

# BLUEFIELDS INDIAN AND CARIBBEAN UNIVERSITY BICU



## CIENCIAS DE LA SALUD Y SERVICIOS SOCIALES

### CARRERA DE MEDICINA

#### Monografía para optar al Título de Médico General

Prevalencia de enfermedades de origen hídrico relacionada a la calidad del agua y práctica de saneamiento, en niños menores de 5 años del Asentamiento comandante Camilo Ortega Saavedra en los meses de Julio y agosto del año 2021.

#### **Autores:**

- Zayra Yumira García Espinoza.
- Derving Jhunion Solórzano Somoza.

#### **Tutor:**

MSc. Enoc Geremias Rivas Suazo.

Recinto Bluefields, RACCS, Nicaragua

24 de junio del año 2024

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

## ***Dedicatoria***

### **Br. Zayra Yumira García Espinoza**

Inicialmente a Dios todo poderoso por brindarme la vida, salud y sabiduría para poder culminar este trabajo, a mi madre por ser mi mayor motivación para no darme por vencida, sentó en mi las bases de responsabilidad y deseos de superación, por siempre estar ahí para mí, a mi padre que a pesar de la distancia siempre ha sido un padre presente, ese que cuando su hija lo necesita siempre está ahí para ella, a mi madrastra por ser una pieza clave en la vida de mi papa y por ser esa persona que me ha brindado su amor y apoyo como a uno más de sus hijos, a mi abuela materna por ser un pilar fundamental en mi vida y siempre poner su mayor confianza en mí, a estas cuatro personas ya que han sido el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional.

### **Br. Derving Jhunion Solórzano Somoza**

Doy gracias a Dios por permitirme la vida principalmente y por todo lo que he logrado hasta este momento y en segundo lugar a mi familia, que ha sido uno de los pilares fundamentales en momentos difíciles, dedico este trabajo de todo corazón a mis padres por haberme guiado por el mejor camino con su apoyo incondicional y a mis hermanos que siempre han estado presente en todo momento, por eso les brindo mi trabajo por su paciencia y amor.

## ***Agradecimiento***

Queremos agradecer a Dios todo poderoso por brindarnos la vida, fuerza y salud, para poder superar los alti-bajos que se nos presentaron a lo largo de toda la carrera y durante la realización de este trabajo.

A nuestros padres por el apoyo incondicional, económico y psicológico para lograr finalizar con nuestra carrera y esta investigación académica.

A nuestro tutor por apoyarnos y siempre haber estado ahí para instruirnos en cada proceso que tuvimos que realizar para el inicio y culminación de nuestra investigación.

A cada uno de los maestros que formo parte de nuestra educación a lo largo de esta carrera, ya que cada uno fue parte fundamental para nuestro aprendizaje.

A los padres de familia que nos permitieron que el caso de sus niños formara parte de esta investigación.

Y a todas aquellas personas (familiares y amigos) que de una u de otra manera nos han apoyado.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	I
Agradecimiento .....	II
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
<b>V. OBJETIVOS</b> .....	7
Objetivo general .....	7
Objetivos específicos.....	7
<b>VI. Estado del arte</b> .....	8
Conceptos Asumidos: .....	8
Enfermedades de origen hídrico.....	8
Población más afectada. ....	10
Microorganismos Indicadores de contaminación.....	10
Parámetros fisicoquímicos para agua de consumo según normas CAPRE.....	13
Consideraciones y principios generales. ....	14
Aspectos químicos.....	15
Aspectos técnicos para pozos de agua de consumo humano. ....	17
Áreas restringidas para el emplazamiento de pozos.....	17
.Especificaciones para la fase de construcción.....	21
Prácticas de Saneamiento. ....	26
Análisis de Estudios .....	28
Reflexión Final.....	29
<b>VII. PREGUNTAS DIRECTRICES</b> .....	30
<b>VIII. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	31
Área de localización del estudio.....	31
Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo del mismo.....	31
Universo, población y muestra.	
32	
Tipo de muestra y muestreo. ....	32

Técnica e instrumento de la investigación. ....	33
Técnica de recolección de datos. ....	33
Características sociodemográficas en estudio. ....	33
Estado actual de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio. ....	34
Análisis bacteriológico. ....	34
Prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población en estudio. ....	36
Correlación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica saneamiento. ....	36
Operacionalización de variable. ....	37
Análisis de datos. ....	41
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	41
Características sociodemográficas de la población en estudio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Infraestructura y ubicación de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio. ....	42
Prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población en estudio. ....	44
Relación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica saneamiento. ....	45
<b>IX. CONCLUSIONES</b> .....	51
<b>X. RECOMENDACIONES</b> .....	53
<b>XI. REFERENCIAS</b> .....	56
<b>XII. ANEXOS</b> .....	59

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.Principales enfermedades transmitidas por el agua.</b> .....	8
Tabla 2. valores permisibles de coliformes termotolerantes.....	12
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos admisibles en agua de consumo humano .....	13
Tabla 4.Ubicación de pozos o campos de pozos, respecto a sistemas no centralizados de tratamiento de aguas residuales.....	18
Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológico del agua de pozos .....	43

## Índice de figuras

Figura 1.Edad y sexo de los participantes.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 2. Infraestructura y ubicación de pozos.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 3. Disposición de excretas nivel de cumplimiento de distancias mínimas según NTON 09 006 - 11 .....	44
Figura 4. Prevalencia de enfermedades diarreaica .....	46
Figura 5. Asistencias a unidad de salud .....	48
Figura 6. Lavado de mano, alimentos y presencia de vectores.....	49
Figura 7.Almacenamiento y tratamiento de agua .....	50

## **RESUMEN**

El presente estudio describe la relación entre enfermedades de origen hídrico y la calidad de agua que consumen los niños menores de cinco años, del asentamiento humano Comandante Camilo Ortega Saavedra, de Bluefields, Nicaragua, el estudio descriptivo, se trabajó con 20 niños y 20 fuentes de agua de consumo humano.

Se dan a conocer la edad y sexo de los niños, se evalúa la infraestructura de los pozos, así como su ubicación y posibles focos de contaminación de los mismos, calidad fisicoquímica y bacteriológica, prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas y relación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica de saneamiento.

Para lograr lo antes descrito se realizaron 20 encuestas a padres de familia, visitas casa a casa y tomas de muestras de agua para su análisis. Se puede decir que existe una relación entre la calidad de agua y relación con diarreas, lo cual es por incumplimiento de infraestructura de pozos, factores contaminantes de los mismos como son encharcamiento, sin sistema de tratamiento y manejo de aguas residuales, por lo tanto, los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos describen que el 100% de las aguas estaban contaminadas con coliformes termotolerantes, las cuales son causantes de diarreas en niños menores de cinco años.

Partiendo de los resultados urge implementar estrategias que contribuyan a garantizar agua de calidad y en cantidad adecuada para la población.

**Palabras claves: Epidemiología, Enfermedad transmisible, Contaminación del agua, Calidad del agua, Muestreo del agua.**

## **ABSTRAC**

This study describes the relationship between diseases of water origin and the quality of water consumed by children under five years of age, from the Comandante Camilo Ortega Saavedra human settlement, in Bluefields, Nicaragua. The descriptive study worked with 20 children and 20 sources. of water for human consumption. The age and sex of the children are made known, the infrastructure of wells is evaluated, as well as their location and possible sources of contamination of the wells, physicochemical and bacteriological quality, sanitation practices referring to gray water and disposal of excreta and the relationship between the main water-borne diseases that affect the population based on water quality and sanitation practices. To achieve the above, 20 surveys were carried out with parents, house-to-house visits and water samples were taken for analysis. It can be said that there is a relationship between water quality and diarrhea, which is due to non-compliance with well infrastructure, contaminating factors such as waterlogging, and no wastewater treatment and management system, therefore, The results of the physicochemical and bacteriological analyzes describe that 100% of the waters were contaminated with thermotolerant coliforms, which cause diarrhea in children from zero to four years old. Based on the results, it is urgent to create systems that contribute to guaranteeing quality water and adequate quantity for the population.

**Keywords: Communicable disease, Epidemiology, Water pollution, Water quality, Water sampling**



## **I. INTRODUCCIÓN**

El agua es un recurso indispensable para cualquier organismo vivo, actualmente el ser humano ha destruido muchas fuentes de agua y en muchos países se consume agua contaminada, causando niveles altos de mortalidad.

Las diferentes fuentes de agua pueden ver mermada su calidad por dos tipos de contaminación según su origen: 1) contaminación natural o geoquímica, y 2) contaminación antropogénica (causada por el hombre).

La calidad de las aguas se ve afectada en alguna medida por procesos naturales. Por ejemplo, al evaporarse el agua de un lago los minerales disueltos en éste quedarán de forma más concentrada en el agua remanente; o bien, el agua de la lluvia puede arrastrar consigo materiales orgánicos, arena u otros sedimentos hacia los ríos aumentando la turbidez de los mismos. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 2006).

Gray (1994), propone los siguientes factores de origen natural sobre los que va a depender la calidad del agua: naturaleza del agua de lluvia que rellena los acuíferos, tipos de aguas subterráneas (edad del agua del acuífero), tipo de suelo y el tipo de roca que forma el acuífero.

Sin embargo, cada vez en mayor medida es la actividad humana la que influye negativamente en la calidad de las aguas naturales, a través de la agricultura y los diferentes procesos industriales. Un ejemplo de ello es la presencia de pesticidas, solventes de limpieza, gasolina y otros químicos en corrientes de agua superficiales y aguas subterráneas (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 2006)

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que el 10 % de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales sin tratar, y que el 32 % de la población mundial no tiene acceso a servicios adecuados de saneamiento básico, generando 280, 000 muertes asociadas a enfermedades de carácter hídrico. Se estima que el 4 % del total de muertes en el mundo están relacionadas con la calidad del agua, higiene y saneamiento.

En América Latina y el Caribe, las enfermedades diarreicas agudas (EDA), son una de las diez causas b principales de muertes por año, debido a problemas en la calidad del agua, principalmente por manejo inadecuado de aguas residuales.

Tanto en el país, como a nivel latinoamericano se ha trabajado intensamente en el suministro de agua potable a las comunidades y los resultados obtenidos son mucho más sobresalientes que los de saneamiento básico; pero en esta óptica se deja de lado el hecho de que aunque la población acceda a agua potable para su consumo en cocina, baños, etc., las aguas residuales impactan los cuerpos de agua que son utilizados para riego de cultivos que son ingeridos directamente por el ser humano o indirectamente por animales que posteriormente son objeto de consumo humano, generando así riesgos para la salud.

Según estudios de la OMS. Dependiendo de la contaminación que se esté dando, varía el tipo de enfermedad: contaminación microbiológica es asociada a enfermedades de tipo infecciosa, mientras que en la contaminación físico-química y por plaguicidas las enfermedades son de tipo crónicas (Saugar, *et al*, 2007).

El estudio refleja la prevalencia de enfermedades de origen hídrico, describiendo las características sociodemográficas, el estado actual de los pozos y la relación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población, en base a la calidad del agua y prácticas de saneamiento en los niños menores de 5 años del Asentamiento Comandante Camilo Ortega Saavedra en el tercer trimestre del año 2021, para lo cual se realizaron visitas en los hogares, se aplicaron encuesta y análisis mínimo en agua de consumo, lo cual servirá para dar un mejor aprovechamiento y/o tratamiento al agua, al comparar algunos parámetros críticos de calidad según los parámetros establecidos por Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) y así disminuir las enfermedades de origen hídrico.

## **II. ANTECEDENTES**

Según la organización mundial de la salud (OMS) en el 2015, el 32% de la población mundial no tenía acceso a servicios adecuados de saneamiento básico, generando 280, 000 muertes asociadas a enfermedades de carácter hídrico, se estima que el 4% del total de muerte en el mundo están relacionadas con la calidad del agua, higiene y saneamiento.

En América Latina y el Caribe, las enfermedades diarreicas agudas (EDA), son una de las 10 causas principales de muerte por año debido a problemas en la calidad del agua, principalmente por manejo inadecuado de aguas residuales.

La Organización Mundial de la Salud en su Informe del año (2015), resalta que en Colombia la cobertura de saneamiento básico en zonas urbanas pasó de un 93 % a 97 % en el periodo 1990 a 2015 y que aún se reporta un 3 % de la población con condiciones de saneamiento básico deficiente.

En el área rural, la cobertura de saneamiento básico pasó de 45 % a 74 % en el mismo periodo; quedando en situación de deficiencia un 26 % de la población. A nivel nacional la cobertura pasó de 78 % a 91 %. De acuerdo con la información reportada por la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios (11), el 17,3 % de los sistemas de tratamiento de aguas residuales realizan tratamientos preliminar y primario (remoción parcial de sólidos suspendidos y materia orgánica). Estas plantas procesan el 42,8 % de las aguas residuales del país.

Aunque en la ciudad de Bluefields existe un sistema de agua potable, apta para el consumo humano, a partir del año 2021, procedente de la comarca Kukra River, los nuevos asentamientos ubicados en la periferia de la ciudad de Bluefields no cuentan con la accesibilidad de este proyecto, siendo uno de ellos el asentamiento comandante Camilo Ortega Saavedra.

La consecuencia la sufren los niños menores de 5 años, la tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas agudas en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur es de las más altas de Nicaragua. En el 2008 se presentaron 467.9 caso de enfermedades diarreicas agudas por cada 10,000 habitantes en la región incluyendo a la ciudad de Bluefields. (Marengo E, 2009).

Según una entrevista realizada por León 2012, al director ejecutivo del organismo BlueEnergy (Guillermo Craig) sobre estudio realizado a 30 pozos en sectores de los barrios Santa Rosa y 19 de julio sector cocotera, el 98 por ciento de los pozos para consumo de agua humano están contaminados de coliformes fecales en Bluefields.

En entrevista realizada al responsable de Salud Ambiental del Ministerio de Salud en Bluefields (Salvador Mejía), afirmó que en la ciudad hay entre cinco mil y seis mil pozos de consumo humano, la mayoría salieron contaminados.

Rivas (2012), citando a Gaitán (2004), en un estudio realizado en los pozos del barrio El Canal de la ciudad de Bluefields, en el agua se encontraron índices altos de unidades formadoras de colonia de coliformes fecales y totales, pero no se encontró, *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella* y *Vibrio*. Además, describe que las enfermedades gastrointestinales son las que más afectan a esa población.

Rivas (2012), en un estudio realizado en el barrio San Pedro y 19 de Julio describe que el 93% y 83.3% de los pozos no presentan infraestructura adecuada para cada barrio correspondiente, además describe que el 100% de las fuentes de agua presenta algún grado de contaminación por coliformes totales y fecales en el barrio San Pedro, mientras que en el barrio 19 de julio el 75% estaban contaminadas según las Normas de Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro America, Panama y Republica Dominicana (CAPRE), pero en ambos sectores de estudio la enfermedad más prevalente fueron las diarreas.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

En Bluefields no existe un registro de calidad de agua de consumo en todos los pozos existentes, se realizó análisis mínimo de calidad de agua, en algunos negocios de la ciudad (Hoteles, restaurantes, panaderías, y algunos centros donde venden frescos naturales), los cuales están distribuidos en diferentes sectores de algunos barrios.

Cabe señalar que en el asentamiento Comandante Camilo Ortega Saavedra no se ha realizado ningún estudio previo de las fuentes de agua utilizadas por la población para consumo humano y tampoco hay un suministro de agua potable en dicho asentamiento. Por lo tanto al realizar nuestro estudio podremos obtener datos específicos de la calidad de agua de consumo en dicho asentamiento lo cual puede estar relacionado con la incidencia de las enfermedades de origen hídrico que presenta la población infantil.

Los beneficiarios directos serán los pobladores del asentamiento las cuales son personas de escasos recursos económicos, que actualmente no conocen la calidad de agua que están consumiendo. El presente estudio les brindara la información adecuada para poner en práctica medidas preventivas y correctivas, para el consumo de agua de calidad y así disminuir la prevalencia de enfermedades de origen hídrico.

Con este estudio y sus resultados los pobladores de dicho asentamiento podrán realizar gestiones ante organizaciones gubernamentales o no gubernamentales, para que les brinden apoyo y garantizar el consumo de agua de calidad.

Los beneficiarios indirectos serán las instituciones como el Ministerio de Salud (MINSA), ENACAL, Alcaldía de Bluefields, Gobierno Regional Autónomo de la Costa Caribe Sur y las universidades ya que contarán con un registro de información confiable que les permita incidir en dicho asentamiento para mejorar la calidad de vida en la población estudiada.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Bluefields es una ciudad que desde su inicio no contaba con fuentes adecuadas de suministro de agua potable para satisfacer la demanda de la población. Las principales fuentes de agua para consumo en la ciudad se recolectaban en la época lluviosa en tanques de almacenamiento y de pozos excavados a mano. En la actualidad cuenta con agua potable, pero este no beneficia algunos de los nuevos asentamientos ubicados en la periferia de la ciudad.

En la ciudad no existe un sistema de alcantarillado completo y no se da tratamiento alguno a las aguas residuales, grises y negras, el proyecto actualmente está en ejecución y beneficiará únicamente al área urbana de la ciudad de Bluefields.

En los últimos años debido al crecimiento poblacional se han formado nuevos asentamientos fuera de la ciudad de Bluefields, entre los cuales se encuentra el asentamiento Comandante Camilo Ortega Saavedra, en este asentamiento no existe un monitoreo rutinario de la calidad de agua de consumo y los pobladores desconocen la calidad de agua que están consumiendo siendo los niños menores de cinco años los más vulnerables. El agua potable no brinda cobertura a toda la población de la ciudad.

**¿Cuál es la prevalencia de las enfermedades de origen hídrico, relacionado a la calidad del agua (análisis mínimo) y práctica de saneamiento, en niños menores de 5 años del asentamiento comandante Camilo Ortega Saavedra de la ciudad de Bluefields, en los meses de julio y agosto del año 2021?**

## **V. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Describir la prevalencia de las enfermedades de origen hídrico, relacionado a la calidad del agua (análisis mínimo) y práctica de saneamiento, en niños menores de 5 años del asentamiento Comandante Camilo Ortega Saavedra en la periferia de la ciudad de Bluefields, en los meses de julio y agosto del año 2021.

### **Objetivos específicos**

1. Especificar las características sociodemográficas en estudio.
2. Determinar la infraestructura y ubicación de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio.
3. Señalar prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población en estudio.
4. Correlacionar las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica saneamiento.

## VI. Estado del arte

### - *Conceptos Asumidos:*

#### *Enfermedades de origen hídrico*

Las enfermedades hídricas son aquellas causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca. La mayoría de los microorganismos que provocan estas enfermedades llegan al agua mediante contaminación con excretas humanas.

No obstante, existe un número considerable de problemas graves de salud que pueden producirse como consecuencia de la contaminación química del agua de consumo.

*Tabla 1. Principales enfermedades transmitidas por el agua.*

<b>Principales enfermedades transmitidas por el agua.</b>				
<b>Enfermedades</b>	<b>Causa y vía de transmisión</b>	<b>Extensión geográfica</b>	<b>Números de casos <sup>a</sup></b>	<b>Defunción por año</b>
<b>Disentería amebiana</b>	Los protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	Todo el mundo	500 millones por año	*
<b>Disentería bacilar</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	Todo el mundo	*	*
<b>Enfermedades diarreicas (inclusive la disentería)</b>	Diversas bacterias, virus y protozoos pasan por la vía fecal-oral por medio del agua	Todo el mundo	4.000 millones actualmente	3-4 millones



<b>amebiana y bacilar)</b>	y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.			
<b>Cólera</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	Sudamérica, África, Asia	384.000 por año	20.000
<b>Hepatitis A</b>	El Virus pasa por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	Todo el mundo	600.000 a 3 millones por año	2.400 a 12.000
<b>Fiebre paratifoidea y tifoidea</b>	Las bacterias pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	80% en Asia, 20% en América Latina, África	16 millones actualmente	600.000
<b>Poliomielitis</b>	Los virus pasan por la vía fecal-oral por medio del agua y alimentos contaminados, por contacto de una persona a otra.	66% en la india, 34% en el Cercano Oriente, Asia, África	82.000 actualmente	9.000

<sup>a</sup> El número de casos se presenta como incidencia (‘por año’) – el número de nuevos casos ocurridos en un año-- o como prevalencia (‘actualmente’)-el número de casos existentes en un momento dado.

\* Incluidas las enfermedades diarreicas

\*\*no hay defunciones, pero causa 270.000 casos notificados de ceguera anualmente

Fuente: WHO 1996, excepto Disenteria amebiana, Disenteria bacilar, dracunculosis, dengue y FVR, de WHO 1998.

### ***Población más afectada.***

La falta de agua potable y de saneamientos son los principales responsables de que multitud de comunidades se vean diezmadas por las enfermedades diarreicas, la dracunculosis o la esquistosomiasis, que merman drásticamente su bienestar social y económico. Casi la mitad de las personas del planeta, gran parte de ellos habitantes de países en vías de desarrollo (PVD), padecen patologías asociadas a la falta de agua o a la contaminación de la misma (WHO, 1996).

Cada año, 5 millones de niños mueren en el mundo a causa de enfermedades diarreicas causadas principalmente por agua o alimentos contaminados. Millones de niños –especialmente niñas– y mujeres pasan varias horas al día acarreando agua de fuentes distantes, frecuentemente contaminadas. No obstante, numerosas experiencias han demostrado claramente que estas cifras pueden ser reducidas notablemente al aumentar el acceso a través de intervenciones técnicamente relativamente sencillas y a muy bajo costo en comparación con los beneficios potenciales (WRI, 1998).

### ***Microorganismos Indicadores de contaminación***

Los organismos no patógenos que están siempre presentes en el intestino de los humanos y animales se excretan junto con los patógenos, pero en muchas mayores cantidades. Los organismos indicadores de contaminación deberían:

1. Ser fácilmente detectado e identificado.
2. Ser del mismo origen que los patógenos (por ej., del intestino).
3. Estar presentes en mucho mayor número que los patógenos.
4. Ser no patógeno por sí mismo.

Algunos microorganismos son fácilmente aislables y son ideales para utilizarlos como indicadores de contaminación fecal. Los más ampliamente utilizables son los Coliformes, *Streptococcus faecalis*, y los *Clostridium* sulfito reductores. (Rivas, 2012).

**Coliformes:** La presencia de unos pocos microorganismos no patógenos en el agua puede ser tolerable, la presencia de organismos indicadores específicos puede indicar que esa agua puede estar contaminada con patógenos. Estos organismos indicadores están generalmente asociados con el tracto intestinal; su presencia indica contaminación fecal en la fuente de esa agua. Los microorganismos indicadores más ampliamente empleados como indicadores son los coliformes. (Rivas, 2012).

Los coliformes se usan como indicadores de contaminación en el agua porque se encuentran en gran número en el tracto intestinal de humanos y animales. Estos se definen en bacteriología del agua como bacterias en forma de varilla, no esporuladas, Gram negativas, aeróbicas o aeróbicas facultativas que fermentan la lactosa con producción de gas cuando se incuban a 35°C durante 48h. Esta clasificación es operacional y no tiene carácter taxonómico y por ello dentro los coliformes se incluyen una gran variedad de microorganismos, siendo la mayoría pertenecientes al grupo de las bacterias entéricas, Ejemplo: *Escherichia coli*. (Rivas 2012).

#### **Coliformes totales.**

Bacilo gramnegativo no esporulado, que puede desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con similares propiedades de inhibición de crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 ó 37 °C, en un periodo de 24 a 48 horas. (DECRETO No. 33-95).

#### **Coliformes fecales o termo tolerantes.**

Los microorganismos que tienen las mismas propiedades, de los coliformes totales, a una temperatura de 44 o también se les designa Coliformes Termo resistentes o Termo tolerantes. (DECRETO No. 33-95).

Tabla 2. Valores permisibles de coliformes termotolerantes

<b>Coliformes Termo tolerantes.</b>	<b>Valor recomendado.</b>	<b>Valor Máximo Admisible.</b>
Todo tipo de agua de bebida.	Negativo	Negativo
Agua que entra al sistema de distribución.	Negativo	Negativo
Agua en el sistema de distribución.	Negativo	Negativo

### ***Prueba de los coliformes***

Para esto Madigan et al (2004) emplean procedimientos generalmente para detectar la presencia de coliformes en el agua. Estos son: el método de número más probable (MPN) y el método de la filtración en membrana (MF).

El método número más probable, emplea medio de cultivo líquido en tubos de ensayo. Las muestras de agua se añaden a los tubos con el medio de cultivo. La aparición de crecimiento microbiano en los tubos indica contaminación en el agua que se añadió. (Madigan et al 2004).

Para el método filtración en membrana, más empleado, al menos 100 ml de la muestra de agua se pasan a través de una membrana estéril la cual retiene las bacterias. La membrana se coloca sobre la superficie de una placa de un medio de cultivo azul de metileno-eosina (EMB) que es muy selectivo para el crecimiento de coliformes. Se cuenta las colonias y, a partir de ese valor, se puede calcular el número de bacterias coliformes presentes en esa agua. (Madigan et al 2004).

### **Parámetros fisicoquímicos para agua de consumo según (CAPRE).**

La *calidad del agua* le confiere la condición de potabilidad. El agua potable es la que, en teoría, no contiene elementos que suponen riesgo para el consumo humano o para cualquier uso doméstico, incluyendo la higiene personal (OMS, 1998:5).

En la práctica, para considerarse potable (segura, inocua, de buena calidad) debe cumplir con una serie de requisitos en cuanto a sus características físicas, químicas y microbiológicas. Las características físicas son el gusto, el olor y el aspecto. La calidad química del agua depende de la presencia de sustancias nocivas para la salud (arsénico, mercurio, plomo, nitratos, etc.) por encima de determinadas concentraciones. (Perrin, 1996:83).

La calidad microbiológica depende de la contaminación por microorganismos (bacterias, virus o parásitos), por lo general de origen fecal. Al ser imposible detectar todos los microorganismos, se utiliza un indicador, unas bacterias denominadas *coliformes fecales*, presentes en el intestino humano y en el de los animales de sangre caliente. En teoría, el agua potable no debe contener ninguna de estas bacterias. (Perrin, 1996:83).

*Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos admisibles en agua de consumo humano*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado por la OMS.</b>
Iones Hidrógeno (PH).	Valor pH	6.50 – 8.50.
Conductividad Eléctrica.	μS/cm	<400 μS/cm
Salinidad	S0/00	0 S0/00
Turbidez	UNT	< 5 UNT

### **Consideraciones y principios generales.**

La finalidad principal de las *Guías para la calidad del agua potable* es la protección de la salud pública. El agua es esencial para la vida y todos deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, salubre y accesible). La mejora del acceso a agua salubre puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la salubridad del agua de bebida sea la mayor posible. (OMS, Ginebra, 2004).

El agua de bebida salubre (agua potable), según se define en las Guías, no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes sensibilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. (OMS, Ginebra, 2004).

El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. Las Guías son aplicables al agua envasada y al hielo destinado al consumo humano. No obstante, puede necesitarse agua de mayor calidad para algunos fines especiales, como la diálisis renal y la limpieza de lentes de contacto, y para determinados usos farmacéuticos y de producción de alimentos. Puede ser preciso que las personas con inmunodeficiencia grave tomen precauciones adicionales, como hervir el agua, debido a su sensibilidad a microorganismos cuya presencia en el agua de bebida normalmente no sería preocupante. Las Guías pueden no ser adecuadas para la protección de la vida acuática o para los usos del agua en algunas industrias. (OMS, Ginebra, 2004).

## **Aspectos químicos**

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de bebida difieren de asociados a la contaminación microbiológica y se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una única exposición, excepto en el caso de una contaminación masiva accidental de una fuente de abastecimiento de agua de bebida. (OMS, Ginebra, 2004).

Además, la experiencia demuestra que, en muchos, aunque no todos los incidentes de este tipo, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o apariencia inaceptables. En situaciones en las que no es probable que una exposición de corta duración perjudique la salud, suele ser más eficaz concentrar los recursos disponibles para medidas correctoras en la detección y eliminación de la fuente de contaminación que en instalar un sistema caro de tratamiento del agua de bebida para la eliminación del componente químico. (OMS, Ginebra, 2004).

Numerosos productos químicos pueden estar presentes en el agua de bebida; sin embargo, sólo unos pocos suponen un peligro inmediato para la salud en cualquier circunstancia determinada. Los grados de prioridad asignados a las medidas de seguimiento y de corrección de la contaminación del agua de bebida deben gestionarse de tal modo que se evite utilizar innecesariamente recursos escasos para el control de contaminantes químicos cuya repercusión sobre la salud es pequeña o nula. (OMS, Ginebra, 2004).

La exposición a concentraciones altas de fluoruro, de origen natural, puede generar manchas en los dientes y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante. De modo similar, el agua de bebida puede contener arsénico de origen natural y una exposición excesiva al mismo puede ocasionar un riesgo significativo de cáncer y lesiones cutáneas. Otras sustancias de origen natural, como el uranio y el selenio, pueden también ocasionar problemas de salud cuando su concentración es excesiva. (OMS, Ginebra, 2004).

La presencia de nitratos y nitritos en el agua se ha asociado con la meta-hemoglobinemia, sobre todo en lactantes alimentados con biberón. La presencia de nitratos puede deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales u otros residuos orgánicos a las aguas superficiales y subterráneas. (OMS, Ginebra, 2004).

Sobre todo, en zonas con aguas corrosivas o ácidas, la utilización de cañerías y accesorios o soldaduras de plomo puede generar concentraciones altas de plomo en el agua de bebida, que ocasionan efectos neurológicos adversos. Son pocas las sustancias cuya presencia en el agua de bebida suponga una contribución importante a la ingesta general en términos de prevención de enfermedades. Un ejemplo es el efecto potenciador de la prevención contra la caries dental del fluoruro del agua de bebida. Las Guías no pretenden definir concentraciones mínimas deseables de sustancias químicas en el agua de bebida. (OMS, Ginebra, 2004).

Se han calculado valores de referencia para muchos componentes químicos del agua de bebida. Un valor de referencia es normalmente la concentración de un componente que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida. Algunos valores de referencia se han determinado con carácter provisional basándose en el límite práctico de detección analítica o en la concentración límite alcanzable en la práctica mediante tratamiento. En estos casos, el valor de referencia es mayor que el calculado basándose en criterios de salud. (OMS, Ginebra, 2004).

En el caso de las fuentes puntuales que abastecen a comunidades u hogares individuales, la atención debe centrarse en seleccionar el agua de alimentación de mayor calidad disponible y en proteger su calidad mediante el uso de barreras múltiples (habitualmente dentro de la zona de protección de la fuente) y de programas de mantenimiento. Sea cual fuere la fuente de agua (subterránea, superficial o de lluvia, recogida en depósitos), las comunidades y hogares deben asegurarse de que es potable. (OMS, Ginebra, 2004).



Los parámetros recomendados para la vigilancia mínima de los sistemas de abastecimiento comunitarios son aquellos que permiten evaluar mejor la calidad higiénica del agua y, por consiguiente, el riesgo de transmisión de enfermedades por el agua. Los parámetros fundamentales de calidad del agua son *E. coli* —se acepta como sustituto adecuado la detección de coliformes termotolerantes (fecales)— y residuo de cloro (si se practica la cloración del agua). Dichos parámetros deben complementarse, en caso pertinente, con el ajuste del pH (si se practica la cloración) y la medición de la turbidez. (OMS, Ginebra, 2004).

Estos parámetros pueden medirse in situ mediante instrumentos de análisis relativamente sencillos. El análisis in situ es fundamental para la determinación de la turbidez y el residuo de cloro, que cambian rápidamente durante el transporte y almacenamiento, pero resulta también de interés para otros parámetros que no puedan determinarse en el laboratorio por no disponerse de los servicios pertinentes o cuando el transporte de las muestras plantea problemas que hacen que la toma de muestras y análisis convencionales no resulten prácticos. También deben medirse otros parámetros relacionados con la salud de interés local. En el en el capítulo 8 se describe el enfoque general de control de la contaminación química. (OMS, Ginebra, 2004).

### **Aspectos técnicos para pozos de agua de consumo humano.**

#### **Áreas restringidas para el emplazamiento de pozos**

La distancia mínima entre los diferentes tipos de sistemas centralizados de tratamiento de aguas residuales y un campo de pozos para abastecimiento público o para la industria alimenticia, se regirá por lo dispuesto en el acápite 6.8 de la NTON 05-027-05 Norma Técnica Ambiental para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su reúso, la cual establece mil metros (1000 m) medidos desde la estructura de tratamiento y el pozo más cercano.

La distancia mínima entre los diferentes tipos de sistemas centralizados de tratamiento de aguas residuales y un pozo individual o aislado para abastecimiento público o pozos de industrias alimenticias, debe ser de 500 m medidos desde la estructura de tratamiento más cercana y el pozo.

NTON 09 00611

Las distancias entre sistemas no centralizados de tratamiento con respecto a campos de pozos, pozos aislados para abastecimiento público, pozos para consumo doméstico y pozos de industria alimenticia se registrarán por el Cuadro No.1 “Ubicación de pozos o campos de pozos con respecto a sistemas no centralizados de tratamiento de aguas residuales”, cuya información ha sido retomada de la Norma Técnica Ambiental para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su reúso, NTON 05 027 05.

*Tabla 4. Ubicación de pozos o campos de pozos, respecto a sistemas no centralizados de tratamiento de aguas residuales.*

Unidades de tratamiento	Distancia a pozos individuales, campos de pozos para abastecimiento público o consumo doméstico
Tanque séptico	Mayor de veinte metros (20 m)
Tanque Imhoff	Mayor de quince metros (15 m)
Pozo de absorción	Mayor de treinta metros (30 m)
Laguna de estabilización aerobias, facultativas y anaerobias	Mayor de doscientos metros (200 m)
Lodos activados	Mayor de cien metros (100 m)
Reactor UASB	Mayor de cien metros (100 m)
Filtro anaerobio	Mayor de cien metros (100 m)
Zanjas de oxidación	Mayor de cien metros (100 m)
Biofiltros	Mayor de cien metros (100 m)
Humedales (Lagunas con macrófitos)	Mayor de doscientos metros (200 m)
Laguna aerobia (maduración)	Mayor de doscientos metros (200 m)
Infiltración al suelo en general	Mayor de doscientos metros (200 m)

La distancia mínima entre una estación de servicio (gasolineras) y un pozo individual de suministro público de agua potable debe ser de mil metros (1000 m) medidos desde el centro del brocal del pozo hasta el tanque de combustible más cercano, de acuerdo a lo establecido a Ley No. 742, Art. 27, Ley de Reforma y Adiciones a la Ley No. 277, Ley de Suministro de Hidrocarburos. (NTON 09 006).

La distancia mínima entre una estación de servicio (gasolineras) y un campo de pozo de suministro público de agua potable debe ser de dos mil quinientos metros (2,500 m) medidos desde el pozo más cercano y el tanque de combustible más próximo, de acuerdo a lo establecido a Ley No. 742, Art. 27, Ley de Reforma y Adiciones a la Ley No. 277, Ley de Suministro de Hidrocarburos. (NTON 09 006)

La distancia mínima entre una estación de servicio (gasolineras) y un pozo de uso diferente al de abastecimiento de agua potable, cuyo volumen de extracción sea mayor o igual a tres mil metros cúbicos mensuales 3000 m<sup>3</sup>/mes, debe ser de quinientos metros (500 m) medidos desde el centro del brocal del pozo hasta el tanque de combustible más cercano. (NTON 09 006).

Si la estación de servicio (gasolineras) requiere o posee pozos para su propio abastecimiento, se obliga a realizar monitoreo para controlar la calidad del agua. El monitoreo debe ser efectuado semestralmente bajo la responsabilidad del propietario y a sus expensas. Los parámetros a ser medidos son BETEX, TPH TOTALES (GRO-DRO) Y PAHs los que deberán ser reportados a MARENA, INE (Instituto Nicaragüense de Energía) y ANA (Comisión Nacional del agua).

La distancia de pozos destinado al consumo humano con respecto a estaciones de transferencia de desechos sólidos, centros de tratamiento y centros de procesamiento de desechos sólidos no debe ser menor de mil metros (1000 m), de conformidad con Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No Peligrosos NTON 05 014-01. Igual distancia se debe guardar para los pozos destinados a otros usos cuando los mismos se encuentren sobre los acuíferos con calidad de agua apta para el consumo humano.

La distancia horizontal mínima entre un pozo destinado al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos debe ser de mil quinientos metros (1,500 m) estando ubicado el pozo aguas arriba con respecto al sentido del flujo del agua subterránea, de conformidad con la NTON 05-015-01.

La distancia horizontal mínima entre un campo de pozos destinado al consumo humano y un sitio de disposición final de desechos sólidos peligrosos debe ser de dos mil quinientos metros (2,500 m) estando ubicado el pozo más cercano aguas arriba con respecto al sentido del flujo del agua subterránea.

Cuando el nivel estático está a más de cuarenta metros (40 m) de profundidad se debe guardar una distancia horizontal mínima de treinta metros (30 m) entre los pozos destinados al consumo humano y las siguientes fuentes potencialmente contaminantes:

- a) Tuberías de Alcantarillado Sanitario;
- b) Canales de Agua Residual;
- c) Lechos y pozos de absorción para sistemas individuales de disposición de excretas
- d) Lechos y pozos de infiltración de agua de lluvia
- e) Letrinas.

Cuando el nivel estático está a menos de cuarenta metros (40 m) se debe guardar una distancia mínima de sesenta metros (60 m) entre los pozos destinados al consumo humano con respecto a las anteriores fuentes potencialmente contaminantes. (NTON 09 006)

Otras amenazas o actividades potencialmente contaminantes para las aguas subterráneas que deben ser consideradas o estudiadas para el emplazamiento de pozos, son las siguientes:

- a) Sitios con suelos contaminados; b) Cuerpos de agua contaminados
- c) Pozos abandonados
- d) Ríos y cauces contaminados
- e) Cuerpos de agua salinos (superficiales o subterráneos)
- f) Vías para transporte automotor de sustancias contaminantes
- g) Aeródromos para uso agrícola
- h) Áreas agrícolas con uso intensivo de agroquímicos
- i) Áreas de intensa actividad pecuaria
- j) Almacenes de productos agroquímicos

- k) Industrias que manejan sustancias peligrosas
- l) Botaderos municipales de desechos sólidos, controlados y no controlados
- m) Puntos de descarga de efluentes industriales
- n) Rastros, mataderos y corrales.
- o) Tanques de almacenamiento de hidrocarburo.

Estas amenazas deben ser contempladas en el estudio hidrogeológico para determinar, en el trámite correspondiente, los parámetros a monitorear, planes de seguimiento y otras formas de control de la contaminación de pozos existentes o a construir. (NTON 09 006)

Cuando no sea posible cumplir con las distancias mínimas especificadas en la presente Norma el perforista deberá presentar a la autoridad competente el diseño propuesto para evitar la contaminación del pozo, basado en estudios hidrogeológicos y de vulnerabilidad a la contaminación. La ANA mediante resolución, aprobará la propuesta del perforista a través del trámite correspondiente. (NTON 09 006).

El pozo no deberá construirse en áreas inundables o con riesgo de inundación. Cuando sea inevitable cumplir con esta condición, la base del pozo debe estar sobre-elevada como mínimo cincuenta centímetros (50 cm) del nivel de inundación máximo histórico del sitio, o el pozo debe ser construido en terraplén. (NTON 09 006).

Para determinar los niveles de las obras, el titular o el perforista debe considerar el nivel de la máxima inundación registrada, la morfología y la elevación topográfica del sitio de emplazamiento del pozo, los cuales deberán ser presentados en el estudio hidrogeológico a entregar al ANA o INAA previo a su construcción. (NTON 09 006)

#### **.Especificaciones para la fase de construcción.**

- Materiales usados en la construcción de pozos. Las piezas y sustancias utilizadas en la construcción de pozos deben ser de calidad estandarizada. (NTON 09 006)

- Limpieza y desinfección de las herramientas antes de la perforación. Las herramientas a ser utilizadas para la perforación del pozo se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras sustancias adheridas a las herramientas. (NTON 09 006)
- Preparación y disposición adecuada de los fluidos de perforación. En la perforación de pozos con fluidos cuya base principal sea el agua y arcilla, éstos no deben contener ninguna sustancia que degrade las características químicas y microbiológicas del agua subterránea. (NTON 09 006).
- Preparación de los fluidos de perforación. El agua utilizada en la preparación del fluido de perforación debe tener características físico-químicas tales que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden al agua subterránea, debe estar libre de organismos patógenos y poseer un pH entre 6 y 10. Bajo ninguna circunstancia se permite el uso de aguas residuales. (NTON 09 006).
- Protección de acuíferos por pérdida de circulación. Si se utiliza aditivos en el fluido de perforación para controlar la pérdida de circulación, en la etapa de desarrollo y limpieza deberán utilizarse mecanismos o aditivos necesarios para recuperar las propiedades hidráulicas del pozo. (NTON 09 006).
- Manejo de lodos de perforación. El lodo de perforación no será vertido libremente al ambiente sin un manejo adecuado.

- No se debe verter a calles, cauces, caminos, cunetas, cuerpos de agua y sistemas de drenaje. En dependencia de las condiciones originales del terreno y del medio circundante, el lodo sobrante podrá ser depositado en una fosa excavada en el terreno; en este caso la superficie será restaurada con una capa de quince centímetros (15 cm) de suelo orgánico a fin de facilitar la revegetación para evitar la erosión hídrica del área. Otra opción es esparcir este lodo en sitios de poca pendiente, previa autorización de los propietarios de los terrenos. (NTON 09 006).
  
- Disposición de otros sobrantes. Siempre se debe realizar una limpieza del área de trabajo con el fin de restaurar el sitio a su condición original. Concluidos los trabajos de construcción del pozo, el contratista, debe retirar del área de trabajo los residuos resultantes de la limpieza, de la desinfección de las herramientas, escombros y materiales de construcción sobrante. De lo contrario el propietario o el titular del pozo debe garantizar esta limpieza, si el contratista no la realiza.

Los envases de lubricantes, combustibles, desinfectantes y de aditivos químicos utilizados durante la construcción del pozo, deben ser manejados, retirados y dispuestos de forma tal que no representen un peligro de contaminación al ambiente. Ningún sobrante de las anteriores sustancias podrá ser esparcido en los terrenos. (NTON 09 006).

- Limpieza y desinfección previa de los componentes y accesorios del pozo. Todos los equipos permanentes, tuberías, bombas, columna de bombeo y accesorios que se instalen dentro del pozo serán sometidos a desinfección previa. Las tuberías de revestimiento, rejillas, la grava del prefiltro, la tubería de medición de niveles y la de reposición de grava deben ser sometidas a un proceso de desinfección previo a su instalación.

Todas las sustancias extrañas, tales como grasa, pastas utilizadas en las uniones, sedimento, residuos de metales, restos de soldadura ó escoria, deben ser eliminadas antes de la instalación de las tuberías. (NTON 09 006).

- Protección interna y externa del pozo. La terminal superior del pozo y el espacio anular entre las paredes de la formación natural y el ademe, son las áreas que presentan mayor riesgo de ingreso de contaminación desde la superficie del terreno, por tanto, todos los pozos deben contar con protección sanitaria. (NTON 09 006)

**Para asegurar la integridad estructural y sanitaria del pozo, este debe tener al menos los siguientes elementos:**

- Sello Sanitario. En los primeros seis metros (6m) de profundidad del pozo, el espacio entre el ademe y la pared del agujero se debe rellenar con una lechada de cemento para evitar la entrada de agua superficial al pozo. (NTON 09 006).
- Sobre - elevación del ademe por encima del nivel del suelo. El extremo superior del ademe debe sobresalir como mínimo cincuenta centímetros (50 cm) por encima del nivel del terreno natural o del terraplén en condiciones no inundables. (NTON 09 006).

En caso de existir evidencia de inundaciones en el área, o está declarada por la autoridad competente como zona bajo riesgo de inundación, la base y el ademe deben estar sobre elevados. Para ello el diseño debe considerar los alcances de la declaratoria de zona de inundación, el nivel de la máxima inundación registrada en los últimos 30 años, la orientación geográfica y la elevación topográfica del sitio de emplazamiento del pozo. (NTON 09 006).

Loseta. Si el diseño del pozo considera necesario la construcción de una loseta alrededor de la base del pozo, la superficie de la loseta debe construirse con una pendiente del 2%, de tal modo que el agua u otro fluido que escurra se alejen del pozo en todas las direcciones. La loseta debe tener una longitud mínima de tres veces el diámetro total de la perforación medida desde los lados de la base. El espesor mínimo de la loseta será de quince centímetros (15 cm), de los cuales los cinco centímetros (5 cm) inferiores estarán por debajo del nivel del terreno natural o sobre elevado, previo desplante y apisonamiento de este último. La loseta y la base deben formar estructuralmente un solo cuerpo. (NTON 09 006).



Rejilla. El material de la rejilla y sus elementos de unión (soldadura o pegamento) deben ser de calidad estandarizada y uniforme. (NTON 09 006).

Empaque de grava. Este material debe ser redondeado, de origen natural, granulométricamente seleccionado, exento de materia orgánica y cualquier sustancia que altere o modifique sus propiedades físicas y químicas naturales. En ningún caso se debe utilizar piedra triturada ni de material angular. (NTON 09 006).

Contra-ademe. Tubería, generalmente de acero, utilizada en la ampliación de la parte superior de un pozo, cuya función es proteger contra los derrumbes al ademe y la rejilla, así como evitar la infiltración de agua superficial o agua contaminada hacia el interior del pozo. Cuando se opte por instalar un contrademe, éste debe tener una longitud mínima de seis metros (6 m) y su altura debe coincidir con la del ademe. El espacio anular entre el contra-ademe y la formación adyacente será rellenado por completo con una lechada de cemento. (NTON 09 006).

Base del pozo. Todo pozo perforado debe contar con una base para soportar al equipo de bombeo y parte del tren de accesorios, y tendrá las siguientes características: (NTON 09 006).

a) La forma exterior de la base será la de un prisma cuadrangular, cuyos lados tendrán una longitud igual al diámetro total superior de la perforación, con una altura mínima de treinta centímetros (30 cm) sobre el nivel del terreno natural o terraplén. En el momento de la construcción de la base, se deben instalar dos tubos para la colocación del filtro granular y un tubo de medición de niveles. (NTON 09 006).

b) Cuando el pozo esté emplazado en una formación consolidada, el ademe debe estar ahogado en el brocal. Cuando el pozo esté perforado en formación no consolidada, se debe dejar un espacio anular mínimo de siete milímetros (7 mm) entre el brocal y el ademe. (NTON 09 006).

Aislamiento de estratos indeseables. En el caso de que se perforen pozos donde existan estratos acuíferos con agua de calidad indeseable, el perforista deberá diseñar y ejecutar las medidas que garanticen evitar la mezcla de esas aguas por efecto del bombeo y que pueda causar la degradación de la calidad del agua de los estratos acuíferos de buena calidad. (NTON 09 006).

Desinfección del pozo. La desinfección del pozo puede ser realizada durante la etapa de desarrollo o en una etapa inmediatamente posterior al desarrollo, para lo que se debe asegurar que el desinfectante tenga una adecuada mezcla y realizada antes de que el equipo de bombeo permanente sea instalado. (NTON 09 006).

Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla y se inducirá el contacto de la mezcla agua-desinfectante con las paredes del ademe, rejilla, filtro y formación del acuífero. Posteriormente, se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo y luego extraerla mediante bombeo. Después de que el pozo haya sido desinfectado, se debe garantizar que no se detecten residuos del desinfectante utilizado. (NTON 09 006).

Si la desinfección se hace con una solución de cloro, la misma deberá alcanzar en el interior del pozo una concentración de cloro residual que puede fluctuar entre cincuenta y doscientos miligramos por litro (50 y 200 mg/l). La solución de cloro deberá mantenerse en el pozo por un lapso de tiempo comprendido entre 24 y 48 horas de contacto después de ser agitado para asegurar la adecuada mezcla. Posterior a la desinfección, se debe garantizar que el agua dentro del pozo esté libre de cloro residual. (NTON 09 006).

### ***Prácticas de Saneamiento.***

Para reducir la incidencia de las enfermedades relacionadas con el agua, al suministro de agua potable deben agregársele otras medidas de saneamiento. El saneamiento consiste en métodos y medios para recoger y eliminar las excretas (o heces) y las aguas residuales de una colectividad de manera higiénica para no poner en peligro la salud de las personas y de la comunidad en su conjunto (Franceys et al. 1994).

Para romper la cadena de transmisión de las enfermedades relacionadas con las heces son esenciales las buenas condiciones de higiene personal, en el hogar y en la comunidad. Los proyectos de agua y saneamiento deben ir acompañados por programas de educación sanitaria y de promoción de actitudes y conductas higiénicas. Muchas enfermedades relacionadas con el agua se transmiten por culpa de un lavado incorrecto de las manos y del cuerpo. Un lavado regular puede reducir la incidencia de enfermedades de la piel y de los ojos, y, en especial, el lavado de manos antes de comer y después de defecar reduce notablemente la transmisión de microorganismos causantes de diarreas. También la adopción de determinadas medidas de higiene en el hogar puede reducir la incidencia de enfermedades, como designar un recipiente apropiado exclusivamente para el agua de bebida, mantenerlo limpio y tapado. (Franceys et al. 1994).

Para muchas comunidades de bajos ingresos, en particular en los países pobres, la instalación de un sistema de alcantarillado no es viable porque es muy costoso y exige disponer de agua corriente. Para esas comunidades la construcción de letrinas ofrece una solución higiénica y asequible. Existen diferentes tipos de letrinas, desde la letrina sencilla de pozo (losa con agujero colocada sobre un pozo de 2 metros o más de profundidad) y las letrinas mejoradas con ventilación (letrina de pozo con tubo de ventilación para reducir los malos olores), hasta las letrinas de cierre hidráulico (letrina con descarga de agua separada del pozo por un sifón) y los fosos sépticos de la vivienda que vierte a través de un tubo a una cámara de sedimentación subterránea). (Franceys et al. 1994).

Todos los sistemas cuentan con ventajas y desventajas. Cada comunidad debe elegir la opción más factible y más adecuada a sus necesidades. Además, la elección del sistema más apropiado requiere un detenido análisis de diversos factores, en particular, del costo, de las posibilidades de aceptación cultural, de la sencillez del diseño, de la construcción, del funcionamiento y del mantenimiento, y de la disponibilidad local de materiales y recursos humanos para la construcción y la manutención (Franceys et al. 1994).

## - *Análisis de Estudios*

### **Epidemiología de las enfermedades**

La consecuencia la sufren los niños de Bluefields, ya que la tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas agudas en la Región Autónoma Atlántico Sur es la más alta de Nicaragua. En el 2008 se presentaron 467.9 caso de enfermedades diarreicas agudas por cada 10,000 habitantes en la región incluyendo a la ciudad de Bluefields. (Marenco E, 2009).

La tasa de mortalidad por EDA en Bluefields es alarmantemente alta, superando con creces el promedio nacional de Nicaragua. Esto indica la presencia de factores de riesgo que contribuyen a la propagación de estas enfermedades, como la falta de acceso a agua potable y saneamiento, la inadecuada gestión de residuos sólidos, la desnutrición y la falta de educación sanitaria, de ello tomamos para el estudio sobre el agua y el saneamiento de la misma por ser uno de los factores más importante.

### **Soluciones al problema de enfermedades diarreicas aguda en Bluefields**

Según una entrevista realizada por León 2012, al director ejecutivo del organismo BlueEnergy (Guillermo Craig) sobre estudio realizado a 30 pozos analizados en sectores de los barrios Santa Rosa y 19 de julio sector cocotera, dice que el 98 por ciento de los pozos para consumo de agua están contaminados de coliformes fecales en Bluefields, Región Autónoma Atlántico Sur (RAAS), y que para ayudar a resolver el problema han construido 35 pozos para consumo de agua potable en distintos barrios de Bluefields, obras que permiten obtener agua apta para consumo humano, “y durante los próximos meses construiremos 30 o 40 más”. También entrevistado al responsable de Salud Ambiental del Ministerio de Salud en Bluefields (Salvador Mejía), quien dice que en la ciudad hay entre cinco mil y seis mil pozos de consumo humano, no todos están contaminados, pero sí le hemos tomado muestras a la mayoría y salieron contaminados.

La contaminación de agua potable en Bluefields representa un grave riesgo para la salud pública, ya que los coliformes fecales son bacterias que pueden causar enfermedades como diarrea, disentería y otras infecciones gastrointestinales.

Esta situación es particularmente preocupante para los niños y las personas con sistemas inmunitarios debilitados, por lo tanto, el saneamiento y definir exactamente las prácticas junto a la correlación con las enfermedades diarreica aguda es necesaria para entender las razones por la cual se producen.

### **Estudios sobre capacidad instalada y saneamiento**

Rivas (2012), en un estudio realizado en el barrio San Pedro y 19 de Julio describe que el 93% y 83.3% de los pozos no presentan infraestructura adecuada para cada barrio correspondiente, además describe que el 100% de las fuentes de agua presenta algún grado de contaminación por coliformes totales y fecales en el barrio San Pedro, mientras que en el barrio 19 de Julio el 75% estaban contaminadas según las normas CAPRE, pero en ambos sectores de estudio la enfermedad más prevalente fueron las diarreas.

Los resultados del estudio de Rivas (2012) proporcionan evidencia sólida de la relación entre la contaminación de agua potable y la prevalencia de enfermedades diarreicas en Bluefields. La falta de infraestructura adecuada y la contaminación con coliformes fecales en los pozos representan un riesgo significativo para la salud pública, especialmente para los niños y las personas con sistemas inmunitarios debilitados.

### **- *Reflexión Final***

La situación sanitaria en Bluefields es crítica y requiere acciones urgentes y sostenidas para proteger la salud pública. Se debe de realizar un estudio en la ciudad de Bluefields, sobre todo en lugares donde el acceso es menos favorable, una vez identificado se puede implementar de manera efectiva, recomendaciones y planes de mejoras que pueden contribuir a reducir la mortalidad y morbilidad por enfermedades diarreicas y otras enfermedades relacionadas con el agua contaminada, mejorando la calidad de vida de la población de Bluefields.

## **VII. PREGUNTAS DIRECTRICES**

1. ¿Cuáles son las características sociodemográficas de la población en estudio?
2. ¿Cuál es el estado actual de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio?
3. ¿Cuáles son los posibles focos de contaminación de las fuentes de agua de consumo humano?
4. ¿Cuáles son las prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población?
5. ¿Dan algún tipo de tratamiento al agua de consumo humano?

## **VIII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### ***Área de localización del estudio.***

El estudio se realizó en la ciudad de Bluefields, municipio de la Región Autónoma Costa Caribe Sur. Su cabecera municipal es Bluefields, que actualmente es sede administrativa del Gobierno Regional Autónomo de la Costa Caribe Sur. Este municipio colinda al norte con el municipio de Kukra Hill, al sur con los municipios de San Juan del Norte y El Castillo, al este con el Mar Caribe y al oeste con los Municipios de Nueva Guinea y El Rama. Su posición geográfica está entre las coordenadas 12° 00' de latitud Norte y 83° 45' de longitud Oeste. Tiene 4.774,75 km<sup>2</sup>, según la Ley de División Política Administrativa (DPA) de la República de Nicaragua. Su altitud es de 20 metros sobre el nivel del mar (INETER, 2000).

El asentamiento comandante Camilo Ortega Saavedra es un nuevo asentamiento que se encuentra a la 12°1`55.4`` latitud Norte y Longitud 83°49`11.70``es parte del municipio de Bluefields. Está constituido de una población aproximada de 800 familias, con 167 viviendas aproximadamente, tres iglesias, dos escuelas primarias y un bar, este nuevo asentamiento no cuenta con un puesto de salud solo con 2 brigadistas de salud, un mini mercadito y con algunas pulperías.

### ***Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo del mismo.***

El estudio es descriptivo, enfoque mixto, de corte transversal.

El presente estudio es de carácter descriptivo, ya que describe las características sociodemográficas de la población en estudio, el estado actual de los pozos, el tratamiento que le dan al agua de consumo, prácticas de saneamiento (referido a aguas grises y disposición de excretas) y describe las principales enfermedades hídricas que están afectando a la población en estudio.

Tiene un enfoque mixto, ya que cuantifica el estado de los pozos, así como la cantidad de unidades formadoras de colonia presentes en 100 ml de agua de cada uno de los pozos.

Corte transversal, las variables fueron medidas en una sola ocasión y los datos son de tipo prospectivo. El estudio se realizó en un periodo de 2 meses de julio y agosto del año 2021.

### ***Población y muestra.***

La población de estudio fueron 30 familias con niños menores de 5 años del asentamiento Comandante Camilo Ortega Saavedra que residen de forma permanente en la comunidad más los 30 pozos donde obtenían agua de consumo humano.

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión obtuvimos una muestra de 20 familias con niños menores de 5 años que presentaron problemas de origen hídrico en el periodo de estudio y cuyo consumo de agua era predominantemente de los pozos existentes en las viviendas (20).

### ***Tipo de muestra y muestreo.***

El estudio es probabilístico aleatorio simple ya que se buscaron a todos los niños menores de 5 años que habían presentado enfermedades de origen hídrico, aplicándoles los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

#### **Criterios de inclusión**

- a. Todos los niños menores de 5 años con historia de haber presentado problemas de origen hídrico.
- b. Los pozos que utilizan las familias para agua de consumo humano.
- c. Ser residente de la comunidad.
- d. Haber presentado problemas de origen hídrico en un periodo menor a 20 días de la aplicación de la encuesta.
- e. Aceptación de los padres para participar en el estudio.

#### **Criterios de exclusión**

- a. Ser mayor de 4 años.
- b. Consumo de agua de otra fuente que no sea los pozos.
- c. No ser residente de la comunidad.
- d. Haber presentado problemas de origen hídrico en un periodo mayor a los 20 días de aplicada la encuesta.
- e. Negación de los padres para participar en el estudio.



### ***Técnica e instrumento de la investigación.***

Se realizó visitas previas a dicho asentamiento para conocer la cantidad de niños que se han enfermado por causas de origen hídrico, y a su vez se hicieron visitas (de reconocimiento de la zona en estudio, obteniendo información sobre las fuentes de agua).

Se realizó encuestas, la cantidad fue en dependencia de que si necesitaba o no sacar muestra de nuestra población de estudio (anexo 1) a los propietarios de los pozos, para conocer el uso y tratamiento que le dan al agua, la infraestructura de los pozos, el mantenimiento, posibles focos de contaminación y las enfermedades de origen hídrico que los están afectando.

La colecta de las muestras microbiológicas se realizó, utilizando frascos de vidrio con capacidad de 500 ml previamente esterilizados, en autoclave a 1 atmósfera de presión (121°C), durante 15 mts. Se llenaron 375 ml. de los frascos con la muestra, dejando  $\frac{1}{4}$  de espacio libre para facilitar el mezclado de la muestra a la hora de realizar el análisis y el contacto de la muestra con el oxígeno, una vez recolectada las diferentes muestras de agua fueron colocadas en un termo con hielo a 4°C con el objetivo de brindarle las condiciones óptimas de temperatura para mantener vivos los microorganismos durante su traslado hacia el laboratorio CIAB-BICU y donde se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes, para determinar la calidad bacteriológica de la misma.

### ***Técnica de recolección de datos.***

#### ***Características sociodemográficas en estudio.***

Se realizó mediante la aplicación de entrevistas a los padres de familia de niños menores de 5 años que se habían enfermado de diarrea y/o vómito, en la cual se obtendrá información acerca del cuidado que tienen con los mismos a la hora de su alimentación y consumo de agua.

### ***Estado actual de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio.***

Se determinó mediante la realización de un análisis mínimo: coliformes totales y la presencia o ausencia de coliformes fecales y un análisis físico químico determinando los valores presentes en esa agua de: PH, conductividad eléctrica, salinidad y turbidez, siguiendo el protocolo de análisis fisicoquímico del centro de investigaciones acuáticas de la BICU. Estos análisis los realizamos integrantes de la investigación con la guía detallada del nuestro tutor.

Se tomaron 5 muestras por día y se analizaron, por lo tanto, se realizaron 10 visitas al campo de estudio incluyendo las visitas de reconocimiento de campo y aplicación de entrevista.

### ***Análisis bacteriológico.***

De acuerdo a los Parámetros establecidos por las Normas del Comité Coordinador Regional de las Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE, 1993), para la calidad del agua por las que se rige Nicaragua, cada muestra fue sometida a un Análisis mínimo, para la búsqueda de Coliformes Totales y Coliformes Fecales; principales indicadores de contaminación establecidos por CAPRE, en cuanto a la calidad del agua de consumo humano.

Los Coliformes, a pesar de ser buenos indicadores de contaminación no son las únicas bacterias patógenas para la salud humana. Estas algunas veces pueden ser enmascarados por otros microorganismos patógenos ejemplo: *Pseudomona aeruginosa*; encontradas en el agua que normalmente es consumida en las comunidades que cuentan con precarios sistemas de suministro de agua y métodos inadecuados de potabilización.

Los microorganismos indicadores de contaminación son los que se encuentran presentes en el agua y son fáciles de identificar por técnicas convencionales de laboratorio, estas técnicas son:

- **Técnica del Número Más Probable (NMP):** Coliformes totales y Coliformes fecales.
- **Siembra en masa:** *Clostridium sp*,
- **Siembra en superficie:** *Enterococos faecalis* del grupo Lancefield
- **Técnica de filtración con filtros de membrana:** *Pseudomona sp* y *Salmonella sp*.

Los valores obtenidos se compararon con los máximos permisibles según las normas CAPRE y según los estándares utilizados en el laboratorio.

Una vez obtenidos los valores de los parámetros de calidad se clasificó el agua como: apta o no apta, de acuerdo a los valores permisibles de las normas CAPRE.

### **Análisis mínimo**

Se realizó una vez en cada pozo, identificando Coliformes totales y Coliformes fecales. Con la técnica del Número más Probables, donde 3 tubos de ensayo conteniendo 10 ml. de caldo de doble concentrado Mac. Conkey se le agrega 10 ml. de agua problema y a 3 tubos de ensayo conteniendo 9 ml. de caldo Mac. Conkey se le agrega 1 ml. de agua problema. Y a 3 tubos de ensayo conteniendo 9.9 ml de caldo Mac. Conkey se le agrego 0.1 ml. de agua problema. Luego se agito cada tubo con un vórtex para homogenizar la muestra con el medio. Se incubo a 37° C por 24 hrs. para detectar Coliformes Totales (CT).

Transcurridas las 24 horas de un tubo positivo para coliformes totales se pasó 1 mL. a un tubo que contenía 9 mL de caldo Mac Conkey de concentración sencilla y se incubo a 44° C para detectar Coliformes Fecales (CF), por un periodo de 24 horas. Todos los tubos tenían en su interior un tubo de vidrio en forma invertida (campanita de Durham), con el objetivo de recolectar gas, producto de la fermentación.

Luego del tiempo de incubación se procedió a dar lectura a los tubos y comparar los resultados con la tabla de NMP (anexo 2), la cual se basa en fórmulas de probabilidades para obtener una estimación del número aproximado de las bacterias coliformes por 100 ml. de agua, así como también límites superiores e inferiores del número más probable. Incubar a 37°C durante 24 horas.

Resultados: se consideran "tubos gas +" aquellos en los que aparece enturbiamiento y acumulación de gas en la campana. Los "tubos gas -" se incuban otras 24 h. La interpretación se realiza según la tabla de "número más probable" (NMP) adjunta. Esta tabla indica el número más probable de microorganismos presentes en 100 ml de agua (NMP), teniendo en cuenta los tubos en que hay crecimiento, así como las diluciones y aplicando métodos estadísticos.

***Prueba confirmativa:***

1. Siembra en estría en placas de Agar Levine (medio selectivo y diferencial para *Escherichia coli*) a partir de "tubos gas+".

2. Incubar a 37°C durante 24 h.

Resultados: En este medio los microorganismos fermentadores de lactosa forman colonias características opacas y pigmentadas en rosa, azul o violeta con o sin brillo metálico (por ejemplo, *E. coli* forma colonias de color verde-violeta oscuro metálico características sobre este medio).

La prueba es + si aparecen este tipo de colonias fermentadoras de lactosa. Otra prueba confirmativa de la presencia de *E. coli* es sembrar los microorganismos que han crecido en caldo lactobiliado a 37°C en este mismo medio, pero incubando a 44°C. *Escherichia coli* es capaz de fermentar la lactosa en estas condiciones.

➤ **IMVIC (Indol, Rojo de Metilo Voges Proskaver, Citrato de Simons)**

➤ **KIA (Agar Iron Kliger)**

**Posibles focos de contaminación del agua de consumo humano**

Se identificaron siguiendo las características de normas técnicas obligatorio para pozos de agua de consumo humano, revisando la infraestructura, ubicación del pozo dentro de la propiedad, al igual que manejo de residuos sólidos y líquidos.

***Prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población en estudio.***

Se realizó una visita insitu en campo, con un check lis (o listado de cotejo), siguiendo las normas NTON, determinando la exposición de aguas grises y disposición de excretas (aguas negras).

***Correlación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica saneamiento.***

En las entrevistas estaban las enfermedades de origen hídrico que han padecido los niños menores de 5 años en el último mes, las cuales se correlacionaron mediante un gráfico de correlación con los resultados de los análisis de agua.

**Operacionalización de variable**

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>	<b>Escala</b>
Sexo	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Sexo referido por el padre de familia.	Masculino Femenino	Cualitativa nominal
Edad	Tiempo que ha transcurrido en años desde el nacimiento hasta la fecha de la aplicación de la encuesta. (OMS).	Referido por el entrevistad o	0-5 años	Cuantitativa discreta
Infraestructur a de pozos	Conjunto de medios técnicos, servicio e instalaciones necesarias para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.	Según lista de cotejo insitu	Brocal Tapa Revestimiento Derrumbes internos Sellado techo cerco perimetral	Cualitativa nominal
Ubicación del pozo	Situación o lugar en el que se encuentra una persona o cosa.	Según lista de cotejo insitu.	Frente a la casa Detrás de la casa lado al lado de la casa Dentro de la casa.	Cualitativa nominal

Parámetros fisicoquímicos	Es la identificación de coliformes totales, coliformes fecales, Conductividad eléctrica	Según resultados de análisis de laboratorio	pH 6.50-8.50 Conductividad eléctrica <400 $\mu$ S/cm Turbidez < 5 UNT Salinidad = 0 S0/00	Cuantitativa continua
Calidad bacteriológica	Se define como aquellas muestras de agua con cloro libre adecuado ( $\geq 0,5$ mg/L), con ausencia de coliformes totales.	Según resultados de análisis de laboratorio	Coliformes totales $\leq 4$ UFC/100ml Coliformes termotolerantes 0 ufc/100 mL de agua	Cuantitativa discreta
Prácticas de saneamiento	Conjunto de obras técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de un edificio o una población.	Según información brindada por encuestados	Baño Lavadero Pilas para almacenar agua charcas lava trastos Mantenimiento del pozo Aplicación de cloro Ozonificación Filtración	Cualitativa Nominal

		Hervir	
			Cualitativa
			Nominal
Aguas grises	Son aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como lavandería, lavado de platos y el baño, que pueden ser recicladas en el lugar para el uso, como el riego de jardines y humedales artificiales, esta agua no mantiene materia fecal.		
Disposición de excretas	Son el conjunto de deposiciones orgánicas de humanos y animales.	Letrina Fosa séptica Aire libre	Cualitativa Nominal
Enfermedades de origen hídrico	Las enfermedades hídricas son aquellas causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca.	Según información brindada por encuestados	Cualitativa Nominal
		Diarreas Enfermedades renales Parásitos Gastritis Cólera Hepatitis A Fiebre paratifoidea y tifoidea Poliomielitis	





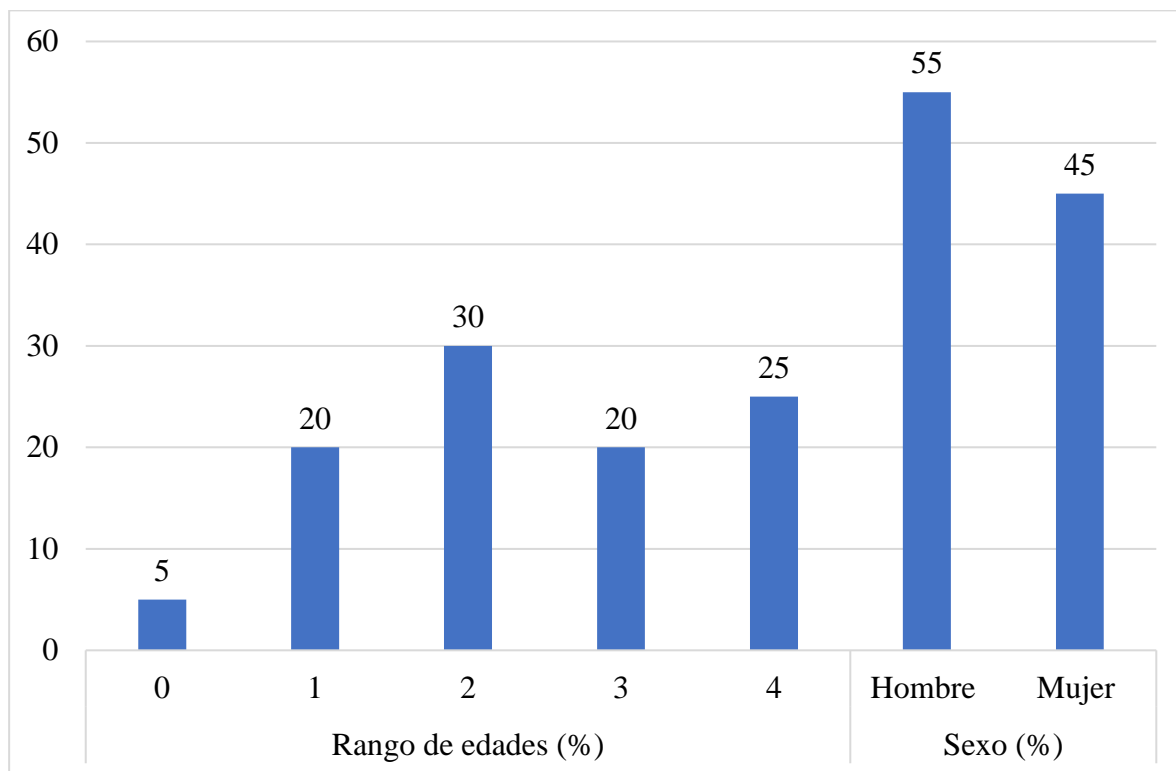
### *Análisis de datos.*

Se realizó análisis de correlación tablas

Todo el estudio se analizó en un 95% de confianza, donde se utilizó el programa epi-info, además se utilizó Microsoft Word y Microsoft Excel para la redacción y creación de graficas respectivamente.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Gráfico 1. Características sociodemográficas de los niños que presentaron problemas de origen hídrico en el periodo de estudio.**

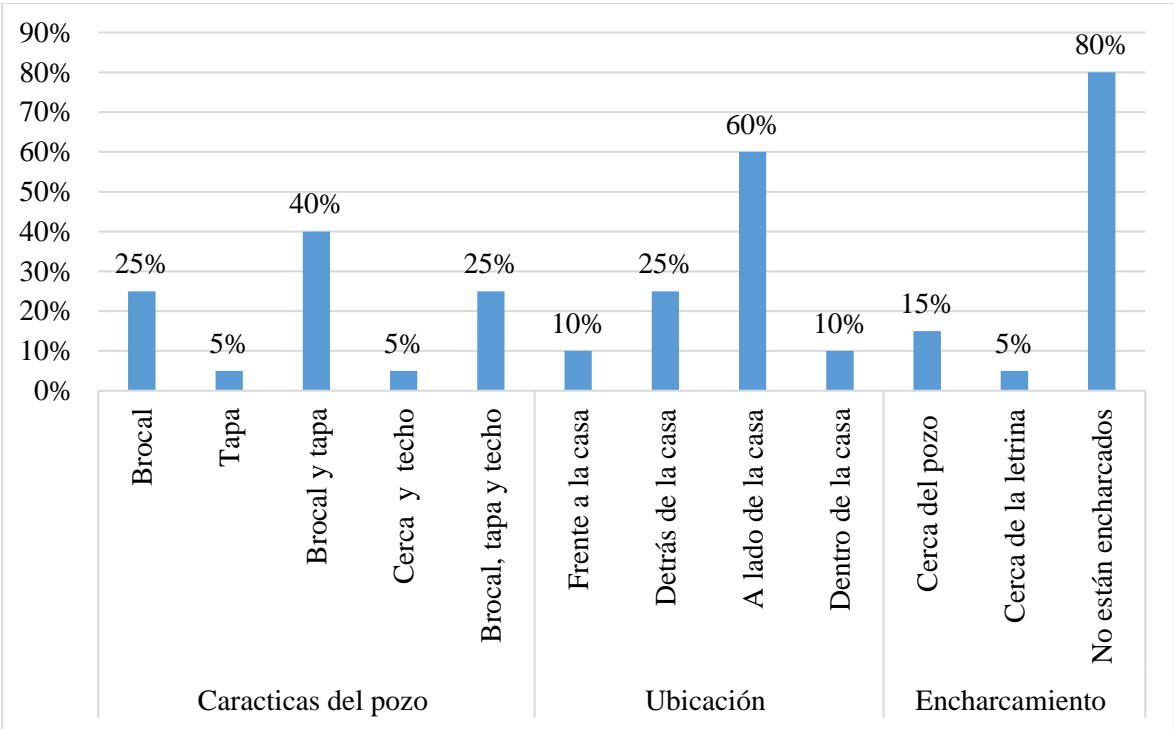


Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación.

En cuanto al rango de edad de los participantes se registraron en edades de cero a cuatro años donde la edad que más predominó fue de dos años con un 30% y el de menor prevalencia fue de cero años con un 5%, respecto al sexo hubo mayor presencia de hombres con un 55%.

Sequeira et al 2014, citando a Jong-wook, describe que, en los países en desarrollo, los niños menores de 5 años son los más afectados y representan el 90 por ciento de las muertes anuales por causa de Diarreas. Sin embargo, en Nicaragua los niveles de pobreza y características higiénicas sanitarias, así como la escasez de agua disponible en cantidad y calidad para las poblaciones rurales o nuevos asentamientos humanos vuelven propenso a los niños de edades menores a cinco años vulnerables a padecer enfermedades de origen hídrico.

**Gráfico 2. Infraestructura y ubicación de los pozos, calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua que consume la población en estudio.**



Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación y resultados de laboratorio.

El gráfico 2. Al analizar las características de los pozos se encontró que el 40% cuenta con tapa y brocal y que únicamente el 5% tenían cerca y techo, sin embargo, la norma técnica describe que los pozos deben contar con infraestructura completa: brocal, tapa, cerca perimetral y techo, sellados y sin presencia de encharcamiento a sus alrededores.

En el caso de la ubicación el 60% de los pozos estaban contruidos al lado de la vivienda. El 15% estaban encharcados a sus alrededores, lo cual es una posible fuente de contaminación. El 80% de los pozos no presentan encharcamiento a sus alrededores. En el 100% de los pozos analizados se encontró un cumplimiento parcial de las normas técnicas NTON. Cabe señalar que el pozo con mejores condiciones de infraestructura en la comunidad es un pozo comunal.

El 100% de las viviendas no realiza saneamiento de las aguas grises y tampoco reutilizan la misma, por tal motivo es que se generan encharcamiento en los patios y en algunos casos cerca de los pozos.

**Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua de los pozos estudiados.**

Fuente: Resultados del análisis mínimo de laboratorio.

<b>Parámetro</b>	<b>valor recomendado</b>	<b>Resultado</b>	<b>Porcentaje</b>
pH	6.5-8.5.	< 6.5	<b>100</b>
		< 400us/cm	<b>25</b>
Conductividad eléctrica	< 400us/cm	>400us/cm	<b>75</b>
		< 5 UNT	<b>25</b>
Turbidez	< 5 UNT	>5 UNT	<b>75</b>
Salinidad	0 0/00	0 0/00	<b>100</b>
		4 ufc/100ml	<b>25</b>
Coliformes totales	4 ufc/100ml	>4 ufc/100ml	<b>75</b>
Coliformes termotolerantes	0 ufc/100ml (negativo)	Positivo	<b>100</b>

La tabla 1, muestra los valores normales que debe contener un análisis mínimo de agua ser apta para el consumo humano, y los resultados obtenidos del análisis mínimo de las fuentes de agua de estudio.

Tomando en cuenta las normas del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), se encontró que el 100% de los pozos no cumple con la calidad de pH por presentar valores menores de 6.5 lo cual indica que las aguas son ácidas.

De acuerdo a los resultados de turbidez, el 75% de pozos presenta turbidez mayor a 5 NTU siendo valores superiores a lo establecido y únicamente el 25% está cumpliendo con dichos valores. Respecto a la salinidad el 100% cumple con lo establecido en la normativa debido a que no presenta salinidad.

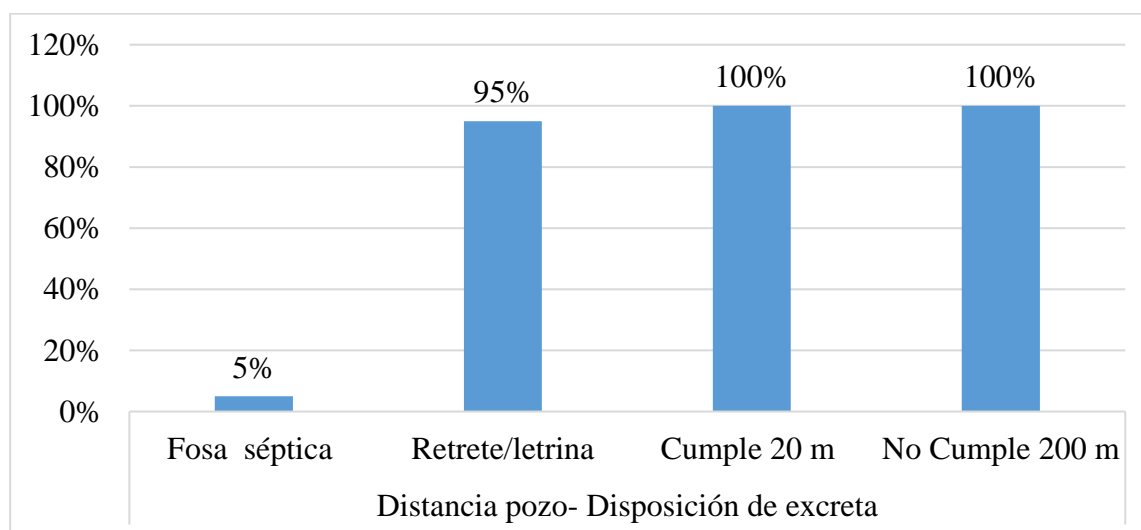
Según el análisis bacteriológico, el 25% de los pozos cuenta con valores aceptables, mientras que el 75% está por encima de los valores lo que indica contaminación por coliformes totales, respecto a contaminación por coliforme termotolerantes el 100% de las aguas se consideran contaminadas, lo cual indican que son un riesgo para la salud de las personas en caso que se consuman sin ningún tipo de tratamiento.

Al analizar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos el 100% del agua de los pozos no cumple con lo establecido en las normativas, lo cual significa que pueden ser un riesgo para la salud de los consumidores en especial para los niños menores de 5 años.

#### **Prácticas de saneamiento referido a aguas grises y disposición de excretas realizadas por la población en estudio.**

Respecto a las prácticas de saneamiento el 100% de las familias no realiza saneamiento de las aguas grises, por lo cual algunas de ellas drena a zonas más bajas del terreno o bien quedan encharcadas.

#### **Grafico 1. Disposición de excretas nivel de cumplimiento de distancias mínimas según NTON 09 006 , en la población de estudio.**



Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación y NTON 09 006 – 11

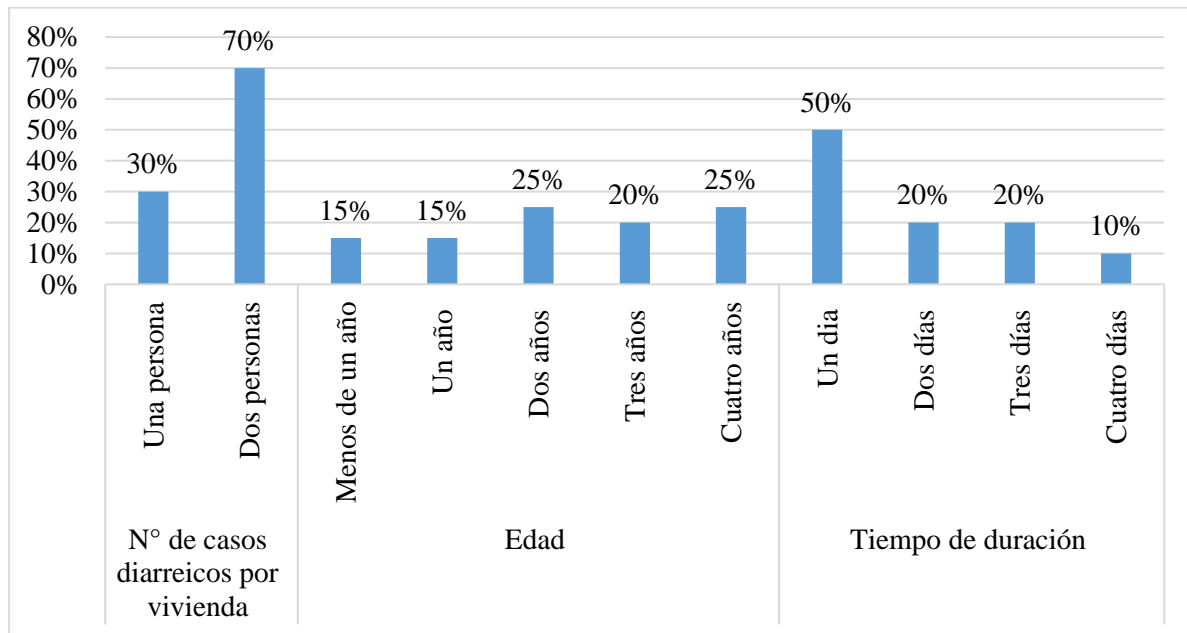
La figura 3, muestra que solo hay dos formas de disposición de excretas fosas sépticas y letrinas donde este último es utilizado por el 95% de las familias encuestadas, cabe señalar que la NTON 09 00611 que es la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Requisitos Ambientales para la Construcción, Operación y Cierre de Pozos de Extracción de Agua, describe que las fosas sépticas deben de estar a una distancia mínima del pozo de 20 de metros, para este caso se cumple con la normativa, en el caso de los retretes o letrinas que son un sistema de Infiltración al suelo en general la distancia mínima debe ser de 200 metros, para este caso el 100% no cumple con las distancia mínima requerida debido a que todos los retretes se encuentran a distancias entre 10 a 40 metros del pozo.

Un aspecto a resaltar es que además de la distancia se debe tener en cuenta que el pozo debe estar en una zona más alta que el área de disposición de excreta, esto para evitar la contaminación bacteriológica principalmente, lo cual no sucede en la población en estudio donde se evidencio que la mayoría de los pozos están contruidos en zonas más bajas que los retretes.

#### **Relación entre las principales enfermedades de origen hídrico que afectan a la población en base a la calidad del agua y práctica saneamiento.**

Según la encuesta realizada a las 20 familias el 100% respondió que en los niños de cero a cuatro años la única enfermedad de origen hídrico era la diarrea en un periodo menor a 20 días de haber aplicado la encuesta.

**Grafico 2. Prevalencia de enfermedades diarreicas aguda en el periodo de estudio.**



Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación

Según la encuesta realizada a estas 20 familias, en 14 de estas familias había dos niños con historia de diarrea de los cuales solo 14 niños cumplían con el rango de edad requerido lo que equivale al 70%, en las 6 familias restantes había 1 niño menor de 5 años con historia de diarrea, lo que equivale al 30% restante.

Según edad, la prevalencia fue del 30% en niños de cero a un año, en los niños de edades de dos a cuatro años la prevalencia fue semejante con 25%, sin embargo, el resultado muestra que hubo mayor cantidad de niños afectados entre edades de cero a un año. La duración de la diarrea en 10 de estas familias fue de un día lo que corresponde al 50%, en cuatro de las familias la duración fue de dos días lo que equivale al 20%, en otras cuatro familias la duración fue de tres días lo que corresponde a otro 20% y en 2 de estas familias la duración fue de cuatro días, lo que corresponde al 10% restante.

Según la encuesta realizada el 100% de las familias refiere que los niños padecen de diarreas con frecuencia y esto puede explicar que es debido al manejo que le dan al agua de tomar y sus hábitos de saneamiento como se ha mostrado en las figuras anteriores. De las veinte familias encuestadas, en cuatro de ellas el último caso de diarrea fue hace menos de 10 días lo que equivale al 20%, en cinco de las familias el último caso fue hace 10 días lo que equivale al 25%, en seis de las familias el último caso había sido hace 15 días lo que corresponde al 30%, y en cinco de las familias el último caso había sido hace 18 días lo que equivale al 25% restante.

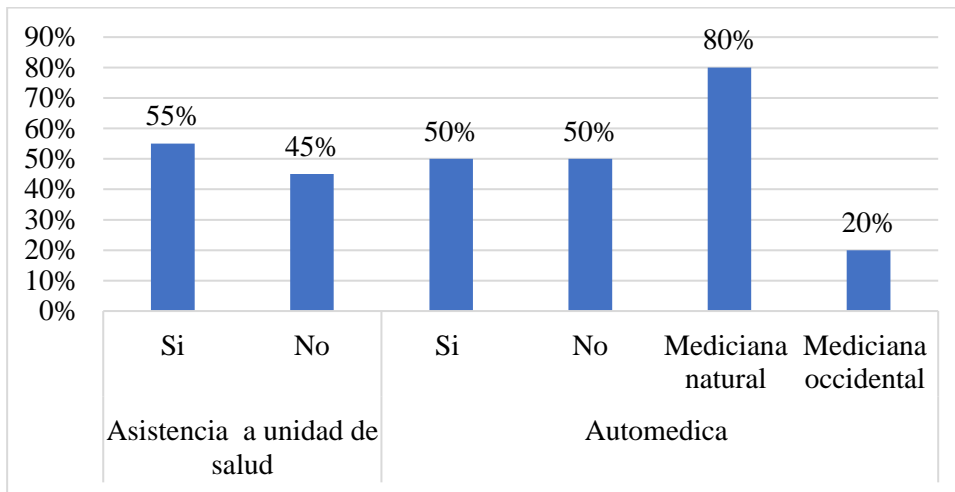
Según Sequeira et al (2014) describe que las enfermedades de origen hídrico son un buen parámetro para medir los esfuerzos que un país está haciendo para preservar la salud de su población. Un país, a pesar de sus limitantes económicas, puede alcanzar mejores indicadores en salud si logra articular de manera coherente y duradera a la población de los barrios y comunidades en relación al auto cuidado de su salud y su entorno.

La diarrea es una alteración de la composición de las heces en consistencia y frecuencia y está altamente asociada al entorno ambiental y la calidad higiénica sanitaria del agua que se usa en el hogar, ya que se considera que el agua y el saneamiento tienen un papel crucial en la transmisión de las enfermedades diarreicas. Estos factores ambientales contribuyen aproximadamente al 94 por ciento de los 4.000 millones de casos de diarrea que la OMS estima anualmente en el mundo (Jong-wook, 2004).

#### **Características de la diarrea.**

En el 100% de los casos los padres respondieron que las características de la diarrea era líquida y de color amarillenta, no había sangre, pus ni parásitos.

**Grafico 3. Formas de tratamiento del cuadro diarreico.**



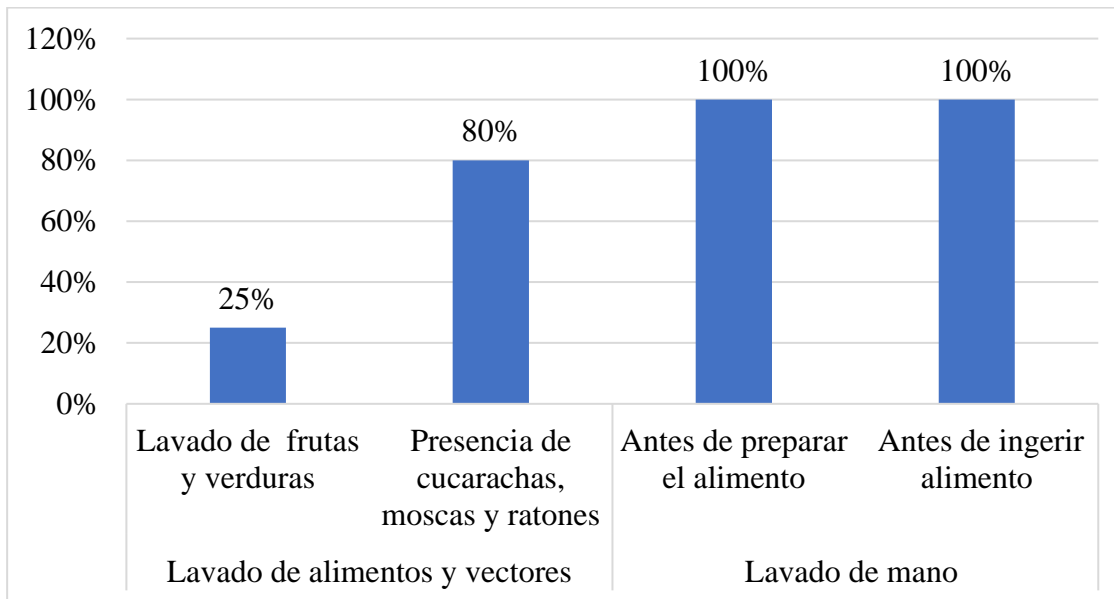
Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación

Según la encuesta realizada el 50% de las familias asistió a la unidad de salud para recibir tratamiento médico, dos familias acudieron a un puesto de salud familiar y comunitario lo que equivale a un 10%, dos familias acudieron al HREESB, lo que corresponde a otro 10%, tres familias acudieron a la clínica móvil lo que corresponde a un 15%, cuatro familias acuden tanto a la clínica móvil como a una casa base lo que equivale a un 20% y el 45% restante no acudieron a ninguna unidad de salud.

Según la encuesta realizada el 50% de las familias se auto medican cuando se enferman, cabe señalar que una de estas familias además de auto medicarse también acude a una unidad de salud, el 80% de las familias que se auto medican lo realizan con medicina tradicional y el otro 20 % lo realizan con medicina occidental.



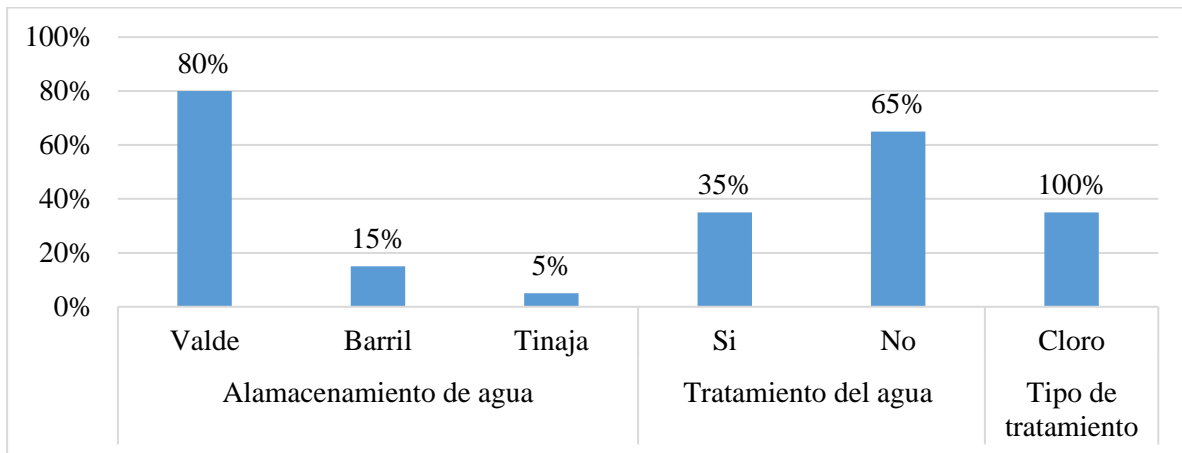
**Grafico 6. Lavado de mano, alimentos y presencia de vectores.**



Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación

En el 80 % de las viviendas se encontró presencia de cucarachas, moscas y ratones, sin embargo, únicamente el 25% de ellos realiza lavado de frutas y verduras, aunque el lavado de manos antes de preparar e ingerir alimentos lo realizan el 100% de las familias.

**Grafico 4. Almacenamiento y tratamiento del agua de consumo humano.**



Fuente: Encuesta diseñada por los autores de la investigación

La figura 7, describe que el 100% de la población almacena agua, y el 80% lo realiza en baldes, aplicando cloro como tratamiento de agua en un 35% de los casos, mientras que el 65%, no aplica ningún tipo de tratamiento al agua.

Existe una relación positiva entre la calidad de agua de consumo humano y la aparición de cuadros diarreicos, sobre todo por la presencia de factores que aportan a la contaminación del agua de los pozos lo cual coincide con los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos encontrados. La falta de lavado de los alimentos y el no tratamiento de las aguas de consumo agravan la situación en los menores de 5 años.

## **IX. CONCLUSIONES**

1. Durante el presente estudio se encontró que la edad más frecuentemente afectada fueron los niños de cero a un año, del sexo masculino.
2. Se encontró que el 100% de los pozos contaban con un cumplimiento parcial de infraestructura según normas NTON, el 100% no cumple con lo establecido por las normas técnicas de calidad del agua NTON y el 60% se encontraban ubicados al lado de las viviendas. Solamente en un 15% de los pozos se observó encharcamiento a sus alrededores.
3. Según los resultados fisicoquímicos encontramos que el 100% de los pozos tenían un PH menor de 6.5, lo cual indica que las aguas son acidas, en el 25% de los pozos se encontró turbidez. Respecto a la salinidad el 100% de los pozos cumple con lo establecido en la normativa debido a que no presentan salinidad. De acuerdo al análisis bacteriológico el 75% está por encima de los valores esperados lo que indica contaminación por coliformes totales, respecto a coliformes termotolerantes el 100% de las aguas se consideran contaminadas.
4. Según la encuesta realizada a las familias el 100% de ellas no realizaba ningún tipo de prácticas de saneamiento referido a aguas grises. En el 95% de las familias se evidenció que hacían sus necesidades fisiológicas en letrinas y el 100% de las letrinas no cumplían con la distancia mínima requerida del pozo. La inadecuada disposición de excretas constituye un potencial foco de contaminación por coliformes termotolerantes.
5. La encuesta realizada a las 20 familias arrojó que en los niños de cero a cuatro años la única enfermedad de origen hídrico que habían presentado en el periodo de estudio fue la diarrea. Las características de la diarrea en el 100% de los casos eran: líquida, amarillenta, sin moco, pus, parásitos ni mal olor. Solamente el 55% de las familias llevaron a los niños a alguna unidad de salud y el 50% de las familias auto medicó a los niños enfermos.

6. En el 80% de ellas había presencia de cucarachas, moscas y ratones, no obstante el 100% de las familias afirmaron realizan lavado de manos antes de preparar los alimentos y antes de ingerirlos. El 80% de las familias almacenan agua en baldes y solo el 35% le da tratamiento al agua con cloro.
  
7. Las condiciones sanitarias deficientes, el manejo inadecuado de aguas residuales y la contaminación de las fuentes de agua, principalmente por la infraestructura deficiente de los pozos, la presencia de encharcamiento en los patios y la infiltración de aguas negra, son factores que contribuyen a la prevalencia de diarreas, especialmente en niños de 0 a 1 año.

## **X. RECOMENDACIONES**

A la comunidad Comandante Camilo Ortega Saavedra en general, mantener los patios limpios y desarrollando lavado de manos, lavado de frutas, verduras antes y después de comer, preparar alimentos de uso de servicio sanitario. Pero sobre todo a darle algún tipo de tratamiento a las aguas de consumo para disminuir el riesgo de contraer las enfermedades. Realizar gestiones con las autoridades correspondientes para la construcción de sistemas de agua aptas para el consumo humano, o realizar la infraestructura adecuada para los pozos.

A la municipalidad, instituciones privadas y ONG apoyar a esta población en la construcción de sistemas de agua que garanticen agua segura para sus consumidores y se eviten las enfermedades de origen hídrico y se afecte menos a la niñez, o cualquier proyecto de beneficio para la comunidad y disminuyan las condiciones de vulnerabilidad.

Al ministerio de salud, brindar mayor atención en cuanto a jornadas de abatización, fumigación y tratamiento de agua de consumo humano. Se recomienda que se inicie la solicitud de construcción de un puesto de salud en dicha comunidad y así poder tener un mejor control sobre las enfermedades.

## XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 11.1. Presupuesto:

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>PRIMERA FASE</b>					
<b>Equipos e Insumos de Campo</b>					
1	Combustible	Litro	36	C\$ 40.00	C\$ 1,440.00
2	Refrigerio	Unidad	12	C\$ 50.00	C\$ 600.00
3	Almuerzo	Unidad	12	C\$ 130.00	C\$ 1,560.00
4	Refracción	Unidad	12	C\$ 50.00	C\$ 600.00
5	Lápiz	Unidad	12	C\$ 5.00	C\$ 60.00
6	Borrador	Unidad	6	C\$ 10.00	C\$ 60.00
7	Lapicero	Unidad	12	C\$ 10.00	C\$ 120.00
8	Páginas blancas	Rema	1	C\$ 200.00	C\$ 200.00
9	Cinta métrica	Unidad	1	C\$ 300.00	C\$ 300.00
10	Memoria USB	Unidad	1	C\$ 450.00	C\$ 450.00
11	Guantes	Caja	1	C\$ 450.00	C\$ 450.00
12	Envases para muestras de agua	Unidad	20	C\$ 100.00	C\$ 2,000.00
13	Papel aluminio	Unidad	1 rollo	C\$ 60.00	C\$ 60.00
14	Botas de hule	Unidad	2 pares	C\$ 350.00	C\$ 700.00
15	Gabachas	Unidad	2	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
16	Gorras	Unidad	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00
17	Nasobucos	Caja	1	C\$ 150.00	C\$ 150.00
18	Tablas de trabajo de campo	Unidad	2	C\$ 200.00	C\$ 400.00
19	Algodón	Unidad	1 rollo	C\$ 100.00	C\$ 100.00
20	Gasas grandes	Unidad	1	C\$ 200.00	C\$ 200.00
21	Medio de cultivo (caldo macConkey)	Unidad	1	C\$ 5,000.00	C\$ 5,000.00

22	Impresión del formato para los datos del monitoreo.	20	20	C\$ 28.00	C\$ 560.00
23	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 16,810.00</b>
<b>SEGUNDA FASE</b>					
<b>Informe Final de Monografía</b>					
18	Impresión Blanco/Negro	Unidad	80	C\$ 2.00	C\$ 160.00
19	Impresión Color	Unidad	30	C\$ 4.00	C\$ 120.00
20	Encolchado	Unidad	2	C\$ 200.00	C\$ 400.00
21	Empastado	Unidad	1	C\$ 1,000.00	C\$ 1,000.00
	CDS	Unidad	3	C\$ 80.00	C\$ 240.00
22	Fotocopias	Unidad	240	C\$ 1.00	C\$ 240.00
23	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 2,160.00</b>
<b>INVERSION FINAL</b>					
<b>C\$ 18,970.00</b>					
27	<b>Total</b>				<b><u>C\$ 18,970.00</u></b>

11.2. Cronograma de actividades:

No	Actividades	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
		1 s	2 s	3 s	4 s	1 s	2 s	3 s	4 s	1 s	2 s	3 s	4 s	1 s	2 s	3 s	4 s	1 s	2 s	3 s	4s
1	Entrega de protocolo	x																			
2	Solicitud de información al brigadista de salud.									x											
3	Solicitud de permiso para los participantes.										x										
4	Aplicación de instrumentos.											x	x	x	x						
5	Toma de muestra de agua.											x	x	x	x						
6	Valoración de infraestructura.											x	x	x	x						
7	Procesamiento de información.															x	x				
8	Informe preliminar.																		x		
9	Documento final.																				x



## **XII. REFERENCIAS**

- Decreto No. 33-95/21-2017 *Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domesticas, Industriales y Agropecuarias y sus Reformas.*
- ENACAL, 2006. ABC Sobre el recurso agua y su situación.
- Franceys, R., J. Pikcford y R. Reed (1994), *Guía para el desarrollo del saneamiento in situ*, OMS, Ginebra.
- GRAY, N.F. (1994). *Calidad del agua potable problemas y soluciones*. Trad. I.E. López. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 365 p.
- LEÓN C. (2012). *Beben agua contaminada en Bluefields*, Diario la prensa/ Bluefields, Departamentales. Managua 25 de julio 2012.
- MARENCO E. (2009), *Agua salada para Bluefields, un estudio de caso de contrataciones públicas. Instituto de estudios estratégicos y políticas públicas*. 24p.
- Mario Caldera Dávila, (2011), *La Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada NTON 09 006 - 11 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Requisitos Ambientales para la Construcción, Operación y Cierre de Pozos de Extracción de Agua ha sido preparada por el Comité Técnico de Instalaciones de Acueducto y Alcantarillado*. Nicaragua.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Ginebra (2004), *Guías para la calidad del agua potable*, TERCERA EDICIÓN, Volumen 1.
- Perrin, P. (1996), *War and Public Health*, International Committee of the Red Cross – Health Division, Ginebra.
- RIVAS (2012) citando a GAITAN C, (2004). *Análisis de calidad de agua de consumo en los pozos del barrio el canal en la ciudad de Bluefields, RAAS, Nicaragua. Monografía. Bluefields Indian and Caribbean University. Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente.*

Rivas E.G. (2012). *Diagnóstico de calidad bacteriológica de agua (pozo) y enfermedades causadas por su consumo, en los Barrios San Pedro y 19 de julio de la ciudad de Bluefields.*

González, O., Aguirre, J., Saugar, G., Orozco, L., Álvarez, G., Palacios, K., & Guevara, O. (2007). *Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Universitas (León).* Revista Científica de la UNAN-León. Vicerrectoría de Investigación, Postgrados y Proyección Social, 1(1), 7-13.

Sequeira Peña, Jiménez García y Vammen, (2014) *Situación de las Enfermedades de Origen Hídrico en Nicaragua. Revista Agua y Conocimiento. Nicaragua.*

### **XIII. ANEXOS**

No. de la Muestra: \_\_\_\_\_

#### **A.- DATOS GENERALES:**

Municipio: \_\_\_\_\_ Asentamiento \_\_\_\_\_

#### **1. DATOS GENERALES DEL NIÑO.**

a, Sexo. \_\_\_\_\_

b. Edad. \_\_\_\_\_

#### **2. HIGIENE DE LA VIVIENDA.**

##### **2.1 Hacinamiento.**

a. Si \_\_\_\_\_

b. No \_\_\_\_\_

##### **2.2 .Tiene animales?**

a. Si \_\_\_\_\_

b. No \_\_\_\_\_

##### **2.3. ¿Los animales entran en la casa?**

a. Si \_\_\_\_\_

b. No \_\_\_\_\_

##### **2.4 Donde duermen?**

a. En la cocina \_\_\_\_\_

b. Sala \_\_\_\_\_

c. En los cuartos \_\_\_\_\_

d. Corredor \_\_\_\_\_

e. En un lugar independiente fuera de la casa \_\_\_\_\_

f. Ninguna de las anteriores \_\_\_\_\_

##### **2.5 Los patios se encuentran:**

a. limpios \_\_\_\_\_

b. montosos \_\_\_\_\_

c. sucios (basura) \_\_\_\_\_

d. Sucios y montosos \_\_\_\_\_

**2.6 Los patios están encharcados:**

- a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_

**2.7. ¿Dónde?**

- a. Cerca del pozo \_\_\_\_\_  
b. Cerca de donde se lava \_\_\_\_\_  
c. Cerca de donde se bañan \_\_\_\_\_  
d. Cerca de la letrina \_\_\_\_\_  
e. Cerca del lava traste \_\_\_\_\_  
f. Ninguna de las anteriores \_\_\_\_\_

**3. HIGIENE DE LOS ALIMENTOS.**

**3.1. ¿Lava las verduras antes de utilizarlas?**

- a. Con agua \_\_\_\_\_  
b. Con agua y jabón \_\_\_\_\_  
c. Agua y cloro \_\_\_\_\_  
d. Ninguno \_\_\_\_\_

**3.2. ¿Lava las frutas antes de utilizarlas con?**

- a) Con agua \_\_\_\_\_  
b) Con agua y jabón \_\_\_\_\_  
c) Ninguno \_\_\_\_\_

**3.3. ¿Hay presencia de cucarachas, moscas, ratones?.**

- a) Si \_\_\_\_\_  
b) No \_\_\_\_\_

**3.4. ¿Se lavan normalmente las manos antes de preparar los alimentos con:**

- a) Con agua \_\_\_\_\_  
b) Con agua y jabón \_\_\_\_\_  
c) Ninguno  
d) Otros.

**3.5. ¿Se lavan normalmente las manos antes de comer?**

- a) Con agua \_\_\_\_\_  
b) Con agua y jabón \_\_\_\_\_  
c) Ninguno \_\_\_\_\_

#### **4. PREGUNTAS SOBRE SANEAMIENTO.**

##### **4.1 .Donde hacen sus necesidades fisiológicas?**

- a) Letrina\_\_\_\_\_
- b) Fosa séptica\_\_\_\_
- c) Defecación al aire libre\_\_\_\_\_

##### **4.2 .se lavan las manos con jabón después de hacer las necesidades?**

- a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_

##### **4.3. Los niños donde hacen sus necesidades?**

- a) Letrina\_\_\_ b) Fosa séptica\_\_\_\_\_ c) Aire libre\_\_\_\_\_

##### **4.4.Se lavan las manos con jabón después de hacer las necesidades?**

- a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_

##### **4.5 .se lavan las manos con jabón después de cambiar los pañales a un tierno?**

- a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_

##### **1.6. Que tipo se saneamiento les da a las aguas grises.**

- a. Físico\_\_\_\_\_
- b. Químico\_\_\_\_\_
- c. Biológico\_\_\_\_\_
- d. Ninguno\_\_\_\_\_

##### **1.7. Reutiliza las aguas grises.**

- a. Si\_\_\_\_\_
- b. No\_\_\_\_\_

#### **5. AGUA Y SALUD.**

##### **5.1. ¿Para que usan el agua del pozo?**

- a) Lavar ropa
- b) Aseo personal
- c) Para beber
- d) Para cocinar
- e) Para regar
- f) Todas las anteriores

**5.2. ¿Almacena el agua de consumo en algún recipiente?**

- a) Tipo\_\_\_\_\_
- b) Capacidad\_\_\_\_\_
- c) Material\_\_\_\_\_
- d) Tapa\_\_\_\_\_
- f) Tiempo que suele tardar en vaciarse\_\_\_\_\_

**5.3. ¿Trata de alguna manera el agua de consumo?**

- a) Si\_\_\_\_\_
- b) No\_\_\_\_\_

**5.4. ¿Qué tipo de tratamiento?**

- a) Cloro\_\_\_\_\_
- b) Hervir\_\_\_\_\_
- c) Filtro\_\_\_\_\_
- d) Radiación solar\_\_\_\_\_
- e) Ninguno\_\_\_\_\_

**5.5. ¿Han padecido algún miembro de la familia de enfermedades de origen hídrico?**

- a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_

**5.6. ¿Cuál enfermedad?**

- a. Diarrea (disentería amebiana).
- b. Enfermedades renales.
- c. Cólera.
- d. Fiebre paratiroidea y tifoidea.
- e. Hepatitis A.
- f. Poliomiелitis.
- g. Gastritis.
- h. Dengue.
- i. Malaria.

**5.7. Características de la Diarrea.**

- a. Liquida amarillenta.
- b. Liquida verdosa.

- c. Chingastosa, con restos alimenticios.
- d. Con pus.
- e. Con sangre.
- f. Con paracitos.

**5.8 ¿Cuántas personas?**

- a. una persona.
- b. Dos personas.
- c. Tres personas.
- d. Cuatro personas.
- e. Más de cuatro personas.

**5.9. Edad de la persona que presento la enfermedad.**

- a. Menor de un año\_\_\_\_\_
- b. Un año\_\_\_\_\_
- c. Dos años\_\_\_\_\_
- d. Tres años\_\_\_\_\_
- e. Cuatro años\_\_\_\_\_

**5.10. Cuantos días presento la enfermedad.**

- a. Un día\_\_\_\_\_
- b. Dos días\_\_\_\_\_
- c. Tres días\_\_\_\_\_
- d. Cuatro días\_\_\_\_\_
- e. Más de cuatro días\_\_\_\_\_

**5.11. . Si presento diarrea, la padecen con frecuencia?**

- a ) Si\_\_\_\_\_
- b ) No\_\_\_\_\_

**5.12. ¿Cuándo fue el último caso de diarrea?**

- a. Hace <10 días\_\_\_\_\_
- b. Hace 10 días\_\_\_\_\_

- c. Hace 15 días\_\_\_\_\_
- d. Hace 20 días\_\_\_\_\_
- e. Hace >20 días\_\_\_\_\_

**5.13 ¿Acuden a alguna unidad de salud?**

- a. Si\_\_\_\_\_
- b. No\_\_\_\_\_

**5.14. ¿A cuál unidad de salud?**

- a. Casa base\_\_\_\_\_
- b. Puesto de salud familiar y comunitaria\_\_\_\_\_
- c. HREESB\_\_\_\_\_
- d. Unidad móvil\_\_\_\_\_
- e. Unidad móvil y casa base\_\_\_\_\_
- f. Ninguna de las anteriores\_\_\_\_\_

**5.15.¿Si no acuden a ninguna unidad, se auto medica?**

- a. Si\_\_\_\_\_
- b. No\_\_\_\_\_

**5.16.¿Con qué se auto medica?**

- a. Medicina natural\_\_\_\_\_
- b. Medicina occidental\_\_\_\_\_
- c. Ninguna de las anteriores\_\_\_\_\_



**ENCUESTA POR POZO:**

**No. de la Muestra:** \_\_\_\_\_

**A.- DATOS GENERALES:**

**Municipio:** \_\_\_\_\_

**Asentamiento**\_\_\_\_\_

**Nombre del Propietario:** \_\_\_\_\_

---

**B.- INFORMACION Y ESTADO GENERAL**

**1. De qué manera fue cavado el pozo**

- a. A mano: \_\_\_\_\_
- b. Perforado \_\_\_\_\_
- c. No se \_\_\_\_\_

**2. En qué año fue construido el pozo**

- a. 2010-2015
- b. 2016-2020
- c. 2021

**3. Profundidad del pozo.**

- a. 10-15 metros \_\_\_\_\_
- b. 16-20 metros \_\_\_\_\_
- c. 21-25 metros \_\_\_\_\_
- d. 26-30 metros \_\_\_\_\_
- e. 31-35 metros \_\_\_\_\_
- f. 36-40 metros \_\_\_\_\_
- g.

**4. Verificar el estado en que se encuentra el pozo.**

- a. Brocal \_\_\_\_\_
- b. Tapa \_\_\_\_\_
- c. Revestimiento \_\_\_\_\_

- d. Derrumbes internos\_\_\_\_\_
- e. Sellado\_\_\_\_\_
- f. Techo\_\_\_\_\_
- g. Brocal y tapa\_\_\_\_\_
- h. Sellado y con techo\_\_\_\_\_
- i. Brocal, tapa y techo\_\_\_\_\_
- j. Brocal y techo\_\_\_\_\_

**4. .Cuántas familias se abastecen del pozo?**

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5

**6. Forma de sacar el agua del pozo?**

- a. Mecate \_\_\_\_\_
- b. Bomba Eléctrica \_\_\_\_\_
- c. Bomba hechiza\_\_\_\_\_

**7. Le da algún tipo de tratamiento al agua del pozo de consumo Humano?**

- a. Si\_\_\_\_\_
- b. No\_\_\_\_\_

**8. ¿Qué tipo de tratamiento?**

- a. Cloro\_\_\_\_\_
- b. Abate\_\_\_\_\_
- c. Abate y cloro\_\_\_\_\_
- d. Ninguno\_\_\_\_\_

**9. ¿Cada cuánto le da tratamiento?**

- a. Cada mes\_\_\_\_\_
- b. Cada dos meses\_\_\_\_\_
- c. Más de dos meses\_\_\_\_\_
- d. Nunca\_\_\_\_\_

**10. ¿En qué meses ha observado que se baja el nivel del agua del pozo?**

- a. De enero-abril\_\_\_\_\_
- b. Mayo-Agosto\_\_\_\_\_
- c. Septiembre-Diciembre\_\_\_\_\_
- d. Nunca\_\_\_\_\_

Observaciones: Inclúyase tratamiento para consumo humano y para control de vectores

**Ubicación:**

**11. Localización del pozo en la propiedad.**

- a. Frente a la casa \_\_\_\_\_
- b. Detrás de la casa\_\_\_\_\_
- c. A lado de la casa\_\_\_\_\_
- d. Dentro de la casa\_\_\_\_\_

**12. El pozo se localiza el pozo junto a:**

- a. Baño \_\_\_\_\_
- b. Lavadero \_\_\_\_\_
- c. Letrina\_\_\_\_\_
- d. Pilas para almacenar agua: \_\_\_\_\_
- e. Letrinas\_\_\_\_\_
- f. Baños, lavaderos y pilas\_\_\_\_\_
- g. Baños, lavaderos y letrinas\_\_\_\_\_
- h. Baño y lavadero\_\_\_\_\_
- i. Todas las anteriores\_\_\_\_\_
- j. Ninguna de las anteriores\_\_\_\_\_

**13. ¿A cuántos metros se encuentra la letrina del pozo?**

- a. 5-10\_\_\_\_\_
- b. 11-15\_\_\_\_\_
- c. 16-20\_\_\_\_\_

- d. 21-25\_\_\_\_\_
- e. 26-30\_\_\_\_\_
- f. 31-35\_\_\_\_\_
- g. 36-40\_\_\_\_\_

**14. ¿La letrina está en un terreno más alto que el pozo?**

- a. Si\_\_\_\_\_
- b. No\_\_\_\_\_

**15. ¿Cada cuánto le da mantenimiento al pozo?**

- a. Cada dos meses\_\_\_\_\_
- b. Cada cuatro meses\_\_\_\_\_
- c. Cada seis meses\_\_\_\_\_

**16. ¿Qué tipo de mantenimiento?**

- a. Lavado\_\_\_\_\_
- b. Avatizado\_\_\_\_\_
- c. Solo clorado\_\_\_\_\_
- d. Lavado y clorado\_\_\_\_\_
- e. Ninguno de los anteriores\_\_\_\_\_

**17. ¿Cuántas veces en el año ha picado el pozo?**

- a. Una vez: \_\_\_\_\_
- b. Dos veces: \_\_\_\_\_
- c. Tres veces: \_\_\_\_\_
- d. Más de tres veces: \_\_\_\_\_
- e. Ninguna de las anteriores: \_\_\_\_\_

**Tabla del número más probable.**

TABLA N° 1					
Tubos con reacción positiva entre:			Indice MPN/100 mL	Límite de Confianza 95 %	
3 tubos de 10 mL	3 tubos de 1 mL	3 tubos de 0,1 mL		Límite Inferior	Límite Superior
0	0	1	<b>3</b>	≥ 0,5	9
0	1	0	<b>3</b>	≥ 0,5	13
1	0	0	<b>4</b>	≥ 0,5	20
1	0	1	<b>7</b>	1	21
1	1	0	<b>7</b>	1	23
1	1	1	<b>11</b>	3	36
1	2	0	<b>11</b>	3	36
2	0	0	<b>9</b>	1	36
2	0	1	<b>14</b>	3	37
2	1	0	<b>15</b>	3	44
2	1	1	<b>20</b>	7	89
2	2	0	<b>21</b>	4	47
2	2	1	<b>28</b>	10	149
3	0	0	<b>23</b>	4	120
3	0	1	<b>39</b>	7	130
3	0	2	<b>64</b>	15	379
3	1	0	<b>43</b>	7	210
3	1	1	<b>75</b>	14	230
3	1	2	<b>120</b>	30	380
3	2	0	<b>93</b>	15	380
3	2	1	<b>150</b>	30	440
3	2	2	<b>210</b>	35	470
3	3	0	<b>240</b>	36	1300
3	3	1	<b>460</b>	71	2400
3	3	2	<b>1100</b>	150	4800

*Foto1. Toma de muestras de agua*





*Foto2. Ubicación de pozos cerca de letrina.*





*Foto3. Pozo que no cumplen con infraestructura.*

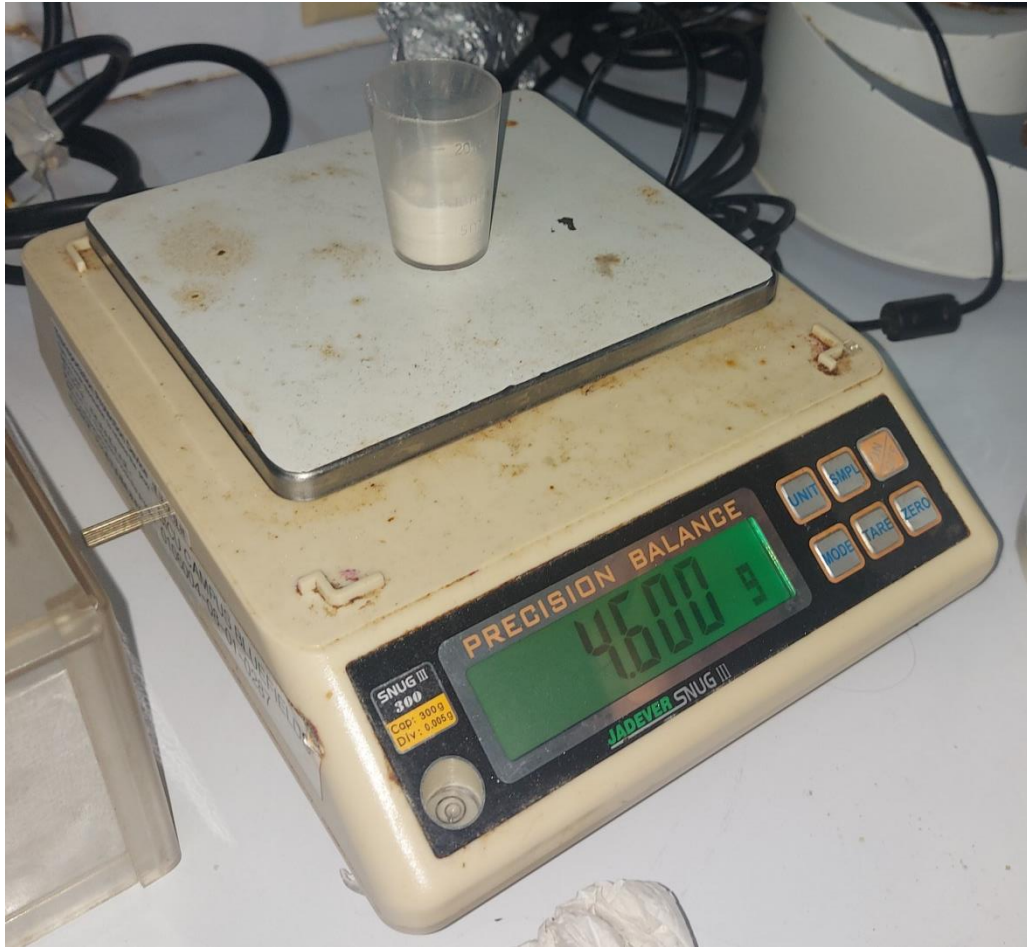




*Foto4. Pozo con infraestructura adecuada (pozo comunal)*



Foto 5. Balanza de Precision.



***Foto 6. Tubos de Ensayo y pipeta.***



***Foto 7. Estufa u Hotel Plate y Medio de Cultivo Erlen Meyer.***





Imagen 8. Refractometro de sal.





Foto 9. Procesamiento para el análisis de las muestras de agua



*Foto 10. Medición de conductividad eléctrica y PH de las muestras de agua.*





**Foto 11. Medición de turbidez de las muestras de agua.**



**Foto 12 y 13. Procesamiento para el análisis bacteriológico de las muestras de agua en la incubadora.**



*Foto 14. Resultados positivos de coliformes termotolerantes , tubos de color amarillo.*





*Foto 15. Resultados positivos de coliformes termotolerantes - tubos de color amarillo*

