3.00	2.1	0	2.1	
Total							37	
Clasificación del Índice de Calidad de Agua							IC	

Fuente: Elaboración propia, 2021

En el cuadro 12, se presenta la validación del ICA (Río Ventura), los resultados obtenidos, le pertenecen a la comunidad Pichardo en la Comarca de los Chiles. Las concentraciones de minerales y/o elementos no deben de sobrepasar los valores admisibles recomendados, para prevenir que estos mismos, aumenten su acumulación en un lapso y provoquen mayores perjuicios.

El valor máximo admisible, es el nivel y cantidad máxima donde se permite la concentración de los elementos y/o minerales químicos, físicos y biológicos. Según las normas utilizadas esos son los mayores valores que pueden poseer las sustancias para que no existan excesos, así evitar perjuicios sobre la salud de los consumidores del agua (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018).

Los resultados obtenidos conforme a los muestreos y análisis de calidad de agua realizados son la materia prima para asignar la clasificación e interpretación ICA (Río Ventura). En donde se clasifican de forma cuantitativa y cualitativa la calidad del agua de cada fuente hídrica abastecimiento. Con respecto al valor ICA, cuando el parámetro analizado sobrepasa el valor máximo admisible, logra poseer un valor igual a cero, en caso de que pase todo lo contrario, que no exista exceso del elemento a analizar (parámetro), será igual al valor establecido mediante la ponderación, por parámetro correspondiente.

En los resultados de la fuente hídrica de abastecimiento (Pichardo), el agua resulto inaceptable para su consumo (IC), ya que se obtuvo un valor total en el ICA (Río Ventura) de 37, en la fuente evaluada. Como recomendación e interpretación, se tiene que realizar tratamiento por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales: (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración (aguas clase 1B) (Soriano, 5). También la reforestación ribereña y cercana a la fuente, además de aplicar tratamientos para la disminución de las concentraciones de fosfato en complemento con manejos agroecológicos para los cultivos cercanos a la fuente de abastecimiento.

En el cuadro 13, se refleja la clasificación de los resultados provenientes de la recolección de muestras y análisis realizados en las diferentes comunidades. Este cuadro posee, seis categorías de clasificación entre los rangos que parten desde cero hasta 100; contiene abreviaturas u siglas.

Cuadro 13. Índice cualitativo de calidad del agua para la fuente de tipo Manantial (Pichardo

No.	Rangos de valores ICA	Clasificación	Siglas
1	90-100	No requiere tratamiento para consumo	NRTC
2	80-90	Tratamiento menor requerido	TMR
3	70-80	Dudoso consumo sin tratamiento	DCST
4	50-70	Tratamiento de potabilización necesario	TPN
5	40-50	Dudoso para su consumo	DC
6	0-40	Inaceptable su consumo	IC

Fuente: (Cooperación Suiza, 2017)

Las principales actividades productivas realizadas en la Microcuenca Río Ventura son: ganadería y agricultura; no existen buenas prácticas agropecuarias, sumado a que se realizan cerca de las fuentes hídricas de abastecimiento, esto conlleva a provocar posibles focos químicos de contaminación al vital líquido. Se debe de realizar acciones que contribuyan a la disminución del impacto ambiental que producen las actividades productivas aledañas.

De las 11 fuentes de abastecimiento de agua potable; siete resultaron contaminadas con coliformes fecales y son las siguientes: El Olló de Quencho, Las Banderas, Los Lagos, Pichardo, Sector Bodega número uno, dos y tres. Las fuentes restantes (Las Minas, las Palmeras, San Agustín y Sector Bodega número cuatro) resultaron estar libres de coliformes fecales.

En el cuadro 14. Muestra los resultados generales y totales obtenidos por cada fuente hídrica de abastecimiento evaluada, en el monitoreo y análisis de calidad del agua en las 11 Comunidades de la Comarca Los Chiles, para saber la clasificación de cada una de ellas, también contiene interpretaciones y recomendaciones finales del ICA (Río Ventura).

Cuadro 14.Resultados de los totales del índice de calidad de agua por comunidad.

No. de fuentes	Comunidad y tipo de fuente	Valor ICA	Clasificación	Interpretación
1	Las Banderas (Manantial)	37	Inaceptable para su consumo (IC)	Esta fuente, debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración (aguas clase 1B). También se debe de aplicar tratamientos para la disminución de los niveles de fosfato, alcalinidad (excediendo el valor máximo admisible según las normas utilizadas). En conjunto con manejo agroecológico a los cultivos cercanos a la fuente.
1	Los Lagos (Manantial)	29	Inaceptable para su Consumo (IC)	El agua de los Lagos debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales, también se sugiere la reforestación ribereña y cercana a la fuente. A causa de que este parámetro excede lo admisible. También se debe de aplicar tratamientos para mermar los niveles de fosfato y alcalinidad en conjunto con manejo agroecológico.
1	Bodega número 1 (Manantial)	45	Dudoso para su Consumo (DC)	El agua de la comunidad bodega No.1. Se debe de tratar por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales de igual forma aplicar tratamientos para disminución de los niveles de concentraciones de fosfato, los pobladores deberán de realizar buenas prácticas agropecuarias y cultivar con técnicas agroecológicas.
1	Bodega número 2(Pozo)	25	Inaceptable para su Consumo (IC)	El agua de esta fuente de abastecimiento debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales, también se sugiere la reforestación ribereña y cercana a la fuente. También se debe de aplicar tratamientos para reducción de los niveles de fosfato, alcalinidad y dureza
1	Bodega número 3 (Manantial)	37	Inaceptable para su Consumo (IC)	El agua proveniente de este sitio debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales y también se debe de aplicar tratamientos para disminuir las concentraciones de fosfato y alcalinidad en conjunto con la ejecución de buenas prácticas agropecuarias para bajar los niveles de contaminación.

No. de fuentes	Comunidad y tipo de fuente	Valor ICA	Clasificación	Interpretación
1	Bodega número 4 (Manantial)	37	Inaceptable para su Consumo (IC)	Se sugiere implementar la reforestación ribereña y cercana a la fuente de abastecimiento y también se debe de aplicar tratamientos para rebajar las concentraciones de fosfato en combinación con las buenas prácticas agropecuarias.
1	Pichardo (Pozo)	37	Inaceptable para su Consumo (IC)	El agua de la fuente Pichardo, debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales, también se sugiere la reforestación ribereña y cercana a la fuente, también se debe de aplicar tratamientos para la disminución de las concentraciones de fosfato y se recomienda manejos agroecológicos para los cultivos cercanos a la fuente de abastecimiento.
1	Las Minas (Manantial)	37	Inaceptable para su Consumo (IC)	Se debe de impulsar un plan de reforestación ribereña y cercana a la fuente, también se debe de aplicar tratamientos para disminuir las concentraciones de fosfato y se recomienda realizar manejos de buenas prácticas agropecuarias, para combatir la problemática ambiental.
1	Las Palmeras (Manantial)	33	Inaceptable para su Consumo (IC)	Se sugiere promover y realizar tratamientos para disminuir las concentraciones de fosfato, conductividad eléctrica y alcalinidad, esto se reducirá al no ejecutar actividades antropogénicas que no altere la composición en "general" del agua. Ejecutando buenas prácticas agropecuarias, manejos agroecológicos para los cultivos, cero lavados de ropa,
1	El Olló de Quencho (Manantial)	37	Inaceptable para su Consumo (IC)	Esta fuente de abastecimiento llamada "el Olló de Quencho", debe de tratarse por método convencional a causa de presencia de coliformes fecales, y de igual forma se debe de aplicar tratamientos para mermar las concentraciones de fosfato y alcalinidad.
1	San Augustin (Manantial)	37	Inaceptable para su consumo (IC)	El agua de la fuente hídrica se debe de dar tratamientos para reducir las concentraciones de fosfato y alcalinidad se recomienda realizar manejos de buenas prácticas agropecuarias en conjunto con manejos agroecológicos a los cultivos cercanos de este lugar.

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en el cuadro 14, la clasificación del índice adaptado de calidad de agua (Río Ventura), indica que, en 10 comunidades, la calidad del agua es inaceptable para su consumo humano (IC), esto de acuerdo con los parámetros analizados, donde los valores sobrepasan el nivel máximo de las normas de calidad de agua para consumo humano.

El parámetro que obtuvo mayor presencia en todas las fuentes hídricas, evaluadas fue el fosfato, obteniendo valores, entre un mínimo de 30 hasta un máximo de 40 mg/l (PO_4), en todas las fuentes, presento ese rango de valores, sobrepasando el valor máximo admisible según la norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos y la norma regional de calidad del agua para consumo humano (CAPRE) que es 0.10 mg/l (PO_4).

Esto refleja que estas fuentes de abastecimiento poseen cierto grado de contaminación y puede ser peligroso al lapso de un tiempo consumir el agua proveniente de estas fuentes hídricas. Según la clasificación del índice de calidad de agua (Río Ventura), presenta que el agua de esas fuentes de abastecimiento comunal, que los pobladores consumen el agua proveniente de estas mismas, en diez comunidades, se clasifica cualitativamente como inaceptable para su consumo (IC) con valores ICA que oscilan entre 29 hasta 37 de puntaje, solo en la comunidad llamada: Bodega número uno, la clasificación, cambia, la clasificación, siendo esta dudosa para su consumo (DC), con un puntaje de 45.

Se necesita un tratamiento convencional y adicional (para reducir concentraciones de sustancias químicas, físicas y biológicas), según las normas para calidad de agua utilizadas en la investigación.

En las comunidades existen presencia de letrinas que están ubicadas en la parte alta y media en áreas próximas a las diferentes, fuentes hídricas de abastecimiento comunitario, además de prácticas de: agricultura extensiva e intensiva, pastoreo; manejo de ganado mayor y menor; lavado de ropa en algunas fuentes; desechos; residuos sólidos; presencia de materia orgánica a causa de actividades naturales y antropogénicas. Estas fuentes de abastecimiento deben de tratarse por método convencional: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración (aguas clase 1B) (Soriano, 5).

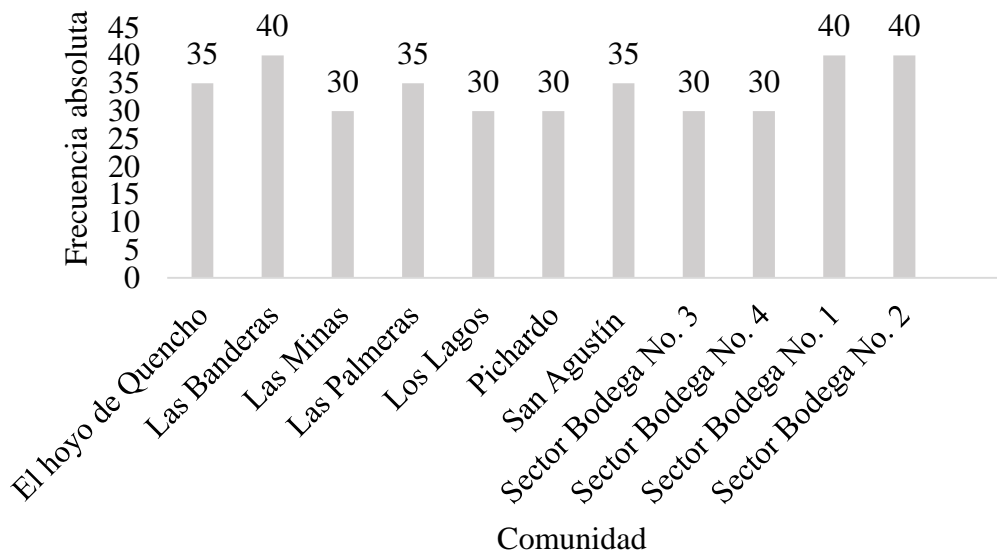


Figura 4. Parámetro de fosfato total en las comunidades de la comarca los Chiles que sobrepasan el valor máximo admisible, según las normas (utilizadas)

La figura 4 describe de manera cuantitativa, valores del parámetro de fosfato total, en todas las comunidades del área de estudio que sobrepasan el valor máximo permisible, según las normas (CAPRE), el rango máximo permitido según las normas antes mencionadas es de 0.10 mg/l (PO₄), de concentración en fosfato.

Los perjuicios que presenta el consumo de fosfatos en el agua para consumo humano, según varios estudios científicos, se ha observado relaciones entre causas y efectos, en el consumo de aguas fosfatadas y el aumento de pacientes que presentan síntomas de cáncer y de enfermedades neurodegenerativas, Además, el consumo de fosfatos en concentraciones altas puede causar problemas general en la salud, en las que sobresalen el daño renal y la osteoporosis (principalmente)(Lavie , Morábito, Salatino, Bermejillo , & Filippini, 2010).

Según el artículo de la revista “Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza” se presentan análisis de la cantidad de fosfatos en aguas superficiales, y se determina la calidad del agua existente al tener las siguientes concentraciones de fosfato: agua de buena calidad al poseer concentración de fosfato menores a 0.1 de mg/l (PO₄); agua de media calidad entre rangos de oscilan 0.1 hasta 0.7 mg/l (PO₄); y de baja calidad baja a concentraciones, mayores de 0, 7 mg/l (PO₄)(Lavie , Morábito, Salatino, Bermejillo , & Filippini, 2010)

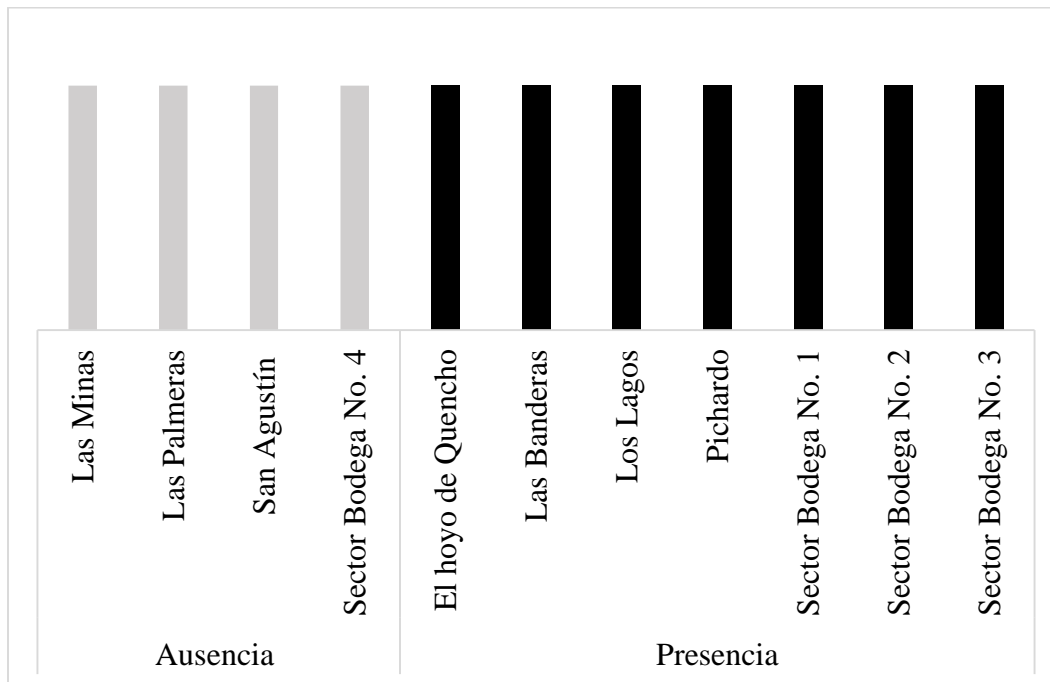


Figura 5. Resultados de análisis de coliformes totales (NMP/100) realizados en las diferentes fuentes de abastecimiento en las comunidades de la comarca los Chiles.

Según las Normas (CAPRE) y (OMS), en el agua de consumo humano no debe de tener presencia de coliformes fecales (el agua debe de poseer presencia 0), estos microorganismos, se introducen mediante las heces fecales y orinas de los habitantes su animales, que viven en el área de estudio. El agua para consumo humano con presencia de coliformes produce daños en la salud de los consumidores, las enfermedades principales son las siguientes: diarreas agudas; el cólera; las infecciones gastrointestinales; la amebiasis y la disentería; entre otras (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018).

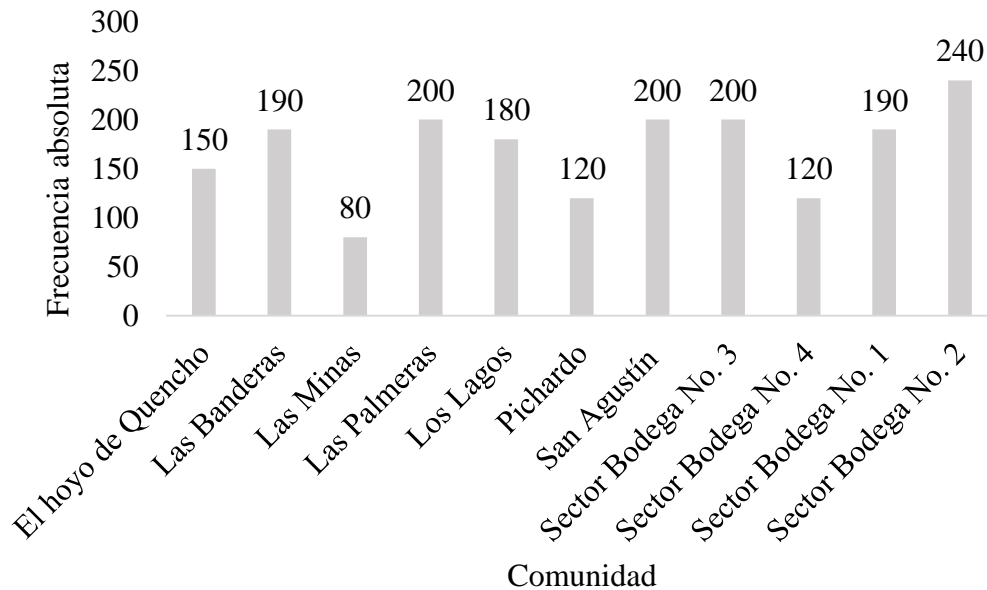


Figura 6. Resultados del análisis por comunidad del parámetro de alcalinidad total

La alcalinidad total: presente, exceso de esta sustancia en siete comunidades de abastecimiento, sobrepasando las concentraciones de alcalinidad estipuladas en las normas (CAPRE) y (OMS), según estas normas el agua en esos niveles de alcalinidad puede resultar amarga, para algunos consumidores. Según la literatura, estas aguas son consideradas indeseables debido a la dureza excesiva y la elevada concentración de sales de sodio, mayormente estas sales caen pesadas en el organismo humano, también pueden provocar enfermedades severas al paso del tiempo (Flores, R. Vela, S. Clarita, L. (2021).

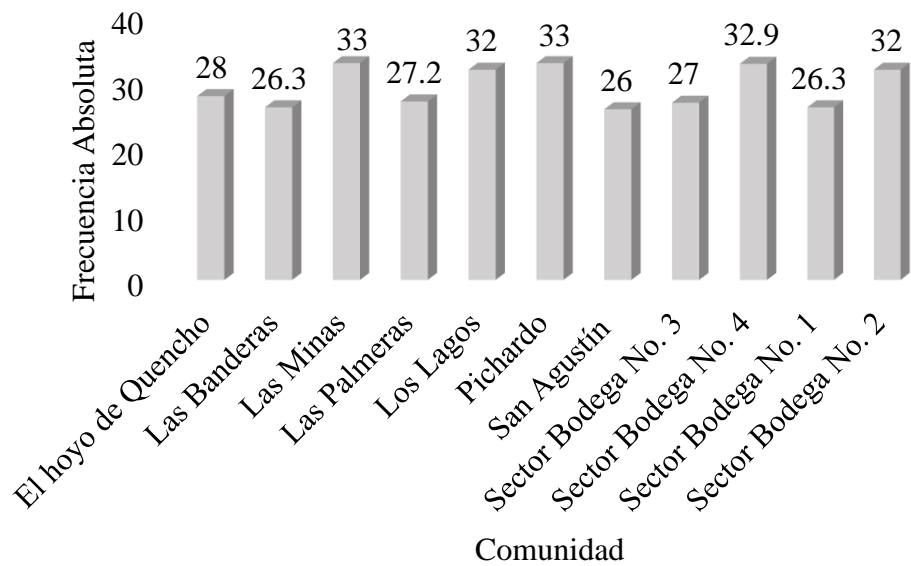


Figura 7. Resultados del parámetro de temperatura correspondientes a los análisis

En cinco comunidades el parámetro de físico de temperatura sobrepasó el rango máximo admisible, en este caso las consecuencias tienden a ocasionar, problemas para la calidad del agua de las fuentes perjudicadas, de manera indirecta puede afectar a los otros parámetros que integran el índice de calidad del agua (Río Ventura), como, por ejemplo: alcalinidad, coliformes fecales y dureza.

(Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018) ha afirmado lo siguiente: La temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar el sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede incrementar los problemas de sabor, olor, color y corrosión. (p.269).

Ocasionado el aumento de las concentraciones de estos elementos presentes en el agua, esto conlleva que haya un desequilibrio químico en la estructura general del agua, que genera a un aumento en los problemas de inocuidad de esta misma.

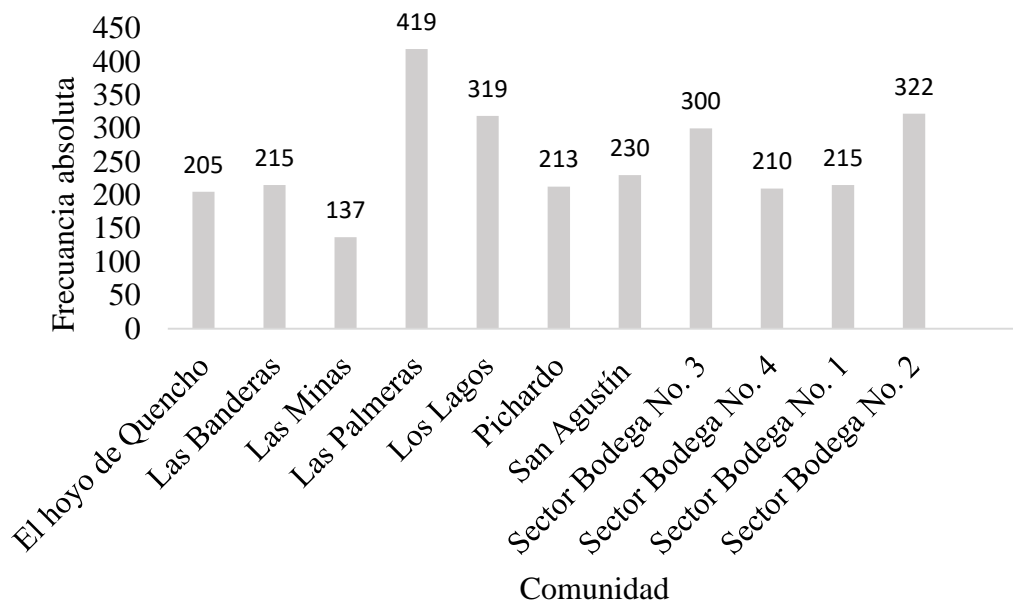


Figura 8. Resultados del parámetro de conductividad eléctrica de los monitoreos y análisis realizado por comunidad.

La figura número 8. Los resultados del parámetro de conductividad eléctrica, existe presencia excesiva, en una comunidad de manera individual, de cada indicador que sobrepasa el valor máximo permisible. La comunidad Palmeras, presenta en una fuente de abastecimiento, problemas leves de conductividad eléctrica, en este caso según los datos que observa, este parámetro, no representa, un problema significativo en la calidad del agua para consumo.

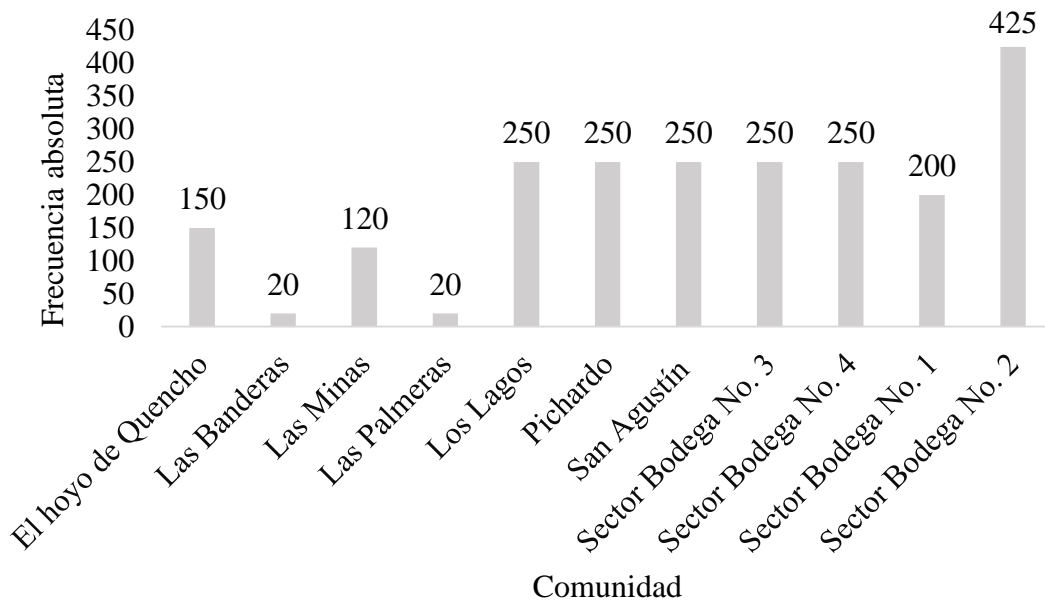


Figura 9. Resultados del parámetro de conductividad eléctrica de los monitoreos y análisis realizado por comunidad.

En la Comunidad Bodega No.2, el indicador de dureza total excede levemente lo estipulado en las normas utilizadas para la investigación, solamente en una comunidad, por lo que no representa perjuicios considerables que afecten la calidad del agua en esta comunidad, es probable con un cambio de cultura, al dejar de bañarse y lavar ropa cerca de esta fuente, se puede reducir el nivel de exceso de dureza en esta fuente hídrica afectada.

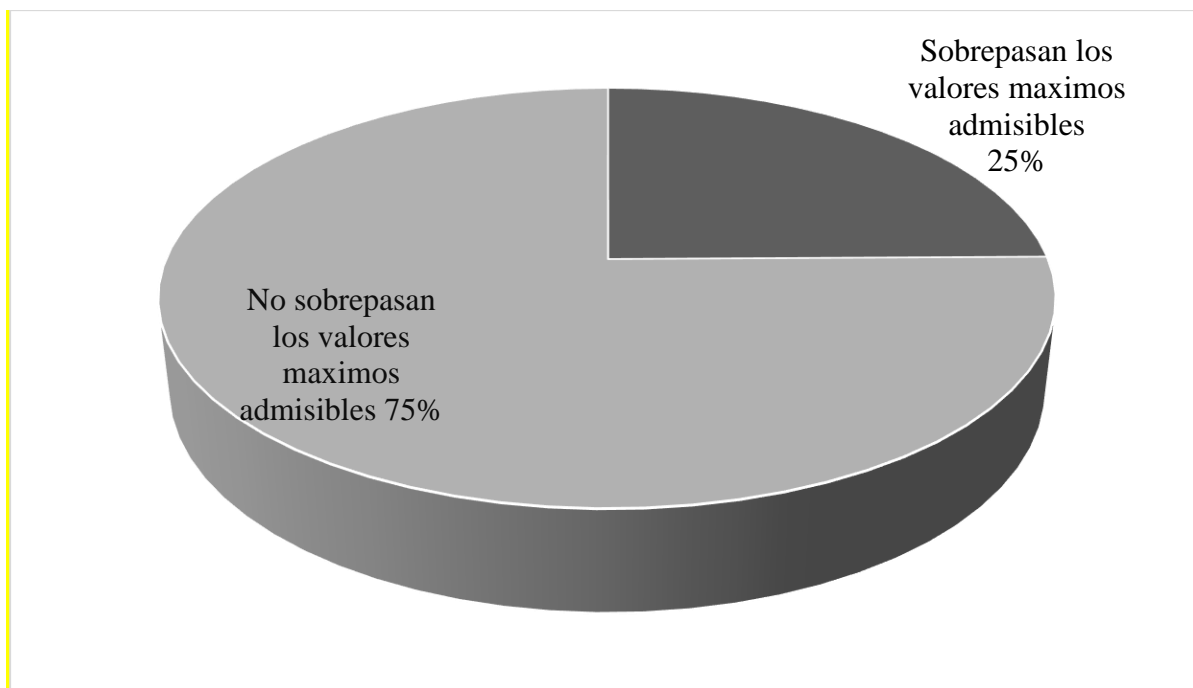


Figura 10. Resultados totales de los 133 análisis realizados en las 11 diferentes fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano

En la figura número 10, se observa, un total de 133 análisis de calidad de agua para consumo humano en las 11 diferentes fuentes de abastecimiento comunal, se visualiza que los valores que sobrepasan los máximos permitidos comprenden el 25% en total (33 en número entero), según la gráfica y los resultados. El estado actual de la calidad del agua según no es malo. Sin embargo, según los valores ICA finales, arrojan que el agua no es aceptable para el consumo humano, por las algunas altas concentraciones que presentan ciertos parámetros.

Como, por ejemplo: fosfato totales y coliformes fecales, se presentan en cantidades altas y en las mayorías de las fuentes hídricas de abastecimiento evaluadas, según las normas utilizadas y la literatura citada, puede resultar peligroso y dañino consumir para la salud del consumidor. El 75% (100 en número entero), no sobrepasaron los valores máximos que presentan los diferentes evaluaciones y análisis calidad del agua.

V. CONCLUSIONES

Se logró formular cuatro criterios socios ambientales para la adaptación del índice de calidad del agua (Río Ventura), a los cuales se les asignó un peso ponderado porcentual que osciló entre el 20% hasta el 40% logrando una suma total del 100 % previsto para el índice. El peso de cada criterio se asignó en dependencia de su importancia directamente proporcional basado: en la vivencia; percepción; capacidad analítica; de los: comunitarios, autoridades municipales y locales en la zona de estudio.

En las fuentes de hídricas de abastecimiento, mediante análisis realizados, se produjeron resultados. En donde los siguientes parámetros evaluados como: fosfatos totales; coliformes totales; alcalinidad total; temperatura: dureza, conductividad eléctrica, los valores ICA, están por encima de los valores máximos admisibles según las normas de calidad de agua utilizadas, en la mayoría de las fuentes hídricas, excepto el parámetro fosfato que está presente en todas y conductividad eléctrica, también dureza, está en una sola fuente. Existen excesos en los valores ICA (Río Ventura). Las clasificación ICA, oscilan entre 25 a 37, en 10 comunidades la calidad del agua es inaceptable para consumo humano, solo en una comunidad, es dudosa para consumo.

Se logró analizar estructuras de metodológicas existentes de índices de calidad de agua para consumo humano, para la adaptación de acuerdo con las condiciones y las características de la microcuenca Río Ventura, comarca los Chiles y sus comunidades a evaluadas. Existió 133 análisis de calidad de agua para consumo humano en las fuentes de abastecimiento comunales, se visualizó que los valores que sobrepasan los máximos admisibles llegaron a un total de 33, el peso ponderado de cada parámetro asignado es el que influyó de gran magnitud para que la clasificación ICA, arrojará resultados negativos en la inocuidad del vital líquido de las fuentes hídricas estudiadas.

Se pudo realizar el diseño y la validación del ICA de la Microcuenca Río Ventura, el ICA, se utilizó para las fuentes de abastecimiento de agua de consumo humano en la comarca los Chiles y sus 11 comunidades. Según los resultados, indican que el agua proveniente de dichas fuentes de abastecimiento debe ser utilizada solamente con fines recreativos y doméstico, para (bañarse y lavado de trastos) ya que la calidad que poseen se ajusta a las normas de calidad para estos fines.

VI. RECOMENDACIONES

Para disminuir los niveles totales de fosfato que están presente en todas las fuentes hídricas de consumo humano, se sugiere que todos los agricultores que habitan cerca de la ribera (principalmente), y los que están alejados de los diferentes tomaderos, practiquen la agroecología, para disminuir los niveles de contaminación de esa sustancia. Una alternativa optimapodría ser la implementación de obras de conservación de agua y suelo para amortiguar los daños existentes.

De forma general se recomienda que, en todas las fuentes hídricas de las 11 comunidades, se implemente un tratamiento al agua de manera convencional, como el siguiente: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración (como lo indica la norma técnica obligatoria nicaragüense para la clasificación de los recursos hídricos (NTON). Debido a que las fuentes hídricas de abastecimiento comunal que se analizaron, la calidad del agua, presento valores no favorables para consumo humano, según el indicador adaptado de calidad de agua (Río Ventura), según los valores ICA, el agua resulto inaceptable para consumo humano.

Se recomienda a los productores realizar actividades de agricultura en complementación con las buenas prácticas agrícolas, para prevenir focos de contaminación al agua para consumo humano. Como, por ejemplo; el triple lavado de los envases de agroquímicos utilizados es una práctica optima a nivel nacional e internacional como un procedimiento seguro para no propiciar que los restos de sustancias químicas aplicadas a los cultivos, puedan llegar a las fuentes de agua, como lo menciona el reglamento de la ley no. 274, ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares de Nicaragua.

Para evitar el excremento de ganado mayor y/o menor, se recomienda a los productores que no realicen lo que popularmente se le conoce como "aguar el ganado", que busquen otra manera de proporcionar agua al ganado, para prevenir focos de contaminación al agua de las diferentes comunidades. Como recomendación opcional, se recomienda, la implementación de algas de la familia *Chaetomorpha*, para la reducción y control de fosfato total presentes en todas fuentes de agua. Estas son utilizadas en los acuarios y estantes de peces para la disminución y eliminación de nutrientes en altas concentraciones, principalmente, nitratos y fosfatos.

VII. REFERENCIAS

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, República de Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), República de Nicaragua y Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). (1997, 4 de marzo). *Estudio de diagnóstico de la cuenca del río San Juan y lineamientos del plan de acción*, morerightsfor more people (OAS). <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea05s/ch07.htm>

Ayerdis, J. M., Cano, J. y Mendoza, L. (2021). “*Municipio Feliz*” de Río San Juan. *Itinerario de Buen Gobierno Municipal S* (L. A. Lobato, M. d. I. Á. Guerrero y C. L. Cruz, Eds.; Editorial Universitaria (Universidad Autónoma de Nicaragua). https://direx.unan.edu.ni/wp-content/uploads/2021/08/San-Carlos_repositorio.pdf (Obra original publicada en 2021).

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Guías para la calidad del agua potable* (4ª ed.). <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1> (Obra original publicada en 2018).

La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), Atmósfera Estándar Internacional (ISA) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s. f.). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en San Carlos*. Weather Spark. <https://es.weatherspark.com/y/15532/Clima-promedio-en-San-Carlos-Nicaragua-durante-todo-el-año>

Soriano, T. L. (5, 5 de febrero). *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Norma para la clasificación de los Recursos Hídricos (NTON)*. DOCPLAYER. <https://docplayer.es/36582814-Norma-tecnica-obligatoria-nicaraguense-norma-para-la-clasificacion-de-los-recursos-hidricos-nton.html>

Yelba Flores, Selvia Flores, Steve Schill, Vincent Abreu. (S. F). *Riesgo de contaminación por actividades antropogénicas al lago Cocibolca*. <https://repositorio.unan.edu.ni/2454/1/997.pdf>
CIRA/UNAN-MARENA. (2003). *Síntesis de los Estudios Básicos Cuenca del Río San Jua*. <http://repositorio.unan.edu.ni/2454/1/997.pdf>

(Flores, R. Vela, S. Clarita, L. (2021). *Índice de la calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (Icarhs) de la unidad hidrográfica bajo marañón*. (Tesis Pregrado, Universidad Científica del Perú). <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1492/FLORES%20RUIZ%20STEVEN%20Y%20VELA%20PANDURO%20NOLUZ%20CLARITA%20-%20TSP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres, P., & Cruz, C. H. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. *Revista Ingenierías*, 8(15), 79-94.

Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). *Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI*. *Producción + limpia*, 12(2), 35-49.

Ramakrishna, B. (1997). *Estrategias de Extension Para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrograficas* (Vol. I). <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9786e/A9786e.pdf>

Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka. En M. Sengupta & R. Dalwani (Eds.). (2008). (PP.342-346).

Lavie, E., Morábito, J., Salatino, S., Bermejillo, A., & Filippini, M. (20 de Abril de 2010). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *Facultad de Ciencias Agrarias*, 16. [Obtenido de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3553/t42-1-12-lavie.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3553/t42-1-12-lavie.pdf)

Microcuencas. (2021, junio 19). Gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/>.

VIII. ANEXOS


Anexo 1. Normas de calidad de agua para consumo humano

Parámetro	UM (mg/l)			
	Clasificación Recursos Hídricos 1A	Clasificación Recursos Hídricos 1B	Norma OMS	Norma CAPRE
Oxígeno disuelto (OD)	> 4.0 mg/l ¹	> 4.0 mg/l	200	25-200
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅ , 20)	2.0 mg/l	5.0 mg/l		
pH	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co		
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT		
Fluoruros	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7mg/l	1.5	0.7-1.5
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l	0.3	0.3
Mercurio Total	0.001mg/l	0.01 mg/l	0.006	0.001
Plomo	0.01mg/l	0.05mg/l	0.01	0.01
Sólidos Totales Disueltos	1000 mg/l	1500 mg/l		
Sulfatos	250mg/l	400mg/l	500	25-250
Zinc	3 mg/l	5mg/l	5	3
Cloruros	250mg/l	600 mg/l	250	25-250
Coliformes Totales	(**)	(***)		
Cianuro Total	0.1mg/l	0.1mg/l	0.07	0.05
Cobre Total	2.0mg/l	2.0mg/l	2	1.0-2.0
Cromo Total	0.05mg/l	0.05mg/l	0.05	0.05
Detergentes	1.0mg/l	1.0mg/l		
Dispersantes	1.0mg/l	1.0mg/l		
Dureza (CaCO ₃)	400mg/l	400mg/l	500	400
Extracto de Carbono al Cloroformo	0.15mg/l	0.15mg/l		
Fenoles	0.002mg/	0.002mg/		
Manganeso Total	.05mg/l	0.5mg/l	0.4	0.1-0.5
Nitritos + Nitratos	10.0mg/l	10.0mg/l		
Nitritos			3	0.1-3
Nitratos			50	25-50
Plata Total	0.05mg/l	0.05mg/l	0.1	
Selenio	0.01mg/l	0.01mg/l		
Sodio	200mg/l	200mg/l		
Organofosforados y Carbamatos	0.1mg/l	0.1mg/l		
Organoclorados	0.2mg/l	0.2mg/l		

(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100ml. (***) menor de 10000 NMP/100ml

Anexo 2. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la Bodega No. 1 de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan

###



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		12/2/2020	2:20 p. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Riachuelo	
Comunidad:		Bodega No. 1	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		771878	1244359
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	26.3	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	200	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	190*	
pH	6.5-8.5	7.1	7.8
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	215	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	156	
Salinidad (mg/l)	0-5000	105	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	40*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0.12	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)	Ganadería extensiva e intesiva, pendiente del 35% al 40%, captacion libre, carga superficial de agua, (esta fuente es utilizada para lavar ropa y tambien para bañarse, arrojado de desechos solidos inorganicos (embases de		

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 3. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 2 de la comarca Los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		22/10/2020	10:20 a. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Riachuelo	
Comunidad:		Bodega No.2	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		760314	1243394
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	32*	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	425*	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	240*	
pH	6.5-8.5	7.8	7.1
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	322	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	224	
Salinidad (mg/l)	0-5000	151	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	2	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	40*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)		Presencia de materia organica, pratica de agricultura de sobrevivencia, de igual manera ganaderia intesiva.	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 4. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 3 de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		14/2/2020	9:00am
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Bodega No.3	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		X:770259	Y:1243338
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	27	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	250	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	200*	
pH	6.5-8.5	7.3	7.5
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	300	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	190	
Salinidad (mg/l)	0-5000	150	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	30*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)	letrinas (en la parte alta), agricultura extensiva, pastoreo de ganado mayor, algunas personas se bañan en el sitio de muestreo.		

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 5. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Bodega No. 4 de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		13/02/202	4:20 p. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Bodega No.4	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):			
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	32.9*	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	250	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	120	
pH	6.5-8.5	7.2	7.1
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	210	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	146	
Salinidad (mg/l)	0-5000	99	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Ausencia	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	30*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
<p>Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)</p>		<p>Agricultura intensiva alrededor se la fuente de abastecimiento de agua y cerca de esta misma.</p>	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 6. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad los Lagos de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		14/2/2020	12:36pm
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Los Lagos	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		X: 764805	Y:12415321
Elevación (msnm):		110	
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	32*	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	250	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	180*	
pH	6.5-8.5	7.8	7.5
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	319	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	224	
Salinidad (mg/l)	0-5000	149	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	30*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
<p>Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)</p>		<p>cerrado, resforestado, protegido, 30 años de consumir esta agua, es una fuente permanente.</p>	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 7. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad Pichardo de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		22/10/2020	11:00 a. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Pichardo	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		765752	1243038
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	33*	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	250	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	120	
pH	6.5-8.5	7.2	7.4
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	213	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	151	
Salinidad (mg/l)	0-5000	100	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	2	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	30*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
<p>Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)</p>		<p>Presencia de pastoreo de ganado vacuno y ganado menor: cerdo, cabras, peligue. Practica agrícolas extensivas cerca de la fuente de abastecimiento.</p>	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8


***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 8. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la Comunidad las Minas de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan

###



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO

REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		14/2/2020	1:40 p. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Las Minas	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		773523	1243038
Elevación (msnm):		112	
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	33*	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	120	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	80	
pH	6.5-8.5	7.8	7.7
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	137	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	96	
Salinidad (mg/l)	0-5000	64.5	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Ausencia	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	30*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)		Practica de agricultura intensiva y uso de praguicidas inorganicos para manejo y control de plagas y enfermedades.	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 9. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad las Palmeras de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		13/2/2020	3:35 p. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Las Palmeras	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		X:770080	Y:1240562
Elevación (msnm):		116	
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	27.2	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	20	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	200*	
pH	6.5-8.5	7.2	8
Cloro Total (ppm)	-	0.2	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0.2	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	419*	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	293	
Salinidad (mg/l)	0-5000	200	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Ausencia	
Nitrato (mg/l)	25-50	5	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0.12	
Fosfato (mg/l)	0.1***	35*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0.13	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)		Actividades agrícolas cercas de la fuente de abastecimiento de agua.	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8


***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 10. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad el Olló de Quencho de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan

###



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		13/2/2020	4:00:pm
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		El Olló de Quencho	
Observaciones de ubicación: múltiples letrinas			
Coordenadas (UTM WGS84):		X:770205	Y:1240798
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	28	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	150	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	150	
pH	6.5-8.5	7.8	8
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	205	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	144	
Salinidad (mg/l)	0-5000	95	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	1	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0.1	
Fosfato (mg/l)	0.1***	35*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0.3	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)	Suelos con actividades agrícolas, ganadería extensiva y pastoreo, presencia de letrinas no acondicionadas, uso domiciliario del agua.		

* Datos tomados de Keven (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 11. Formato de campo para el registro de calidad de agua de las Banderas de la comarca los Chiles en el Municipio de San Carlos de Río San Juan



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)

FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		14/2/2020	10:20 a. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		Las Banderas	
Observaciones de ubicación: refoestado y cerrado			
Coordenadas (UTM WGS84):		X:774718	Y:1243347
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	26.3	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	20	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	190*	
pH	6.5-8.5	7.8	7.8
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	215	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	156	
Salinidad (mg/l)	0-5000	105	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Presencia*	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	40*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0.12	
Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)	Ganadería extensiva e intensiva, desechos sólidos inorgánicos (botellas de agroquímicos y bolsas plásticas), captación libre, carga superficial de agua.		

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 12. Formato de campo para el registro de calidad de agua de la comunidad San Agustín de la Comarca los Chiles en el municipio de San Carlos de Río San Juan.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA (UNA)
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES (FARENA)
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS (DMC)**

**FORMATO
REGISTRO DE CALIDAD DE AGUA EN CAMPO**

ASPECTOS		DATOS	
Fecha y hora de muestreo:		13/2/2020	3:20 p. m.
Muestreado por:			
Tipo de fuente:		Manantial	
Comunidad:		San Agustín	
Observaciones de ubicación:			
Coordenadas (UTM WGS84):		X:767919	Y:1244235
Elevación (msnm):			
PARÁMETROS	VALORES ADMISIBLES	VALORES DE CAMPO	
Temperatura (°C)	18-30	26	
Dureza Total (CaCO ₃ , ppm)	400	250	
Alcalinidad Total (ppm)	75-150*	200*	
pH	6.5-8.5	7.5	7.2
Cloro Total (ppm)	-	0	
Cloro Residual (ppm)	0.5-1.0	0	
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	400	230	
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	1000	180	
Salinidad (mg/l)	0-5000	115	
Oxígeno disuelto (mg/l)	> 4**		
Coliformes Totales (pres./aus.)	Ausencia	Ausencia	
Nitrato (mg/l)	25-50	0	
Nitrito (mg/l)	0.1-3.0	0	
Fosfato (mg/l)	0.1***	35*	
Hierro (mg/l)	0.1-3.0	0	
<p>Datos del Entorno y Características Visuales (uso del suelo, tipo de suelo, pendiente, condiciones de captación y recarga de agua, viviendas)</p>		<p>En esta fuente existe abundante materia orgánica, esta al aire libre, se considera que el manantial está en óptimo manejo.</p>	

* Datos tomados de Kevern (1989)

**OD según CAPRE el recomendable es 8 mg/l, según NTON de Recursos Hídricos de Nicaragua, tiene que ser > 8

***Criterios Ecológicos de calidad de agua, Diario Oficial Federación de México (DOF, 1989)

Salinidad

3.5% es equivalente a 35 gramos por cada litro de agua, lo que corresponde a agua de mar

Anexo 13. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Las Banderas

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	26.3	>30	8	8
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	250	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	40	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	190	>150	8.4	0
Dureza Total	20	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.8	>8.5	4.05	4.05
Solidos Totales Disueltos	156	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	105	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0.12	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 14. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 1

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	26.3	>30	8	8
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	215	>400	3.45	3.45
Fosfatostotales	40	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	190	>150	8.4	8.4
Dureza Total	200	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.8	>8.5	4.05	4.05
Sólidos Totales Disueltos	156	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	105	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0.12	>3	2.1	2.1
Total				45
Clasificación del índice de calidad de agua				Dudoso para su Consumo (DC)

Anexo 15. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 2

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	32	>30	8	0
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	322	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	40	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	2	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	240	>150	8.4	0
Dureza Total	425	>400	3.6	0
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.8	>8.5	4.05	4.05
Sólidos Totales Disueltos	224	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	151	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				25
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo16. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 3

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	27	>30	8	8
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	300	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	30	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	200	>150	8.4	0
Dureza Total	250	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.3	>8.5	4.05	4.05
Solidos Totales Disueltos	190	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	150	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 17. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Bodega número 4

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	32.9	>30	8	0
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	210	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	30	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	120	>150	8.4	8.4
Dureza Total	150	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.2	>8.5	.05	4.05
Sólidos Totales Disueltos	146	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	99	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 18. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente Pichardo

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	33	>30	8	0
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	213	>400	3.45	3.45
Fosfatostotales	30	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	2	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	120	>150	8.4	8.4
Dureza Total	250	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.2	>8.5	4.05	4.05
Solidos Totales Disueltos	151	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	100	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 19. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente las Minas

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	33	>30	8	0
Coliformes totales	0	0	28	0
Conductividad eléctrica	137	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	30	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	80	>150	8.4	8.4
Dureza Total	120	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.8	>8.5	4.05	4.05
Sólidos Totales Disueltos	96	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	64.5	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 20. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente las Palmeras

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	27.2	>30	8	8
Coliformes totales	0	0	28	0
Conductividad eléctrica	419	>400	3.45	0
Fosfatos totales	35	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	5	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0.12	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	200	>150	8.4	0
Dureza Total	20	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.2	>8.5	4.05	4.05
Solidos Totales Disueltos	293	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	200	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0.13	>3	2.1	2.1
Total				33
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 21. Resultado de calidad de agua en la fuente el Olló de Quencho.

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	28	>30	8	8
Coliformes totales	1	0	28	0
Conductividad eléctrica	205	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	35	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	1	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0.1	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	150	>150	8.4	0
Dureza Total	150	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.8	>8.5	4.05	4.05
Sólidos Totales Disueltos	144	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	95	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0.3	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 22. Resultado de los parámetros de calidad de agua en la fuente San Agustín.

Parámetros	Resultados	Valor Máximo (Norma Capre)	Ponderación	Valor ICA
Temperatura	26	>30	8	8
Coliformes totales	0	0	28	0
Conductividad eléctrica	230	>400	3.45	3.45
Fosfatos totales	35	>0.10	26.75	0
Nitrógeno en nitratos	0	>50	5.85	5.85
Nitrógeno en nitritos	0	>3	5.85	5.85
Alcalinidad Total	200	>150	8.4	0
Dureza Total	250	>400	3.6	3.6
Potencial de Hidrógeno (pH)	7.5	>8.5	4.05	4.05
Solidos Totales Disueltos	118	>1,500	1.9	1.9
Salinidad	115	>1,000	2.05	2.05
Hierro Total	0	>3	2.1	2.1
Total				37
Clasificación del índice de calidad de agua				Inaceptable para su Consumo (IC)

Anexo 23. Evaluación de la vulnerabilidad de las fuentes de agua

Vulnerabilidad Sociocultural/organizativo	Si	Parcial	No
La población conoce sobre las amenazas en su comunidad y sistemas de agua		√	
Participa la comunitaria equitativa (hombres y mujeres) en juntas de agua / CAPS	√		
Las Familias participan en alguna organización comunitaria	√		
Han gestionado proyectos desde la comunidad			√
Hay empresas municipales/comunitarias de gestión de agua organizada			√
Hay empresas municipales/comunitaria de gestión de agua con sistemas contables/administrativos			√
Hay comités locales de agua organizados y funcionando		√	
Hay planes de emergencia comunitario que incluyen acciones en sistemas de agua			√
Hay comités Locales de Prevención funcionando			√
Hay comités Locales de Cuencas funcionando			√

Anexo 24. Muestreo de calidad del agua en la Comarca Los Chiles, Bodega No. 1



La imagen ilustra el proceso de recolección de muestra en la corriente superficial la cual contenía; materia orgánica dispersa en sus alrededores a causa del paso del ganado que transcurre en los alrededores, también se practica lavado de ropa, existía desechos sólidos inorgánico, como embaces de agroquímicos e insumos.

Anexo 25. Muestra de presencia de coliformes fecales de la Comunidad San Agustín.



Se agregó alimento a la muestra para verificar la presencia de coliformes fecales en el caso que exista presencia de estas bacterias en un lapso de 24 horas, estas defecarían, provocando una contaminación visual en la muestra de agua, tornándola en color negro, en caso de lo contrario, sería de color café claro.

Anexo 26. Reunión de trabajo con los actores claves del Municipio y de la Comarca los Chiles.

En la imagen plasma a miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), la reunión correspondiente fue Para la obtención



De información secundaria y de relevancia esta actividad fue importante es fundamental para el desarrollo de la investigación correspondiente.

Anexo 27. Levantamiento de muestras de calidad del agua en la comunidad las Palmeras.

Se observa en la imagen el proceso de toma de muestra y análisis del agua subterránea proveniente de este pozo, Se utilizó un kit de campo como



Herramienta. Este kit estaba conformado por los siguientes: Reactivos, cintas de control de pH para la medición de parámetros; equipos (sensor digital).

Anexo 28. Glosario de términos

Calidad de agua: El agua para consumo humano debe de tener ciertos estándares y/o niveles de calidad, para que esta sea ingerida de manera óptima y responsable sin comprometer la salud del usuario que la consume, para esto el agua necesita tener concentraciones y/o niveles de minerales o sustancias que esta posee en su estructura, por debajo del valor máximo admisible según las normas de calidad del agua existente en todo el mundo. Para eso se deben de realizar tomas de muestra y análisis al agua, por periodos constantes para monitorear, los estados actuales de la calidad del vital líquido (Flores, R. Vela, S. Clarita, L. (2021).

Índice de Calidad de Agua (ICA): según (Yogendra, 2008) Ha afirmado lo siguiente: Es una herramienta que permite identificar la calidad de agua de un cuerpo superficial o subterráneo en un tiempo determinado. En general, el ICA incorpora datos de múltiples parámetros físicos, químicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la cual se evalúa el estado de un cuerpo de agua.

Cuenca Hidrográfica:Según (Ramakrishna, 1997). Es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o “divisoria de aguas” se definen naturalmente y corresponden a las partes as altas del área que encierra un río.

Subcuenca: Es una superficie en donde la escorrentía que fluye en totalidad pasa mediante de series de corrientes, estas sean de: ríos, lagos, riachuelos, etcétera. Hacia un punto definido o final (un curso de agua), Según el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) - España. Una subcuenca se caracteriza por desembocar en un lago o rio de orden superior, dando paso a distintas formas de clasificación de redes de drenaje, como el sistema de codificación Pfafstetter. También es un conjunto de microcuencas que realizan drenaje a un solo o varios cauces, además su caudal fluctuante pero permanente.

Microcuenca: Según (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la república de Colombia (Minambiente), 2021). Es el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales (mayormente el área correspondiente realiza un drenaje que va a dar al cauce principal de una subcuenca). Puede ser de caudal continuo o intermitente.

Fuentes de Abastecimientos de Agua: Las fuentes donde las personas consumen agua para subsistencia pueden ser fuentes superficiales y estas son las que se sitúan sobre la superficie del planeta. Estas se acumulan mediante escorrentía producidas por precipitaciones y también por afloramientos de aguas estas están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, riachuelos, por otro lado, tenemos las aguas subterráneas y estas son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo, esta se aprovecha por pozos y manantiales, esta agua es provenientes de depósitos acuíferos confinados y no confinados.
