



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Recinto Universitario “Rubén Darío”

Facultad de Ciencias e Ingenierías

Departamento de Biología

Seminario de Graduación para optar al Título de Licenciados en Biología con Mención  
en Administración de los Recursos Naturales.

Calidad del Agua en la Fuente de Abastecimiento, Pozo “UNAN – RURD”, del Recinto  
Universitario “Rubén Darío” en el mes de noviembre- 2019.

**Autores: Br. Belia Aydalila Mena Aburto.**

**Br. Luis Manuel Romero López**

Tutor: MSc. Alba González Sequeira.

Managua, Nicaragua,

Diciembre, 2019

## **DEDICATORIA**

*A Dios creador de la vida y a María Santísima, en la cual pongo mi confianza y por darme, salud, sabiduría y la fuerza para cumplir mis metas.*

*A Mi Familia; mis padres, Santiago Mena y Belia Aburto por darme la vida y verme crecer, enseñarme que con ayuda de Dios, los valores que me han enseñado y trabajado duro se puede cumplir las metas, y que al igual que mis hermanos, Bismarck y Henry Mena me han apoyado y llenado de amor la vida.*

*A la familia Ramírez Aburto; por el apoyo que me han dado en momentos difíciles, si ellos no hubiera logrados llegar a esta meta, mi tío Julio Ramírez y mis primas, Scarlett Ramírez y Diana Ramírez, por cada una de las ayudas a mi familia.*

*Sin dejar atrás a la persona que conformo esta hermosa familia y por la que también me siento parte de ella, mi tía Herenia Aydalila Aburto, que tengo por seguro que desde el cielo, junto con su padre y mi abuelito Lorenzo Aburto se alegran por verme culminar mi carrera universitaria, y cumplir las metas que me propongo, gracias por el amor que me dieron durante sus vidas y por el permitir conocerlos en esta vida, los llevo siempre en mi corazón.*

***Belia Aydalila Mena Aburto***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios y a María mi madre por la vida, sabiduría que me han dado.*

*A mi familia, mis padres Santiago Mena y Belia Aburto, mis hermanos Bismarck y Henry; a la familia Ramírez Aburto, mi novio Enyel Espinoza por sus enseñanzas, apoyo, consejos y Amor incondicional que me han dado para animarme en el momento de cumplir mis metas.*

*A los docentes de la UNAN –Managua, del departamento de biología por transmitirme sus conocimientos, en especial a la tutora del presente, MSc. Alba González Sequeira, por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo; mi compañero Luis Romero por ser el complemento restante para su elaboración y obtener excelentes resultados en este estudio.*

*A las organización, ANDECU y ACOEN por su apoyo a las mujeres de mi país y la ayuda obtenida por parte de Amalia González Fournier e Isolda Mendieta por tomarme en cuenta para compartir mis conocimientos en el cetro educativo Vega Baja, del cual también fui alumna de mujeres que quiere sacar adelante este hermoso país.*

*A los Administrativos del Recinto Universitario Rubén Darío, UNAN- Managua, por su apoyo y conceder el acceso a la fuente de abastecimiento de agua potable y de esta manera realizar el presente estudio.*

***Belia Aydalila Mena Aburto***

## **DEDICATORIA**

*El presente documento lo dedico, en primer lugar a Dios porque sin El no soy nada ni nadie, a la Virgen que intercede por mí en cada paso de mi vida, a mi madre que me ha inspirado a dar lo mejor de mí, a mi esposa e hijo que son mi motor para luchar y ser mejor cada día.*

***Luis Manuel Romero López***

## **AGRADECIMIENTO**

*Primeramente agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – Managua por haber abierto las puertas de su seno científico para poder culminar mi carrera con éxito, así como también por haber permitido que realizado nuestro seminario en su instalaciones.*

*A los docentes quienes han entregado parte de su vida para formar grandes profesionales.*

*Agradezco también a nuestra tutora, Msc. Alba González por haber compartido sus cocimientos y consejos, sobre todo por haber tenido la paciencia de guiarnos durante todo el desarrollo.*

*Mi agradecimiento va también va dirigido a mi compañera de trabajo, Lic. Belia Mena, por todo su apoyo durante todo el proceso.*

***Luis Manuel Romero López***

## CONTENIDO

<b>I INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>II ANTECEDENTES</b> .....	<b>6</b>
<b>III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b> .....	<b>7</b>
<b>IV JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>V OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>9</b>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	9
<b>VI PREGUNTAS DIRECTRIZ</b> .....	<b>10</b>
<b>VII MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
GENERALIDADES DEL AGUA .....	11
PROPIEDADES DEL AGUA.....	11
Propiedades Físico-Químicas del agua .....	11
Propiedades Biológicas .....	12
AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	13
Aguas Superficiales .....	13
Aguas Subterráneas .....	13
CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	13
AGUA CRUDA.....	13
AGUA NATURAL .....	13
AGUAS POTABLE .....	13
CALIDAD DEL AGUA.....	14
INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA .....	14
Indicadores Físicos .....	14
Indicadores Químicos .....	14
Indicadores Biológicos .....	14
PARÁMETROS DE ANÁLISIS DEL AGUA .....	15
Parámetros Físicos .....	15
Parámetros Químicos .....	17
Parámetros Biológicos .....	21
Normas CAPRE.....	22
Descripción del Pozo UNAN – RURD .....	22
<b>VIII DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>23</b>
Tipo de estudio .....	23

Ubicación del estudio .....	23
Muestra .....	23
Criterios de inclusión .....	23
<b>VARIABLES</b> .....	24
Variables independientes .....	24
Variables Dependientes .....	24
OPERACIÓN DE LAS VARIABLES .....	24
<b>MATERIALES PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN</b> .....	25
<b>MATERIALES PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN</b> .....	25
<b>MÉTODO</b> .....	25
<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b> .....	25
Equipos .....	26
Materiales .....	26
<b>MÉTODO OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS</b> .....	27
Los recipientes serán identificados de la siguiente manera. ....	27
Procedimiento de toma de muestra .....	27
Las muestras de almacenara de la siguiente manera: .....	27
<b>IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	29
<b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	29
Físico Químico .....	29
Turbidez .....	29
Temperatura .....	29
Potencial de Hidrogeno .....	29
Conductividad eléctrica .....	30
Sólidos Disueltos Totales y Color Veredero .....	30
Calcio .....	30
Sodio .....	31
Potasio .....	31
Magnesio .....	31
Carbonatos y Bicarbonatos .....	32
Cloruros .....	32
Nitrato .....	32
Sulfatos .....	32
Dureza total CaCO <sub>3</sub> .....	32
Alcalinidad total CaCO <sub>3</sub> y Alcalinidad a la Fenolftaleína .....	32
Sílice Reactiva Disuelta .....	33
Nitritos .....	33
Hierro total .....	33
Fluoruros .....	33
Amonio .....	34
Balance iónico de las muestras .....	34
Biológicos .....	35
Coliformes Totales, Coliformes Termotolerables y Escherichia coli .....	35

<b>X CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>XI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>41</b>
Anexos I.....	41
Cuadro 1. Para comparación de resultados con las normas CAPRE.....	41
<b>Anexo II .....</b>	<b>44</b>
<b>Unidades de Medida .....</b>	<b>44</b>
<b>Anexos III .....</b>	<b>45</b>
Ubicación del pozo UNAN RURD.....	45
<b>Anexo IV .....</b>	<b>46</b>
Fotografías del muestreo.....	46
<b>Anexo V.....</b>	<b>46</b>
PREGUNTAS DE ENTREVISTA A PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	49
<b>Anexos VI. ....</b>	<b>49</b>
<b>RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ENTREVISTA A PERSONAL DE</b>	
<b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>50</b>
<b>Anexo VII .....</b>	<b>51</b>
<b>Resultados de las muestras analizadas por laboratorios del Centro de Investigación de Recursos</b>	
<b>Hídricos (CIRA – UNAN).....</b>	<b>51</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

El agua, es uno de los recursos esenciales para los seres vivos es voluble, limitado y escaso en los últimos años, no existen una conciencia globalizada sobre manejo de este recurso.

Nicaragua es un país privilegiado desde el punto de vista hidrográfico, está dividido en dos grandes vertientes; la del pacífico y del atlántico, el suministro aproximado es de 220 millones de metros cúbicos de las cuales la mayor parte es suministrada por fuentes subterráneas.

Investigaciones realizadas por el Centro de Investigaciones de Recursos Acuáticos CIRA/ UNAN, han revelado que pesar de la cantidad del agua que posee el país; existen áreas de escasez hídrica debido a la distribución irregular. La deforestación, los fenómenos climatológicos del niño y la niña, las tormentas tropicales que cada vez son más intensas, provoca que los suelos se erosionen propiciando una alta contaminación del agua.

Los controles de calidad del agua son de importantes, para el monitoreo, del agua que es consumida. La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN – RURD) ha realizado diversos estudios en las cuales se ha podido comparar la calidad de agua en distintas áreas de nuestro país.

En este estudio se pretende evaluar la calidad del agua del “pozo UNAN-RURD”, comparando los parámetros, físico- químico- biológico del agua, “normas de calidad de agua para consumo humano (en adelante normas CAPRE) publicadas por la CAPRE 1993 donde indica en su título I artículo 3”, las cuales tienen como objetivos proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento del agua (P3). Y las cuales Nicaragua es miembro del acuerdo al adscrito

## **II. ANTECEDENTES**

En agosto 2012, en el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA/UNAN), se registró una muestra de agua natural identificada como grifo del pozo de la “UNAN/Managua” en el que solicitaba por parte de la universidad un estudio físico-químico y microbiológico de gran prioridad para garantizar la calidad del agua para uso de consumo humano.

Como seguimiento a este dato en 2013, se realizó un estudio de calidad del agua de consumo humano. “Aplicación de Métodos Analíticos Normalizados para determinar Hierro total (Fe), Cloruro (Cl), y Nitritos (NO<sub>2</sub>-) en muestras de agua potable del pozo de la UNAN- Managua y la abastecida por ENACAL”. (Fuentes, 2014). Implementaron métodos físicos y químicos normalizados, estas muestras fueron tomados de un grifo que está a pocos metros de pozo, este documento contiene datos obtenidos de la propia fuente de abastecimiento “pozo UNAN – RURD”.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El agua es uno de los recursos esenciales para la vida en nuestro planeta por lo que es de vital importancia la conservación, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumos humano, es una de la herramienta utilizada para conocer si el agua que a diario consumimos y utilizamos es apta para actividades cotidianas de la vida diaria. “La buena calidad de agua para consumo humano asegura al consumidor su protección contra la presencia de agentes patógenos y compuestos físicos y químicos perjudiciales a su salud”. (Rojas, 2002, P6).

Nicaragua es uno de los países privilegiados en cuanto recurso hídrico se refiere, los que los posiciona por encima de los demás países Centro Americanos, a pesar de esto el país no está exento de la contaminación, de las fuentes superficiales y subterráneas. Produciendo escasez y desabastecimiento del agua en nuestro país.

En la UNAN – Managua, se ha realizado varios estudios relacionados con la calidad de agua potable en distintos punto del país, sin embargo, se han realizados muy pocos estudios publicados de las fuentes de abastecimientos del Recinto Universitario Rubén Darío.

Haciéndose necesario conocer cuál es la calidad de agua, que consumen los estudiantes, trabajadores y visitante que permanecen en el recinto, este cuenta con pozo propio el cual abastece parte del centro de estudios superiores. Es de vital importancia evaluar la calidad del agua de esta fuente de abastecimiento y vigilar si cumple con el parámetro de calidad de agua para Centro América, República Dominicana y Panamá.

## **IV. JUSTIFICACIÓN**

El Recinto Universitario Rubén Darío, UNAN-Mangua, según (Acuña & Mayorga, 2009) posee el mayor número de población estudiantil, docente y administrativo, (P, 47) Más que de los demás recintos de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, esto por ser recinto principal de este centro estudios superiores. Parte esta población consumen agua proveniente del pozo “UNAN-RURD”, sometido a un alta de demanda de consumo diario, por lo cual hemos preguntado; ¿Cuál es la calidad del agua de la fuente de abastecimiento de la del Recinto Universitario Rubén Darío?

El último estudio realizado en 2013, Cumplía con los parámetros establecidos de calidad de agua, en el estudio sólo se analizaron datos físico-químicos del agua de consumo del Recinto Universitario Rubén Darío, por lo cual se hace necesario actualizar los datos y agregar las características biológicas que el agua puedan tener actualmente en la fuente de abastecimiento.

Estos datos se obtendrán por medio de muestras, del pozo “UNAN- RURD”, Posteriormente se llevarán al centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA-UNAN) para el análisis en laboratorio.

Los resultados obtenidos se compararan con las normas CAPRE y determinará si la calidad del agua siguen cumpliendo los parámetros establecidos con dichas normas, de esta manera comprobar que el control del proceso está siendo el adecuado, garantizado que la calidad del agua sea aceptable para el consumo de la población estudiantil, académica y administrativa que permanece y visita en el Recinto Universitario Rubén Darío, de la UNAN- Managua, además de hacer conciencia del consumos adecuado de este valioso recurso.

## **V. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Evaluar la calidad del agua en el pozo del Recinto Universitario Rubén Darío en el mes de Noviembre.

### **ESPECÍFICOS:**

- Determinar la calidad del agua, de la fuente hídrica que abastecen parte del Recinto Universitario Rubén Darío.
- Indicar las características físico- químicas- biológica de las fuentes de abastecimiento.
- Comparar los resultados obtenidos de las muestras conforme a las normas CAPRE.

## **VI. PREGUNTAS DIRECTRIZ**

¿Cuál es la calidad el agua de la fuente de abastecimiento en el Recinto Universitario Rubén Darío en el mes de noviembre de 2019?

¿Cuál es la calidad físico- químico – biológica de las aguas de pozo de UNAN- RURD?

¿Cuáles de los parámetros de las normas establecidas por CAPRE concuerdan en el estudio?

## **VII. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. GENERALIDADES DEL AGUA**

El agua es una sustancia cuya molécula es formada por dos átomos de hidrógeno y una de oxígeno (H<sub>2</sub>O). El agua es un recurso renovable pero finito Esencial para la supervivencia Fernández Cirelli (2012). De todas las formas conocidas de la vida el termino agua generalmente, se refiere a la sustancias que su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida en los glaciares y casquete polares y en gas en la atmosfera terrestre.

El agua es un líquido, inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. La presión atmosférica de 1atm, el punto de fusión del agua es de 0°C, cristaliza en sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande a congelarse. (Castañeda, García, Maldonado & Romero, 2000).

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la tierra, así como los que llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tiene lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es disolución.

Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella. La atracción entre el hidrogeno de una molécula con el de otra tienen la fuerza suficiente para producir un agrupamiento de moléculas. Cuidado del Agua, Ánimo, (SF).

La fuerza de atracción entre el hidrogeno de una molécula con el oxígeno, de otra es de tal magnitud que se puede incluir en los denominados enlaces de puente de hidrógenos. Estos enlaces son los que dan lugar al aumento de volumen, del agua sólida y a las estructuras hexagonales de que se habló anteriormente.

### **7.2. PROPIEDADES DEL AGUA**

#### **Propiedades Físico-Químicas del agua**

Según el Centro de Investigación Social y Educación Popular, Pérez 2005. “Químicamente hablando el agua está compuesto de Hidrogeno y Oxigeno H<sub>2</sub>O lo cual indica que esta

contiene dos moléculas de Hidrogeno y una de Oxigeno”, a pesar de que ser líquida incoloro, inodoro e insípido. (P.15). esta sustancia es esencial para la vida, sin ella no podríamos hacer los procesos de hidrolisis y la fotosíntesis en las plantas contiene la siguientes propiedades.

- Presenta un punto de ebullición de, 373k (100° C) a presión de atm
- Tiene un punto de fusión de 273k (0°C) a presión de 1 atm.
- El agua pura no conduce la electricidad, (el agua pura o agua destilada de libre de sales y minerales).
- Es un líquido e inodoro e insípido.
- Tiene una tensión superficial, cuando la superficie de los líquidos se comporta como una película capaz de alargarse y al mismo tiempo ofrece cierta resistencia al intentar romperla y esta propiedad ayuda a que algunas cosas muy ligeras se detenga e la superficie del agua.
- Tiene una alta capilaridad, que es alto el ascenso o descenso de un líquido, dentro de un capilar.
- La capacidad calorífica del agua es mayor que la de otros líquidos.
- Reacciona con óxidos ácidos
- Reacciona con los óxidos básicos
- Reacciona con metales
- Reacciona con no metales
- Es una de las sales formado hidratos

### ***Propiedades Biológicas***

Biológicamente hablando. Propiedades y Funciones Biológicas del Agua. Carbajal & Gonzales, 2012. “El agua es para los seres vivos el líquido que produce el proceso de la vida, la supervivencia s de las células depende la capacidad para mantener el volumen de las células y las homeostasia” (P.64) es fundamental para prácticamente todos los procesos biológicos.

Sin embargo aunque dependemos, de ella los organismos no son capaces de sintetizar alta concentraciones del agua, o bien realizar una adecuada síntesis cuando el agua contiene tiene

altas concentraciones fisicoquímicas, contaminantes biológicos, como microorganismos o hongos.

### **7.3. AGUAS SUPERFICIALES Y AGUAS SUBTERRÁNEAS**

#### **Aguas Superficiales**

Según la Ley General de Aguas Nacionales, de la Republica de Nicaragua (siguiente ley N° 620), en su Título I, Cap.III, Arto.12. Señala que, “Son aquellas que influyen sobre la superficie de la tierra, de forma permanente o intermitente y que conforman los ríos lagos y lagunas”. De manera que esta aguas fluyen por gravedad, desde las fuentes hasta el mar o lagos por de microcuencas y cuencas.

#### **Aguas Subterráneas**

En la Ley 260 Título I, Cap.III, Arto12. Señala. “Agua que se infiltra y satura el suelo o las rocas, se almacena y a su vez abastece a cuerpos superficiales de agua, así como a los manantiales y acuíferos las aguas se clasifican en subterráneas profundas y subterráneas someras”. En sus mayoría son aguas dulces, aproximadamente constituyen en 3 porciento de agua a nivel mundial.

### **7.4. CONTAMINACIÓN DEL AGUA**

Grado de concentración de elementos químicos, físicos, biológicos o energéticos presentes en el agua por encima del cual se produce un rechazo por parte del consumidor o se pone en el Riesgo la salud personal y la calidad del ambiente. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), 2017, p7.

#### **7.5. AGUA CRUDA**

Son las aguas naturales, que no han sido sometidos a ningún tipo de tratamiento.

#### **7.6. AGUA NATURAL**

Aquellas cuyas propiedades originales no han sido modificadas, por el humano.

#### **7.7. AGUAS POTABLE**

Es el agua que cumple con los requisitos de calidad, establecidas por normas de calidad de agua.

## **7.8. CALIDAD DEL AGUA**

Termino que hace referencia a la descripción, de las diferentes característica físicas químicas y bacteriológicas que presenta el agua adecuando estas características a los diversos usos que se le pueden dar. La calidad del agua es un parámetro importante que afecta a todos los aspectos de los ecosistemas y del bienestar humano, como la salud de una comunidad, actividades económicas, la salud de los ecosistemas y la diversidad biológica. Por consiguiente, localidad del agua influye también en la pobreza humana, la riqueza y los niveles de educación.

De acuerdo a la organización mundial de la salud (OMS, 1989) en términos generales el termino calidad de aguas sirve para determinar el grado de contaminación que presenta el recurso hídrico y las posibles formas de remediación de dicha contaminación de constituyentes química Biológicos que presenta el agua.

## **7.9. INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA**

### **Indicadores Físicos**

Según Glynn & Heinke (1999). todo indicador físico es el que visualiza el aspecto y estado del agua, así como, espumas, residuos de a cualquier tipo, la temperatura que se encuentra, entre los principales: temperatura turbidez, solidos suspendidos totales entre otros.

### **Indicadores Químicos**

El análisis de los indicadores químicos nos permite medir los minerales y compuestos presentes, disueltos o en suspensión presente en el agua que se requiere tratar o evaluar para su posible consumo humano, entre los que están: nitratos, alcalidad total magnesio, hierro entre otros (Glynn & heinke, 1999).

### **Indicadores Biológicos**

En principal indicador biológico presente en el agua son los coliformes, estos se determinan por medio de la variación en concentración y presencia de determinadas comunidades de bacterias, formación de colonias presentes en el agua como la *Escherichi coli* (Arcos, 2005).

## **7.10. PARÁMETROS DE ANÁLISIS DEL AGUA**

### **Parámetros Físicos**

#### **Temperatura**

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección, los procesos de mezcla, floculación, sedimentación filtración. Una importante alteración del agua es la contaminación térmica que afecta diversos aspectos de los ecosistemas acuáticos (Lenntech, 2010). Asimismo la temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otro componente inorgánicos y contaminantes químicos que afecta al sabor del agua. (OMS, 2006), (Como lo indica Velásquez & Medina,2015).

#### **Potencial de Hidrogeno (pH)**

El pH es una variable muy importante en la evaluación de la calidad del agua ya que influencia muchos procesos químicos y biológicos dentro de un cuerpo de agua y todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento de agua.

De acuerdo a Chang (2006), el valor del pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra a básica, al calcular el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, donde el número 7 indica que la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es acida y los valores por encima indican que la sustancia es básica. Cuando una sustancia es neutra es número de los átomos de hidrogeno y oxhidrilo son iguales. Cuando el número de átomos de hidrogeno ( $H^+$ ) excede el número de átomos de oxhidrilos ( $OH^-$ ), la sustancia es ácida.

#### **Conductividad Eléctrica**

En el 2001, Jiménez señalo. que la conductividad representa la capacidad de una solución para transmitir una corriente eléctrica, su valor depende del tipo de iones involucrados, concentraciones estado de oxidación de los mismos, así como la concentración relativa de cada una y la temperatura, las soluciones acidad básicas y sales son buenas conectoras pero las de compuestos orgánicos lo son escasa o nulantes.

La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales o sólidos disueltos que tiene una agua natural los iones en solución tiene cargas positivas y negativas; estas hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores, si el agua tiene un numero grande de iones disueltos su conductividad va hacer mayor (Jiménez, 2001).

Una conductividad elevada en el agua puede generar efectos de sabor, debido a que ésta contiene alta concentración de sales disueltas; por el contrario, una conductividad muy reducida puede resultar inaceptable, ya que la pequeña cantidad de sales puede comunicar al agua insipidez.

### **Sólidos Disueltos totales**

Los sólidos disueltos, tales como limo arena, y virus, son generalmente responsables de la impureza invisible. La materia disuelta consiste en partículas muy pequeñas que no se pueden quitar por medio de deposición puede ser identificada con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, sabor, color y olor. (Gesta Agua, S.f).

### **Color Verdadero**

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones de espectro visible, normalmente se mide en laboratorio por comparación de estándar arbitrario a ase de cloruro de cobalto,  $Cl_2Co$  ( ver anexo2)y cloroplatiato de potasio,  $Cl_6PtK_2$  (ver anexo 2) y se expresa e una escala de unidades Pt-Co( unidades Hazen) o Pt las aguas superficiales puede alcanzar varios centenares de ppm de Pt , OMS, 1998.

El color de las aguas puede deberse a la presencia de materia orgánica, la que al degradarse elimina sustancias químicas de color; frecuentemente se encuentran coloreadas hasta llegar a ser inaceptables, tanto para su uso doméstico como para ciertos procesos industriales, si previamente no se realiza tratamiento alguno para remover el color, estas puede ser materia como: como hojas y madera en varios estados de descomposición; estos extractos vegetales se denominan sustancias húmicas. O bien algunas algas ya que poseen pigmentos en la clorofila. El color en el agua también puede deberse a la presencia de hierro y otros metales como el manganeso, el cobre. (Gesta, Agua, Sf).

## **Turbidez**

La turbidez en el agua se debe a la presencia de materias en suspensión finamente divididas, como: arcillas, limos y partículas de sílice, provenientes de la erosión del suelo. Pueden deberse también a materias orgánicas, descargas de agua residual, desechos industriales y, a la presencia de algas y ciertos crecimientos de algas.

El tamaño de las partículas causante de la turbidez del agua, varía desde partículas finas de dispersiones coloidales hasta dispersiones de partículas gruesas, dependiendo del grado de turbulencia. La turbidez se mide en NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersa. Manual de Teoría y Prácticas de Análisis de Aguas.- Pauta, 1998.

## **Parámetros Químicos**

### **Calcio**

El calcio es esencial para la nutrición humana. También ayuda a mantener la estructura de las células de las plantas. Es deseable en las aguas de riego debido a que mejora la estructura del suelo. Las altas concentraciones de calcio en el agua no son dañinas para la mayoría de los organismos acuáticos y puede más bien reducir la toxicidad en peces de algunos químicos. Beita, 2008.

### **Magnesio**

Las sales de magnesio se encuentran como carbonato  $MgCO_3$  (Magnesita),  $CaCO_3 - MgCO_3$  (Dolomita), así como también en forma de sulfato fácilmente soluble. A excepción del sulfato que se disuelve relativamente bien en el agua.

El Mg influye en la síntesis de proteínas, en la producción de energía, en el correcto funcionamiento del sistema nervioso y en el mecanismo de contracción muscular. Juega un papel vital en la transmisión de los impulsos nerviosos a través de los músculos y los nervios.

“El uno de los metales más ligeros, en la industria debido a su peso y capacidad para formar aleaciones mecánicamente resistentes. Los iones de magnesio disueltos en agua forman depósitos en las tuberías y alcantarinas, cuando en agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado magnesio. Esto se puede evitar con ablandadores”, .Beita, 2008(p.24).

## **Sodio**

Los compuestos de sodio finalizan de forma natural en el agua, procede de rocas y de suelos. Además del mar, también encontramos concentraciones significantes de sodio en los ríos y en los lagos. Sin embargo estas concentraciones son mucho más bajas, su valor depende de las condiciones geológicas y de la contaminación por aguas residuales.

Los compuestos del sodio se utilizan en muchos procesos industriales, y en muchas ocasiones van a parar a aguas residuales de procedencia industrial. Se aplican en metalurgia y como agente refrigerante para reactores nucleares. El nitrato de sodio se aplica frecuentemente como un fertilizante sintético.

## **Potasio**

El potasio un catión que se encuentra en menor concentración que el sodio en el agua de nacientes, es considerado vital para el ser humano debido a que regula procesos renales, hepáticos, así como la regulación celular de los equilibrios electrolíticos, así como la carga y descarga de energía por las células neuromusculares que controlan las acciones del sistema digestivo, el corazón y otros músculos. El agua de mar contiene 380 ppm, lo cual significa que el potasio es el sexto más abundante en solución. Elevados niveles de potasio soluble en el agua pueden causar daños a las semillas en germinación, inhiben la toma de otros minerales y reducen la calidad de los cultivos. (Lenntech 2014).

## **Cloruro**

Están presentes en todas las aguas naturales en concentraciones variables, su contenido generalmente aumenta a medida que aumenta el contenido mineral del agua.

Genera un sabor desagradable en el agua, pueden causar corrosión en canalizaciones y depósitos.

Cloruros, fosfatos y nitritos son indicadores típicos de contaminación residual doméstica vertida a un cauce natural. Esto, además, puede servir de señal de alerta acerca de la probabilidad de que el agua presente contaminación también de carácter microbiológico patógeno e indeseable. En aguas naturales, la concentración es esencial para la biota terrestre y acuática debidos a su solubilidad reacciona a movimiento del agua, Osorio 2000 p.40.

## **Nitratos**

AWWA (1999) cita a National Academy of Sciences Committee on Nitrite ad Alternative Curing Agents in Food (1981). “quien establece que el nitrato es uno de los aniones mayores en agua naturales pero su concentración puede verse aumentada debido a la infiltración de nitrógeno proveniente de fertilizantes o tanques sépticos la concentración promedio de nitrato – nitrógeno ( $N-NO_3$ ) en agua superficial ronda de 0.2 a 2.0 mg/L”.

Consultoría de agua (2009) estale que los nitratos ( $NO_3$ ) sosales muy solubles, derivados del nitrógeno, que se puede encontrar en alimentos y agua de consumo se derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitario e industriales, y del uso como aditivos de alimentos.

## **Sulfatos**

Los sulfatos en el agua proceden generalmente de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos, su concentración aumenta a medida que aumenta el grado de mineralización del agua; mayores concentraciones se encuentran en las aguas subterráneas.

Los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de menas de sulfatos (minerales lixiviados), le presencia de esquistos (rocas fragmentadas), es uno de los principales constituyentes disueltos en el agua. Las bacterias, que atacan y reducen los sulfatos, hacen que se conformen sulfuro de hidrogeno gaseoso. Si el sulfato en el agua supera los 205 ml/L, produce un sabor amargo que la hace desagradable al consumir. Los altos nivel de sulfatos hace que las tuberías se corroan pro ello la utilización de tuberías de plástico. Lenntech, 2014.

## **Alcalinidad total como**

Es una expresión de los aniones básicos totales del grupo de los hidroxilos presentes en una solución. También se presenta, la concentración de bicarbonatos, carbonatos y de otras sales de origen rocoso.

La alcalidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos contribuyentes a alcalinidad principalmente sales los iones bicarbonatos ( $HCO_3$ ), carbonatos ( $CO_3$ ) y oxidrilos ( $OH^-$ ) pero también los fosfatos y ácidos silícicos u otros ácidos de carácter débil. También es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación (Cheresmisinoff, 2002).

## **Dureza total**

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes, metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario, y magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos y se expresa en equivalentes de carbonato o bicarbonatos), la cual afecta la formación de espuma de detergentes en contacto del agua y representa a una serie de problemas de incrustaciones en equipos de industria y doméstico y resulta nocivos para los seres humanos. Sf.2017

## **Sílice**

El sílice es uno de los químicos más abundantes de la corteza terrestre (25.5% en peso) las aguas fuertemente básicas puede tener cantidades importantes de sílice iónica, pero son muy raras en la naturaleza. La mayoría del Sílice esta como  $(H_3SiO_4)$ , en forma disuelta, coloidal y solo una pequeña parte esta ionizada  $(H_3SiO_4)$ , a pH propias de las Aguas naturales.

El sílice iónico contribuye en alguna medida a la alcalinidad del agua, aunque el  $CO_3^{2-}$ , juega un papel importante al evitar que el pH incremente, limitando así la solubilidad del sílice. La mayoría de las aguas naturales presentan concentraciones entre 1 y 140 ppm de  $SiO_2$  pudiendo llegar hasta 100ppm en especial las aguas bicarbonatadas sódicas (custodio & Llamas,2001).

## **Nitritos**

La consultoría de agua (2009) afirman que los nitritos son compuestos de nitrógeno relacionados a los nitratos, que se encuentra en suelo, el agua, las plantas y los descompuestos de materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales.

Los nitratos y los nitritos también puede aparecer el agua a causa de la cercanía de vertederos municipales, centros de cría de animales mal gestionados o sistema sépticos defectuosos en el ambiente, los nitritos ( $NO_2^-$ ) generalmente se convierten nitratos ( $NO_3^-$ ), lo que significa que ocurren raramente e agua subterráneas (AWWA 1999).

## **Hierro Total**

Lenntech (2014), indica que el hierro comúnmente se encuentra de forma reducida en los pozos. El óxido de las tuberías y acero también puede incrementar la concentración disuelta de hierro en el agua.

## **Fluoruro**

El flúor es un ion de alta electronegatividad abundante en la corteza terrestre comúnmente se encuentra asociada a formas de fluoruros, este componente de los acuíferos depende de varios factores en especial la presencia de flúor y la dependencia de las rocas se puede encontrar en especial en aguas embotelladas, la sal y en pequeñas cantidades en productos de limpieza dental Galicia Chacón (2011)

Las grandes concentraciones pueden provocar fluorosis dental y esquelética, enfermedades renales, cáncer afectaciones del cerebro y reducción de coeficiente intelectual en los niños.

## **Nitrógeno Amoniacal**

El nitrógeno que proviene de la descomposición de vegetales, animales y excrementos pasa por una serie de transformaciones, en el caso de los vegetales y animales el nitrógeno se encuentra en forma orgánica. Al llegar al agua es rápidamente transformado en nitrógeno amoniacal, pasando después para a nitritos y finalmente a nitratos.

## **Parámetros Biológicos**

### **Coliformes Totales**

Las coliformes totales se caracterizan por su capacidad de fermentar la lactosa entre 35°C y 37°C en 24 horas y producir ácido y gas. Tiene la enzima cromogénica B galactosa que actúa sobre el nutriente indicador ONPG21. Este nutriente es una fuente de carbón y cambia de color en el medio de cultivo. La reacción se detecta por medio de técnica de sustrato definido. Las técnicas de análisis más conocidas son las pruebas de tubos múltiples y la de filtración con membrana OMS (2014).

Estos se producen en el ambiente, proporcionando información sobre el proceso de tratamiento, acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No obstante, o constituye un indicador de contaminación.

## **Coliformes fecales**

Los Coliformes fecales también denominados termotolerables, llamados así porque soportan temperaturas hasta de 45° y fermentan la lactosa a estas. (Carillo & Losano, 2009) en los análisis de agua para consumo humano la presencia de coliformes fecales se considera un indicador de contaminación fecal y es el parámetro más utilizado para el monitoreo de calidad de agua.

### ***Escherichia coli***

La Escherichia coli (E. coli) es una bacteria perteneciente a la familia de las enterobacterias, es un huésped constante en el intestino del hombre y los animales de sangre caliente. Puede acusar graves afectaciones intestinales

## **7.11. Normas CAPRE**

Las normas son un conjunto de condiciones de calidad que, de acuerdo de la legislación vigente, debe cumplir el agua en las diferentes fases del ciclo hidrológico.

Las normas CAPRE tiene con objetivo proteger la salud pública, estableciendo requisitos básicos a los cuales respondan a la calidad del agua suministrada para los servíos básicos lo que deben corresponder con los parámetros establecidos la consumo humano y doméstico

### **Descripción del Pozo UNAN – RURD**

El Pozo UNAN – RURD es localizado en, 1338478 latitud Norte, 579032, longitud unidades UTN, fundado en el año 2009, se encuentra en una zona privilegiada por la estructura del suelo de tipo arenosa, cubierta de ceniza liviana, limo, la formación boscosa ya que está en el área verde del recinto, es poco intervenido antropogenicamente debido se encuentra en vigilancia en la periferia por el Ejército Nacional y los Guardas de seguridad del centro de estudios superiores y en el área de los pabellones impares del Recinto Universitario Rubén Darío.

El pozo abastece las 1 y 2 zonas del centro, Posee una tubería metálica de 4 pulgadas de diámetro, y cuenta con un sistema automatizado, bombea agua unos tanques donde se realiza la aplicación de cloro puro a una proporción 12% por cada 250 litro de agua bombeada para el abastecimiento del recinto.

## **VIII. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **Tipo de estudio.**

Según. Hernández, Fernández & Baptista (2014). El presente estudio es de tipo descriptivo y de carácter correlacional, el cual consiste en una descripción de los datos analizados de las muestras en laboratorio, y correlacionar por hacer una comparación del resultado de las muestras, con las normas CAPRE, para la calidad del agua para consumo humano.

### **Ubicación del estudio**

El estudio se llevará a cabo en el en el Recinto Universitario Rubén Darío de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua “UNAN – Managua”, en el mes de noviembre de 2019, en el pozo “UNAN- RURD “Los análisis físicos, químicos, y biológicos será evaluados por el Centro de Investigación de Recursos Acuáticos CIRA/ UNAN. Para después ser comparados y analizados

### **Muestra.**

Las muestras serán tomadas un punto en específico, “pozo, UNAN- RURD”. La muestra se recolectará en recipientes plásticos previamente endulzados con agua destilada se rotulados con fecha hora e identificación de la muestra y en punto del punto de muestreo. Tomando en cuenta el formato de campo del Centro de Investigación de Recursos Hídricos (CIRA-UNAN), algunos de los parámetro físicos para calidad de consumo humano serán analizados in situ el resto será llevado al centro de investigación CIRA para el análisis en laboratorio para su posterior análisis.

### **Criterios de inclusión**

El pozo UNAN RURD, ubicado en el Recinto Universitario Rubén Darío, UNAN -Managua Abastece dos zonas (1 y 2), de cinco zonas en las que está distribuido el abastecimiento de agua potable del recinto.

Criterios de exclusión fuente abastecimiento por ENACAL, zonas número 3,4 y 5.

## VARIABLES

### VARIABLES INDEPENDIENTES

Normas CAPRE, parámetro para establecer la calidad del agua para consumo humano, en Centro América, República Dominicana y Panamá

### VARIABLES DEPENDIENTES

Calidad del agua

Operación de la fuente de abasteciendo

## OPERACIÓN DE LAS VARIABLES

Cuadro 1. Operación de variables

Variable	Tipo	Concepto	Parámetro	Indicador	Valores en unidades en medida
Parámetros de calidad de agua (Normas CAPRE)	Independientes	Los parámetros para establecer la calidad del agua para consumo humano	Bacteriológico	Valor	Negativo/ Positivo
			Físico – químico	Concentración	(mg/L, Ph, μS/cm, UNT)
Calidad del agua	Dependiente	Resultado de laboratorio	Bacteriológico	Valor	Negativo/ Positivo
			Físico- químico	Contracción	(mg/L, Ph, μS/ cm, UNT)
Operación de la fuente abastecimiento	Dependiente	Entrevista al operario del pozo			

Fuentes: Mena – Romero (2019)

## **MATERIALES PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN**

Para la recolección de la información se utilizó tesis monográfica, reportes técnicos institucionales, documentos PDF en sitios de internet, fichas de resumen, fichas técnicas del Centro de Investigación de Recursos Hídricos (CIRA-UNAN) repositorio general de la Universidad Nacional Autónomas de Nicaragua, UNAN.- Managua, Normas de Calidad de Agua de Centro América, República Dominicana, y Panamá Normas CAPRE, Ley General de Aguas Nacionales 620, Guía de Vigilancia y control de calidad de Agua para Consumo humano. Rojas 2012.

## **MATERIALES PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN**

Para la obtención de resultados se realizará un muestreo de la fuente de abastecimiento pozo “UNAN- RURD con la utilización de, “Formato de Cadena de Custodia De Muestras” del CIRA.- UNAN, muestras serán analizadas por el Centro de investigación recursos hídricos CIRA –UNAN.

Los resultados serán comparados con las normativas de calidad de agua para consumo humano para Centro América, República de Dominicana y Panamá (NORMAS CAPRE), de esta manera establecer si los parámetros físicos, químicas y bilógicos del agua de la fuente abastecimiento del Recinto Universitario Rubén Darío, cumple con las características para calidad de aguas.

## **MÉTODO**

El método implementado, es la Evaluación de calidad de agua para consumos humano, en una de las fuentes de abastecimiento de agua potable del Recinto Universitario Rubén Darío de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN- Mangua, donde se abordaron los objetivos planteados según las variables de estudio.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

Para la toma de muestra se utilizaron los siguientes materiales y equipos.

## Equipos

Cuadro 2. de equipos

Equipos	Marca	Modelo
Sonda multiparamétrica para medición de Ph, Conductividad Eléctrica y Temperatura.	THERMO CIENTIFIC	ORION
GPS	Garmin	62s
Cámara fotográfica	NIKON	Complex L830
Computadora	ASUS	X40ABCL0705Y
Calorímetro	Orbeco	Aqua comporator

## Materiales

- Lapiceros.
- Libreta de campo.
- Guantes.
- Papel toalla.
- Marcador permanente.
- Cinta adhesiva.
- Beaker de 500 ml.
- Pizetas de plástico.
- Pipetas plásticas.
- Agua destilada.
- Alcohol.
- Algodón.
- Encendedor.
- Pinzas.
- Guantes de latex.
- Envases de plástico de medio galón y litro.
- Envases de polipropileno de litros.
- Termos.
- Hielo.
- Ácido nítrico concentrado.
- Ácido sulfúrico.

## **MÉTODO OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS**

El método de muestreo es simple, el cual consiste en caracterizar el estado puntual de una fuente de abastecimiento red de distribución, que con anterioridad haya sido estudiada, y de esta manera realizar un seguimiento de la condición del agua potable de la fuente abastecimiento o red. La muestra Se contendrá en recipientes de plástico previamente endulzados con agua destilada, Standard Methods for the examination of wáter and waswater. (Eaton et al.2012).

### **Los recipientes serán identificados de la siguiente manera.**

- Origen de la muestra
- Identificación del punto referencia
- Municipio, departamento.
- Fecha y hora de la captación.
- Otros datos.

### **Procedimiento de toma de muestra**

En pozos deben bombearse de 2 a 5 minutos o hasta desechar unos 25 litros de agua antes de tomar la muestra, luego deben llenarse los recipientes sin derrame hasta el volumen requerido.

### **Las muestras de almacenara de la siguiente manera:**

- Colocar el envase en termo con hielo
- Almacenar en la oscuridad
- Trasladar la muestra cuanto antes al laboratorio.
- Iniciar el análisis antes de que transcurran 10 horas desde la toma de la muestra. O bien de la siguiente manera.

Cuadro 3. Transporte y almacenaje de muestras

Tipo de análisis	Volumen ml	Preservación	Tempo de Almacenamiento
pH	250	Analizar inmediatamente	2H
Color	500	Refrigerar	28 H para CV
Turbidez	500	Analizar inmediatamente o refrigerar oscuro	24 H
CE	500	Refrigerar	28 días
Salinidad	100	Analizar inmediatamente	6 meses
Alcalinidad	500	Refrigerar	24 H
Carbonatos	500		
Bicarbonatos	500		
Dureza Total	500	Refrigerar y analizar tan pronto sea posible	
Calcio	500		
Magnesio	500		
Sodio	500		
Potasio	500		
Cloruros	500	Refrigerar la muestra filtrada	28 días
Sulfatos	500		
Nitratos	500	Analizar inmediatamente o refrigerar muestra filtrada	48 h (28 d muestras Cl <sub>2</sub> )
Nitritos	500	Analizar inmediatamente o refrigerar muestra filtrada	48 h
N- Amoniacal	1000	Analizar inmediatamente o agr.1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado /l de muestra (pH<2) y refrigerar	7 días / 28 días
N- Total	1000	Agr.1 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado /l de muestra (pH<2) y refrigerar	7 días / 28 días
Fe Total	500		
Fluoruro	250	Refrigerar muestra filtrada	28 días
Sílice	250	Refrigerar muestra filtrada	28 días
Boro	200	Ninguna	28 días/6 meses

## **IX. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Después de haber obtenido los resultados por el laboratorio del Centro de Investigación de Recursos Hídricos CIRA – UNAN podemos, podemos Analizar los siguiente,

#### **Físico Químico**

##### **Turbidez**

Los valores de turbiedad más altas en agua superficiales ocurren por escorrentías en época de lluvias, las cuales son ricas en materias minerales. Cuando la turbiedad del agua es alta, habrá muchas partículas suspendidas. Estas partículas sólidas bloquearán la luz solar y evitar que las plantas acuáticas obtengan la luz solar que necesitan para foto síntesis. Las plantas producirán menos oxígeno. (Barrera, 2003), (Ver Anexo 1).

Los resultados para este parámetro está en los valores de 4.5 llegando así estar entre el valores admisible, hay que tomar en cuenta que se aproxima al límite de los valores establecidos, por los cual se debe de mantener en vigilancia de este parámetro el cual, puede representar cambios en tolerancia de consumo. .

##### **Temperatura**

La temperatura en la muestra en la fuente de abastecimiento en campo es de 27.8 °C y en laboratorio es de 25 °C, reconociendo que las muestra está en un rango de temperatura adecuadas para su consumo y utilización, la variación de temperatura debe a la a manipulación y transporte, para su respectivo ingreso y análisis. (Ver Anexo 1).

##### **Potencial de Hidrogeno**

El valor pH cuando se entra en rangos alcalinos puede significar una formación de sustancias corrosivas, en la fuente de abastecimiento o en las redes de distribución. Los resultados obtenidos de muestra están en un promedio entre campo y laboratorio es de Ph 7.93, inclinándose a estar en el rango de ligeramente alcalino. (Ver Anexo 1).

### **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica evalúa la capacidad eléctrica del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución; (fundamentalmente cloruros, nitratos, sulfatos, fosfatos, magnesio y calcio) también permite verificar en forma rápida la variación el contenido de las sales disueltas en el agua superficiales. (Goyenola, 2007).

En los resultados pudimos apreciar que la conductividad de las aguas naturales del pozo es de 450  $\mu\text{m}$ , esto representa una alteración con respecto los valores recomendados establecidos por las normativas CAPRE, sin embargo no representa un riesgo para el consumo humano. (Ver Anexo 1).

### **Sólidos Disueltos Totales y Color Veredero**

El material suspendido en la aguas está compuesto por arcilla, arena, plantón y otros organismos microscópicos; su ingreso a los cuerpos de agua surge, entre otros factores de la erosión del terreno por prácticas agrícolas y también del acarreo de material durante la escorrentía de las aguas de lluvia. Los sólidos pueden adquirir en su superficie nutrientes y diferentes tipos de contaminantes como residuos de plaguicidas; además pueden afectar la penetración de la luz en los cuerpos de agua, (Beita, 2008).

Los resultados de la muestras llevadas al laboratorio fue de 290.83 mg/ L los que nos indica que la muestra es en entre los valores recomendados, haciendo así que las aguas para consumo se de muy buena aceptación referente a este parámetro físico, para la confirmación de parámetro se observó valor del color de las aguas obteniendo un resultado, de  $< 5 \text{ mg} / \text{L}$  Pt –co lo que hace resaltar que tiene un valor estético del agua muy bueno. (Ver Anexo 1).

### **Calcio**

El calcio es un metal alcalinotérreo y uno de los cationes más abundantes en aguas subterráneos y aguas superficiales. Es fácilmente obtenido en forma disuelta de las rocas ricas en minerales que lo contienen como calcita y dolomita, o por el agua de escorrentía o de lluvia. Las sales de calcio junto con las de magnesio provocan la dureza del agua. (Beita, 2008).

Se obtuvieron unos resultado de 28.57 mg/L haciendo que los datos estén del parámetro calcio está en el los rango recomendados de la normativa CAPRE. (Ver Anexo 1).

### **Sodio**

La mayoría de sodio lo encontramos en ríos provenientes de la meteorización de rocas de NaCl, una fracción importante de sodio en las aguas de origen antropogenico, aportado por las escorrentías de aguas domésticas y los fertilizantes.

El resultado de análisis de laboratorio nos refleja un valor de 52.40 mg/L el que a su vez tiene un rango admisible de 200 mg/L referente con la normas CAPRE. (Ver Anexo 1).

### **Potasio**

La solubilidad del ion Potasio es muy elevada, y difícil de precipitar, este efecto es por el cambio de base, y es absorbido de forma muy poco reversible por las arcillas en formación, para formar parte de su estructura, circunstancia que lo diferencia del sodio (Custodio & Llama, 2001).

Los datos obtenidos nos reflejan que el Ion potasio esta sobre el rango permisible, siendo su valor de 16.10 mg/L, cuando el valor aceptable llega a ser de 10.0.mg/L este nivel elevado puede de alguna manera provocar lo que llamamos Hipercalcemia, la cual es una acumulación de potasio en sangre que provoca a su vez cálculos renales por potasio. (Ver Anexo 1).

### **Magnesio**

El Magnesio está presente en las aguas como Ion  $Mg^{2+}$  junto con el Ion  $Ca^{2+}$ , provoca dureza en el agua. Proviene principalmente de los minerales ferromagnéticos y de algunas rocas que contienen carbonatos. Se encuentra también en la clorofila de diferentes compuestos organometalicos, en la materia orgánica y es un elemento esencial para los seres vivos. El aporte en aguas es relevantemente bajo (Beita, 2008)

Los resultados de análisis para Magnesio fueron de 10.59 mg/L, cuando lo permisible es de 50.00 mg/L. (Ver Anexo 1).

### **Carbonatos y Bicarbonatos**

Los Iones bicarbonatos confieren propiedades alcalinas al agua, debido a la capacidad de consumo de ácidos al crear una solución tampón. No son oxidables ni reducibles en aguas naturales y se precipitan con mucha facilidad

Los resultados para Carbonatos fueron  $<2.00$  y para Bicarbonatos fue de  $190.38$  mg/L, (Ver Anexo 1).

### **Cloruros**

La presencia de cloruros en aguas naturales puede atribuirse a la disolución de depósitos de sal. Tiene orígenes similares al Sodio por rocas y meteorización, sus valores admisibles son de  $250.00$  mg/L, en el Laboratorio se obtuvo un resultado de  $28.62$  mg/L. (Ver Anexo 1).

### **Nitrato**

Son de origen de residuos orgánicos vertidos en aguas de zonas urbanas (desechos de origen Humano o animal), industriales (cerveceras, mataderos y azucareras). Así como suelos enriquecidos con abonos nitrogenados por medio de escorrentía superficial.

El valor recomendado para nitratos es de  $50.00$  mg/L y el valor obtenido de análisis de laboratorio fue de  $11.01$  mg/L. (Ver Anexo 1).

### **Sulfatos**

El sulfato es un anión común en el agua, sin embargo, en concentraciones elevadas puede causar diarreas transitorias en el ser humano, provocando deshidratación particularmente en menores de edad. Aquellos adultos que viven en zonas con altas concentraciones de sulfatos en el agua potable se adaptan y no presentan daños a la salud.

Los resultados obtenidos son de  $23.58$  mg/L cuando el nivel admisible es de  $250.00$  mg/L. (Ver Anexo 1).

### **Dureza total $\text{CaCO}_3$**

Los resultados para carbonatos nos revelan una concentración de  $114.84$  mg/L lo que nos indica que los sólidos del agua de la fuente de abastecimiento se encuentran en los rangos permitidos, y demostrando así que el agua es apta para en consumos humano. (Ver Anexo 1).

### **Alcalinidad total $\text{CaCO}_3$ y Alcalinidad a la Fenolftaleína**

Estos dos parámetros nos indican la capacidad que tiene el agua de neutralizar ácidos y representa la suma de las bases tituladas cuando la alcalinidad se encuentra a niveles bajo se corre el riesgo de la contaminación de la fuente de agua, debido a que pierden la capacidad de regular la cantidad de pH de dicha fuente hídrica. (Ver Anexo 1).

El valor obtenido por parte del laboratorio fue de 156.00 mg/L para alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> y de 1.67mg /L. por lo que podemos evaluar que se encuentra en el rango permisible para consumo humano. (Ver Anexo 1).

### **Sílice Reactiva Disuelta**

La sílice nos demuestran a la capacidad que tiene el agua de cambiar de estado físico, con respecto al pH para que este pueda regular el potencial de hidrogeno, para no tornarse ácida y no se pueda contaminar con facilidad, el valor que se obtuvo fue de 51.56 mg/L. un aumento del límite de este parámetro puede ser también perjudicial causando enfermedades de tipo renal. (Ver Anexo 1).

### **Nitritos**

Los nitritos nos indican la actividad bacteriológica y es considerado un indicador de contaminación, el nitrito es encontrado en bajas concentraciones en ambiente bien oxigenados, en algunas ocasiones este dato puede causar enfermedades, en algunos peces o causar una intoxicación para una variedad de especies <0.007 mg/L con respecto a las normativas CAPRE el valor se considera admisible. (Ver Anexo 1).

### **Hierro total**

El Hierro que ingresa al agua potable es proveniente de la tierra de reservas naturales y acuíferos, las concentraciones mayores a 10 mg/L sin embargo las concentraciones mayores a 0.3 mg/L puede provocar que el agua ten a un sabor metálicos.

Los valores para hierro total fueron de <0.01 mg/ L lo que nos hace constar que el agua de la fuente de abastecimiento es admisible para consumo humano. (Ver Anexo 1).

### **Fluoruros**

La concentración de fluoruros en los acuíferos depende de varios factores, principalmente de la presencia de flúor de la corteza terrestre, el consumo de este mineral es importante, este aporta nutrientes a los huesos y dientes por ello es utilizado mucho en la industria de productos dentales, sin embargo sus altas concentraciones puede llevar a una fluorosis, lo que causa una cristalización de hueso y dientes, la evidencia para identificar este exceso de flúor es la presencia de machas blanca en los dientes (Galicia,2011), en el resultado de la muestras

de laboratorio pudimos observar que las concentraciones de fluoruros se encuentra en los rango admisible de las norma CAPRE siendo este de 0.69 mg/L. (Ver Anexo 1).

### **Amonio**

El amonio es un componente no deseado en las aguas de consumo humano ya este al estar en altas concentraciones provoca intoxicaciones a los seres vivos, inclusive la muestras las concentraciones alta de amonio se deben principalmente por la presencia de productos agrícolas, sin embrago podemos encontrar resto de amonio por la presencia de material orgánica en el suelo (Galicia 2011). Las concentraciones de amonio de la muestras es <0.006 mg/L lo que nos indica que la contracción de amonio para la muestras es admisible y no representa un riesgo para el consumo humano. (Ver Anexo 1).

### **Balance iónico de las muestras**

El balance iónico es la capacidad que tiene el agua para disolver las sustancias electrolíticas (calcio, potasio, magnesio, calcio), sabiendo que estos son importante para el consumo humano deben de estar en ciertas concentraciones respectiva, si estas disminuyen o aumenta puede presentar un riesgo para la salud; la muestra llevada a laboratorio nos demuestras que la capacidad de disolución de los electrolitos es de 4% lo que representa un buena capacidad de disolución. (Ver Anexo 1).

## **Biológicos**

### **Coliformes Totales, Coliformes Termotolerables y *Escherichia coli***

Por medio de fermentación de tubos múltiples laboratorio realizó el análisis de la muestra obteniendo un resultado de  $< 1.8$  NMP/100 Mg/ L, los que indica que no hay presencia de Coliformes, en ninguna de sus tres expresiones importantes para su determinación. (Ver Anexo 1).

Esto no implica que se puedan encontrar otros tipos de contaminantes biológicos como virus que se puedan encontrar en la fuente de abastecimiento, ya que la calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden representar fallos ocasionales, Por ejemplo la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en agua de origen y son frecuentes los brotes de enfermedades que se pueden transmitir por las aguas en el periodo de lluvias por tanto estas consideraciones deben de tomar en cuenta en los análisis de resultados. (OMS, 2006).

Se determinó la calidad del agua en la fuente de abastecimiento, utilizando 22 parámetros físicos- químicos. De los cuales el ion Potasio fue el que obtuvo un valor ligeramente alterado 16.10 mg / L, a comparación a al valor establecido por la Normativas CAPRE que es de 10.00 mg/L; (Cuadro anexo 1) Lo que nos indica que el aumento de este puede ocasionar con el tiempo daño en el organismo de los consumidores. Porque este parámetro se debe mantener en continúa vigilancia o bien, la aplicación de filtros en la fuente de abastecimiento,

Los demás parámetros nos indica que la calidad del agua se encuentra en condiciones óptimas para su consumo, estos datos se comprueban con los parámetros de Dureza Total y Balance iónico los cuales se encuentran en los valores admisibles según las normativas. Los componentes no deseados como amoníaco y nitritos aparecen con valores relativamente bajos a los establecidos por la Normativa CAPRE.

Los parámetros biológicos se aprecian con unos excelentes datos, los que nos indica que no hay presencia de bacteria que puedan representar un riesgo en el consumo de las aguas para los seres humanos como lo establece la norma a la que está adscrita Nicaragua.

En comparación de las Norma de Calidad para Consumo Humano para Centro América, República Dominicana y Panamá. La muestra se encuentra dentro los parámetros admisibles; para ser consumida y utilizada para la población del Recinto Universitario “Rubén Darío”. (Cuadro anexo 1).

El análisis demuestran que el agua del Pozo UNAN –RURD, se encuentra en los parámetros admisibles para el consumo humano, esto debido a la zona privilegiada donde se encuentra, las condiciones del tipo de suelo ferralíticos, ricos en nutrientes como consecuencia de lixiviados son suelos arenosos y livianos, favoreciendo a la infiltración y a la humificación, estos suelos también son ricos en cenizas finas y arcilla, lo que provoca que los contaminantes sean filtrados antes de llegar al acuífero.

Se encuentra dentro de una zona de área verde del Recinto Universitario “Rubén Darío. Los alrededores se encuentran custodiadas por el Ejército Nacional de Nicaragua, los Guardas de seguridad del Recinto, lo que tiene como resultado que el área se encuentre poco intervenida antropogénicamente, favoreciendo así la calidad del Agua.

## **X. CONCLUSIONES**

- Se realizó la evaluación de la calidad de agua presente en la fuente de abastecimiento, propia del recinto universitario Rubén Darío, “Pozo UNAN-RURD”, determinando las características de los parámetros físicos, químicos y biológicos
- Obteniendo datos que nos refleja que la fuente hídrica se encuentra en los valores admisible, sin embargo debe de estar en constante vigilancia y de ser necesario colocar filtros para que los iones como el potasio, no afecten la salud de los consumidores.
- Se realizó la comparación de los datos obtenidos, con las normativas del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá, y República Dominicana (CAPRE), obteniendo un resultado admisible. A comparación de las normativas para consumo humano.

## **XI. RECOMENDACIONES**

### **A las Autoridades del Recinto Universitario Rubén Darío,**

- Realizar la vigilancia y control de la calidad del agua del “Pozo UNAN – RURD”, cada 6 meses, para determinar variaciones de los datos de los parámetros. Físico y químicos, este se debe realizar directamente al pozo y no al grifo que se encuentra a unos 4 metros del pozo, como sea realizado en años anteriores.
- Verificar cada 6 meses las condiciones de las tuberías, para evitar la corrosión de ser necesario realizar una limpieza o cambio de la tubería metálica para garantizar que el agua no se contamine con materiales no deseable.
- Realizar una constante limpieza de los alrededores del pozo debido a que el día de muestreo logramos observar algunos desechos a su entorno
- Mantener en vigilancia el parámetro Potasio, si este en posteriores resultados aumenta es conveniente colocar filtros para no provocar daños a la salud del consumidor.
- Implementar un sistema de cloración adecuado y eficiente así como garantizar su debido funcionamiento y mantenimiento, ya que el sistema actual se en fuera de uso.
- Promover el cuidado de esta fuente hídrica a los estudiantes del recinto.

### **Autoridades del Centro de Investigación de Recursos Hídricos “CIRA” y al Departamento de Biología.**

Brindar el apoyo a los estudiante de la UNAN- Managua en el momento de la realizaciones de análisis de cualquier, estudio en el que se requiera de los servicio del centro, en especial cuando este sea para benéfico de la UNAN- Managua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, C. V., & Membreño, M. E. (2015). *Evaluacion de Calidad de Agua*. Mangua, : UCA.
- Carbagal, A., & Gonzalez, M. (30 de noviembre de 2019). [www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013007-24](http://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013007-24). Obtenido de <http://www.ucm.es>
- Cheremisinoff, n. (2002). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technolgies*. United States of America : Butterworth- Henemann.
- Chittaranjan, R. &. (2001). *Drinking water Treatment* . New York.
- Cordero, A. (15 de noviembre de 2009). *repositorio. unan. edu*. Obtenido de [http//. repositorio una.edu.ni](http://repositorio.una.edu.ni)
- CONAPAS;Luis Angel Montenegro. (7 de Noviembre de 2019). [www. google.com](http://www.google.com). Obtenido de enanacal,. biblioteca: [http//www.biblioteca.enacal](http://www.biblioteca.enacal)
- Dario, p. d. (09 de Noviembre de 2019). *repositorio unan*. Obtenido de [http//repositorio ,unan.edu.ni](http://repositorio.unan.edu.ni)
- Ercilo, D., Rodriguez, A. S., Cambell, W., Ortiz, I., Noguera, P., & Tejada, M. (2005). *Desafio de Derecho Humano al Agua en Peru*. Lima, Peru.
- Fernandez Cierrell, A. (dic 2012). *Quimica viva, vol11*. Buenos Aires ,Argentina.
- Galicia, L. (2011). *Analisis de Concentracion De Floruros de Agua Potable De la Delegacion Tlahuac, Ciudad de Mexico* . Mexico.
- Garcia. (2013). *curso de tratamiento d agua potable*. Managua,: UCA.
- Gimena, E. C., LLamas, M. R., & Herraiz, A. S. (2012). 100 año de hidrologia en España. Madrid, España.
- Identificar, s. (30 de noviembre de 2019). [www.google.com](http://www.google.com). Obtenido de uveg. repositorio: [http// www.roa. uveg.edu.mx](http://www.roa.uveg.edu.mx)
- Identificar, S. (2019 de Noviembre de 30). [www.gloogle.com](http://www.google.com). Obtenido de [http//www.fao.org](http://www.fao.org)
- Jimenez. (2001). *la contaminacio Ambiental de Mexico* . Mexico DF: Limusa.
- Juarez, D. A., & Gomez, R. J. (20 de octubre de 2019). *Repositorio unan*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni>
- La Gaceta . (11 de Febrero de 2000). Norma tecnica Oblicatoria Nicaraguense Normas Para clasificacion De los Recursos hidricos. *LA Gaceta; Diario Oficilal NTON 05007-98*, pág. nº30.
- Ley de agua. (03 de Novimbre de 2019). [www.google.com](http://www.google.com). Obtenido de [https//www.ifrc.org](https://www.ifrc.org)

- MASrtines, C. L. (2007). Analisis Basicos de Parametros Fisicos Quimicos Y bacteriologicos del Agua Potable de Telpaneca, Madriz, Nicaragua . *Encuetnro*, 57-65.
- Normas, CAPRE. (25 de octubre de 2019). *biblioteca de ENACAL*. Obtenido de <http://www.biblioteca.enacal.com.ni>
- Organizacion Mundial de la Salud . (2006). *Guia Para la Calidad del Agua Potable*.
- Organizacion Mundial de la Salud. (s.f.). *Guias para la calidad del agua potable, Trecera ´edicion*.
- Palacios, I. d. (28 de Octubre de 2019). *Repocitorio unan*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni>
- PautaC, D. G. (1998). *Manual de teorias y practica de analisis de agu*. Cuenca.
- R, C. (2006). *Quimica General*. Mexico: McGraw - Hill.
- Rojas, R. (2002). *Guia para la Vigilancia y Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano* . Lima: OPS.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. e. (2014 Sexta edicion). *Metodologia de la Invetigacion*. Mexico: McGrawHill.
- Sandi, W. B. (2008). *Caracterizacion fisicoquimica de las aguas surpreficiales da la cuenca del rio Rincon en a Penninsula de Osa, Puntarenas Costa Rica*. San Jose.
- Secretaria del Convenio Sobre la Diversidad Biologica. (2019 de noviembre de 30). Obtenido de [www.google.com: http://www.cbd.int](http://www.cbd.int)
- Secretaria Economica de mexico. (2001). *Analisis detreminacion de color platino cobalto de agua Naturales residuales y residuales tratadad Metodo de prueba* . Mexico.
- W.Heinkel, J. H. (1999). *Ingeneria Ambeintal*. Mexico: Pearson Educacion.
- World Heal Organization. (2011). *Guias para la calidad del agua de consusmo*. Ginebra.
- W.Rice, E., B.Baird, R., D.Eaton, A., & S.Clesceri, L. (2012). *Standard Methods*. Virginia.
- WellWaterFactstSt. (s.f.). Las Bacterias Coliformes. *WellWaterFactstSt hoja informativa*, 1-2.

ANEXOS

Anexos I

Cuadro 1 y Gráficos de comparación. Para comparación de resultados con las normas CAPRE.

Parámetro	Unidad	Valores establecidos		Método de obtención de resultados (In situ/ laboratorio)	Resultados Obtenidos
		Normas CAPRE			
		Valor Recomendado	Valor Admisible		
Temperatura	°C	18	30	Laboratorio/ in situ	27.8 (C) 25.0 (L)
Turbidez	(UNT)	1	5	Laboratorio (Nefelómetro)	4.25
pH	°C	6,5 a 8,5		Laboratorio/ in situ (Potenciómetro)	7.81 (C) 8.13 (L)
Conductividad Eléctrica	µs/cm	400		Laboratorio/ in situ (potenciómetro)	435.0 (C) 440.00 (L)
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		1000	Laboratorio	290.83
Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15	Laboratorio	< 5.0
Calcio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	100		Laboratorio (Volumétrico con EDTA)	28.57
Magnesio	mg/L CaCO <sub>3</sub>	30	50	Laboratorio (Volumétrico con EDTA)	10.59
Sodio	mg/L	25	200	Laboratorio (Fotometría de llama)	52.40
Potasio	mg/L		10	Laboratorio (Fotometría de llama)	16.10
Cloruro	mg/L	25	250	Laboratorio (cromatografía líquida de iones)	28.62
Nitratos	mg/l	25	50	Laboratorio (cromatografía líquida de iones)	11.01

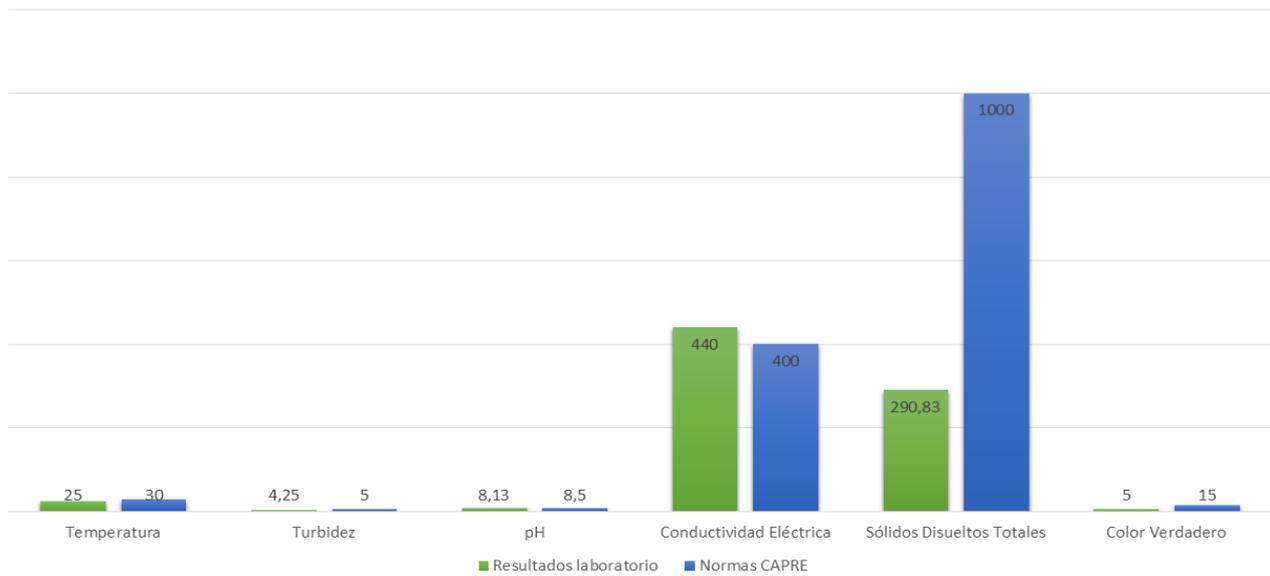
Sulfatos	mg/L	25	250	Laboratorio (cromatografía líquida de iones)	23.58
Carbonatos	mg/L	-	-	Laboratorio (volumétrica- titulación HCl <sup>2</sup> )	< 2.0
Bicarbonatos	mg/L	-	-	Laboratorio (volumétrica- titulación HCl <sub>2</sub> )	190.38
Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	400	-	Laboratorio (Volumétrico con EDTA)	114.84
Alcalidad	mg/L-	-	-	Laboratorio (volumétrica- titulación HCl <sub>2</sub> )	156.00
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/L-	-	-	Laboratorio (volumétrica- titulación HCl <sub>2</sub> )	< 1.67
Sílice	mg/L	-	-	Laboratorio (Espectrómetro Molibdosilicato)	51.56
Nitritos	mg/I		0.1 a 3.0	Laboratorio (Espectrómetro Molibdosilicato)	<0.007
Hierro Total	mg/I		0.3	Laboratorio (Espectrómetro Fenantrolina)	< 0.01
Fluoruro	mg/I		0.7- 1.5	Laboratorio	0.69
Nitrógeno Amoniacal (Amonio)	mg/L			Laboratorio (Espectrómetro Fenato)	<0.006
Coliformes Totales		Negativo	≤ 4	Laboratorio (fermentación de tubos)	Neg
Coliformes Termotolerables		Negativo	Negativo		Neg
<i>Escherichia coli</i>		Negativo	Negativo		Neg

Referencias

Mena & Romero (2019)

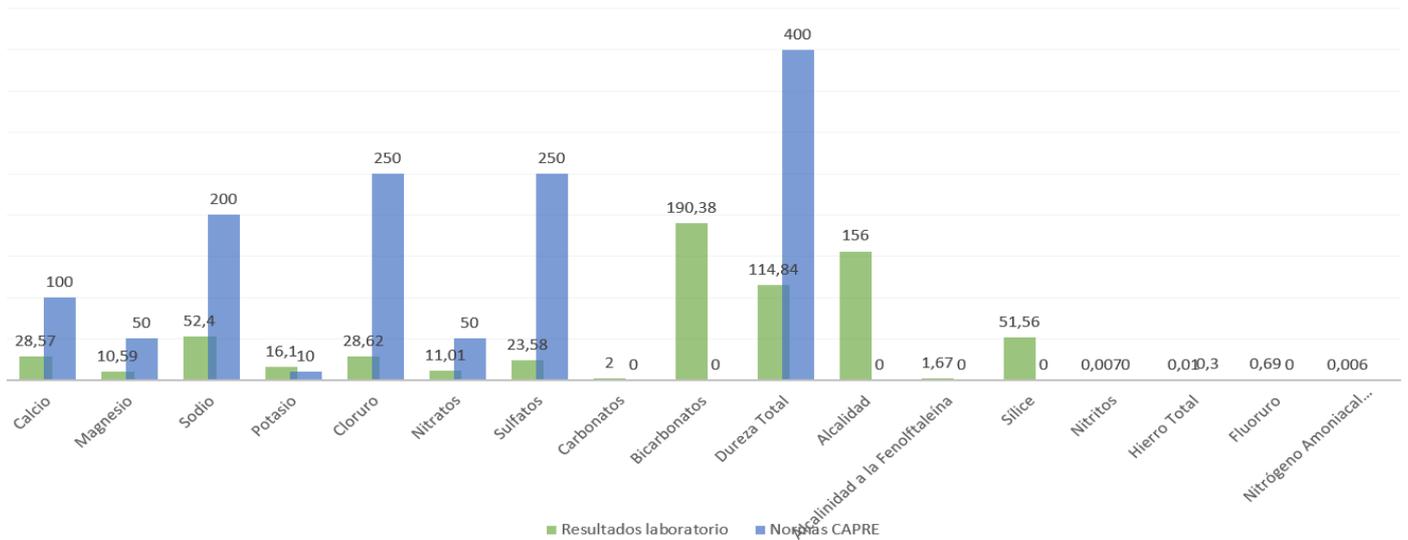
- (C). Resultados de campo, (L) Resultados de laboratorio.
- Unidades de medida ver anexos 2.
- American Public Health Association (APHA), (1012) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 nd Edition, Washington.
- Thermo Orion (2008) ROSS Sodium Electrodes Instruction Manual. Model 86 11BN.USA Thermo Orion.
- Comité coordinador Regional de instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, República Dominicana y Panamá (CAPRE) (1993) Normas de calidad para consumo Humano.

### Resultados de Laboratorio vs Normas CAPRE Parámetros físicos



Mena & Romero (2019)

### Resultados de Laboratorio vs Normas CAPRE Parámetros Químico



Mena & Romero (2019)

## **Anexo II**

### **Unidades de Medida**

Atm : Presión atmosférica

mg/L: miligramos litros

ppm: Partes por Millón

HCO<sub>3</sub>: Bicarbonato

CO<sub>3</sub>: Carbonato

NO<sub>2</sub>: Nitritos

ONPG21: método de identificación bacteria en laboratorio

H<sub>3</sub>: Hidruro

CO: Monóxido de CARBONO

SiO<sub>2</sub>: Dioxido de silicio

NO<sub>3</sub>: Nitratos

Cl<sub>2</sub> CO: Fogeno

Cl<sub>6</sub>Pt: Cloroplatiato de Potasio

pH: Potencial de Hidrogeno

H: Hidrogeno

OH: Hidroxido

MgCO<sub>3</sub>: Carbonato de Magnesio

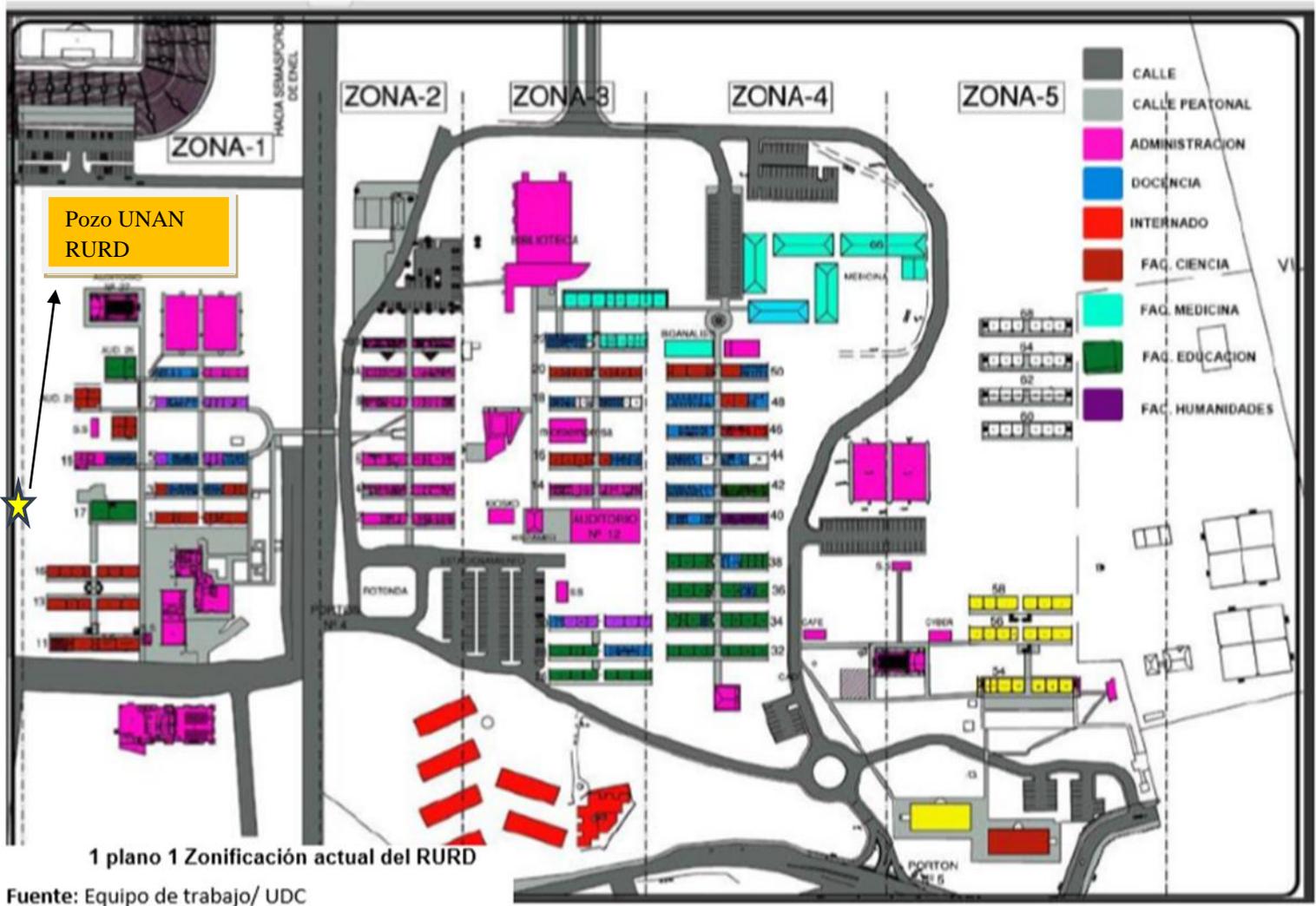
CaCO<sub>3</sub>: Carbonato de Calcio

µs /cm: Micro simile

UNT: Unidad Nefelometricas de turbidez

### Anexos III

#### Ubicación del pozo UNAN RURD



Planos de distribución Hídrica del Recinto Universitario Rubén Darío (.★ Pozo UNAN RURD).

Anexo IV

Fotografías del muestreo



Calidad del Agua, Pozo UNAN-RURD.





## Anexo V

### PREGUNTAS DE ENTREVISTA A PERSONAL DE MANTENIMIENTO

**¿Cuál es el nombre del pozo?**

**¿Qué tipo de bombeo tiene el pozo?**

**¿Cuál es el tratamiento que recibe el pozo para mantenerlo limpio?**

**¿En qué periodo de tiempos se le realiza tratamiento?**

**¿Cada cuánto tiempo se le realiza análisis al pozo?**

**¿Hasta dónde tiene alcance el abastecimiento del pozo?**

**¿Han recibido alguna queja o sugerencia del agua que abastece el pozo?**

**¿Cada cuánto tiempo se le da manteniendo el pozo?**

## **Anexos VI.**

### **RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE ENTREVISTA A PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

**1. ¿Cuál es el nombre del pozo?**

Pozo UNAN- RURD

**2. ¿Qué tipo de bombeo tiene el pozo?**

Tiene un Bombeo automático el cual lo realiza una máquina ubicada en planta física que controla el tiempo de bombeo si el sistema falla el pozo suspende el Bombeo, la salida del pozo es tubería metaliza de 4 pulgada de diámetro.

**3. ¿Cuál es el tratamiento que recibe el pozo para mantenerlo limpio?**

Al pozo no se le realiza tratamiento sino que cuando el agua está en el tanque se le aplica cloro al 12% en una cantidad de un galón por cada 250 litro de agua

**4. ¿En qué periodo de tiempos se le realiza tratamiento?**

Se le aplica en la mañana cada 24 horas

**5. ¿Cada cuánto tiempo se le realiza análisis al pozo?**

Al pozo no se le hace análisis el análisis que hacen anual es al grifo (grifo que está ubicado a unos 3 metros de pozo), es la primera vez que se le hace una toma directa

**6. ¿Hasta dónde tiene alcance el abastecimiento del pozo?**

El pozo abastece las zonas 1 y 2 del recinto

**7. ¿Han recibido alguna queja o sugerencia del agua que abastece el pozo?**

Lo único porque se quejan es que el agua tiene meno intensidad en pabellón 14

**8. ¿Cada cuánto tiempo se le da manteniendo el pozo?**

El mantenimiento se le hace anual pero el año pasado no se realizó porque acontecimiento de 2018, en el periodo de vacaciones le realizara el mantenimiento de tuberías del pozo

**Anexo VII**

**Resultados de las muestras analizadas por laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Hídricos (CIRA – UNAN)**

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6882  
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ape@cira.unan.edu.ni



**Resultados Analíticos Físico Químicos**

**AGUANATURAL**  
 Pozo Peñonado  
 Pozo UNAN-RURD  
 Zona 1 Pozo UNAN  
 Managua, Managua  
 1338478 N, 579032 E  
 97 msnm  
 2019-11-27  
 10 h 30

**MATRIZ DE LA MUESTRA**  
**FUENTE**  
 IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
**LUGAR Y/O COMUNIDAD**  
**MUNICIPIO, DEPARTAMENTO**  
**COORDENADAS**  
**ELEVACIÓN**  
**FECHA DE MUESTREO**  
**HORA DE MUESTREO**

**CÓDIGO DEL LABORATORIO**  
**FECHA DE RECEPCIÓN**  
**FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS**  
**FECHA DEL REPORTE**

**CLIENTE**

**EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL POZO UNAN - RURD**  
 Rotonda Universitaria Rigoberto López Pérez, 150m al Este.  
 Managua; Managua  
 Br. Luis Manuel Romero, Bra. Beila Aburto  
 Tel. 8905-6432 / 8493-4115

Parámetros	Método	Límite y/o Rango de Detección	Resultados	Unidades	mgq.l <sup>-1</sup>	Valores máximos admisibles CAPRE <sup>3</sup>
TURBIDEZ	2130.B <sup>1</sup>	0,00 a 999	4,25	UNT		5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B <sup>1</sup>	0,10 a 14,00	8,13	Unidades de pH		6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A 25,0 °C	2510.B <sup>1</sup>	1,0 a 100 000,00	440,00	µS cm <sup>-1</sup>		Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030.E <sup>1</sup>		290,83	mg.l <sup>-1</sup>		1000,00 mg.l <sup>-1</sup>
COLOR VERDADERO	2120.B <sup>1</sup>	5,0 - 100,0	< 5,0	mg.l <sup>-1</sup> PtCo		15,0 mg.l <sup>-1</sup> PtCo
SODIO	Electrodo IS - Na <sup>2</sup>	10,00 - 1 000,00	52,40	mg.l <sup>-1</sup>	2,279	200,00 mg.l <sup>-1</sup>
POTASIO	3111.B <sup>1</sup>	0,005	16,10	mg.l <sup>-1</sup>	0,412	10,00 mg.l <sup>-1</sup>
MAGNESIO	3500-Mg.B <sup>1</sup>	0,09	10,59	mg.l <sup>-1</sup>	0,871	50,00 mg.l <sup>-1</sup>
CALCIO	3500-Ca.B <sup>1</sup>	0,07	28,57	mg.l <sup>-1</sup>	1,426	Sin referencia
CLORURO	4110.B <sup>1</sup>	0,25	28,62	mg.l <sup>-1</sup>	0,807	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
NITRATO	4110.B <sup>1</sup>	0,25	11,01	mg.l <sup>-1</sup>	0,178	50,00 mg.l <sup>-1</sup>
SULFATO	4110.B <sup>1</sup>	0,25	23,58	mg.l <sup>-1</sup>	0,491	250,00 mg.l <sup>-1</sup>
CARBONATO	2320.B <sup>1</sup>	2,00	< 2,00	mg.l <sup>-1</sup>	3,120	Sin referencia
BICARBONATO	2320.B <sup>1</sup>	0,75	190,38	mg.l <sup>-1</sup>	2,297	Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2340.C <sup>1</sup>	0,11	114,84	mg.l <sup>-1</sup>	3,120	Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO <sub>3</sub>	2320.B <sup>1</sup>	0,62	156,00	mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B <sup>1</sup>	1,67	< 1,67	mg.l <sup>-1</sup>		Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO <sub>2</sub> .C <sup>1</sup>	0,15	51,55	mg.l <sup>-1</sup>		0,10 ó 3,00 mg.l <sup>-1</sup> **
NITRITO	4500-NO <sub>2</sub> .B <sup>1</sup>	0,007	< 0,007	mg.l <sup>-1</sup>		0,30 mg.l <sup>-1</sup>
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B <sup>1</sup>	0,01	< 0,01	mg.l <sup>-1</sup>		0,7 - 1,5 mg.l <sup>-1</sup>
FLUORURO	4110.B <sup>1</sup>	0,25	0,69	mg.l <sup>-1</sup>		0,5 mg.l <sup>-1</sup>
AMONIO	4500-NH <sub>3</sub> .F <sup>1</sup>	0,006	< 0,006	mg.l <sup>-1</sup>		
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.E <sup>1</sup>		4,09	%		

**Datos de campo:**  
 pH: 7,81 Unidades de pH  
 Temperatura: 27,6 °C  
 Conductividad: 450 µS cm<sup>-1</sup>  
 Color Residual: 0,0 mg.l<sup>-1</sup>

Lic. Jonathan Herrera Mero  
 Jefe de laboratorio de Aguas Naturales

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra codificada como AN-0736 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los remitiremos a la institución por un tiempo de 5 años.

**ÁREA ANALÍTICA**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los diecisiete días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve.

**ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAN**

**Referencias:**  
<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA), (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition Washington, APHA  
<sup>2</sup> Thermo Orion, (2008). ROSS Sorfion Electrodes Instruction Manual. Model 86-119N. USA. 1. Termo Orion.  
<sup>3</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). Normas de Calidad para consumo humano. Costa Rica



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**

Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4599, correo: ape@cira.unan.edu.ni

**CLIENTE**

**EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL POZO UNAN-RURD**  
 Rotonda Universitaria Rigoberto López Pérez, 150 m al Este  
 Managua, Managua  
 Br. Luis Manuel Romero, Bra. Beliz Aburto  
 Tel. 8905 6432 ; 8493 4115

**Resultados Analíticos de Microbiología**

**MATRIZ DE LA MUESTRA**  
 FUENTE: AGUA NATURAL  
 Pozo Peñorado  
 Pozo UNAN-RURD  
 Zona 1, Pozo UNAN  
 Managua, Managua  
 1334478 N ; 579022 E  
 No reportada  
 2019-11-27  
 10 h 30

**IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**  
 LUGAR Y/O COMUNIDAD: Managua, Managua  
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Managua, Managua  
 COORDENADAS: 1334478 N ; 579022 E  
 ELEVACIÓN: No reportada  
 HORA DE MUESTREO: 2019-11-27  
 10 h 30

**CÓDIGO DEL LABORATORIO**: MB-1471  
**FECHA DE RECEPCIÓN**: 2019-11-27  
**FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS**: 2019-11-27  
**FECHA DEL REPORTE**: 2019-12-06

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado CAPRE <sup>2</sup>	Valor Guía
						WHO <sup>1</sup>
COLIFORMES TOTALES	9221 B <sup>1</sup>	< 1.8	< 1.8	NMP/100 mL	Negativo	Sin Referencia
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1.8	< 1.8	NMP/100 mL	Negativo	No Detectable en 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	9221 F <sup>1</sup>	< 1.8	< 1.8	NMP/100 mL	Negativo	No Detectable en 100 mL

*[Signature]*  
 Lic. Francisco Javier Rosales

*[Signature]*  
 Lic. Argentina Zelaya Noguera  
 Jefe de laboratorio de Microbiología

**Clave:**  
 NMP/100 mL. Número más Probable en cien mililitros de muestra analizada

**Observación:**  
 Coliformes termobacterianos. Coliformes fecales (denominación anterior)

**Referencias:**

- <sup>1</sup> American Public Health Association (APHA). (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22 nd. Edition. Washington: APHA.
- <sup>2</sup> Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1994). *Normas de Calidad para Consumo Humano Costa Rica*.
- <sup>3</sup> World Health Organization (W.H.O.). 2011. *Guidelines for drinking-water quality*, fourth edition. Geneva 27, Switzerland: W.H.O.

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1471 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los seis días del mes de diciembre del año dos mil diecinueve.

*[Signature]*  
**ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD**