

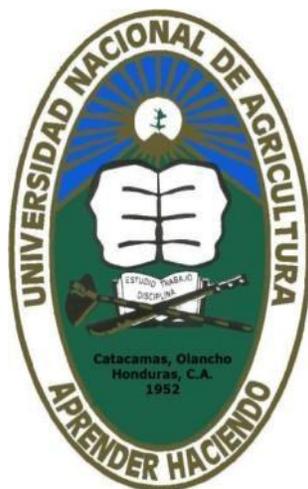
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y MONITOREO DE  
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO  
NETEAPA EN EL MUNICIPIO DE MOROCELÍ, EL PARAÍSO.

POR:

WENDEL DANILO IRÍAS MATAMOROS

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y MONITOREO DE  
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA MICROCUENCA DEL RIO  
NETEAPA EN EL MUNICIPIO DE MOROCELÍ, EL PARAÍSO.

POR:

WENDEL DANILO IRIAS MATAMOROS

JORGE ORBIN CARDONA HERNANDEZ

Asesor Príncipeal

TRABAJO DE TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO, 2016

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 GENERAL.....	3
2.2 ESPECÍFICOS.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 El agua.....	4
3.2 Calidad del agua.....	4
3.3 Importancia de la calidad de agua.....	5
3.4 Contaminación del agua.....	5
3.5 Contaminación de aguas superficiales por agroquímicos.....	6
3.6 Monitoreo y evaluación de calidad de agua.....	6
3.7 Parámetros físico químicos.....	6
3.7.1 Turbidez.....	7
3.7.2 pH.....	7
3.7.3 Temperatura.....	7
3.7.4 Oxígeno disuelto.....	8
3.7.5 Demandan bioquímica de oxígeno.....	8
3.7.6 Cianuro.....	9
3.7.7 Dureza.....	9
3.7.8 Nitritos y nitratos.....	10
3.8 Análisis microbiológicos.....	11
3.8.1 Coliformes totales y fecales.....	11

3.9 Bioindicadores .....	12
3.9.1 Macroinvertebrados .....	12
3.9.2 Ventajas del uso de macroinvertebrados acuáticos .....	13
3.10 Macroinvertebrados más comunes .....	14
3.10.1 Trichoptera.....	14
3.10.2 Ephemeroptera.....	14
3.10.3 Coleóptera. ....	15
3.10.4 Odonata. ....	16
3.10.5 Plecoptera. ....	16
3.11 Índice de diversidad.....	17
IV MATERIALES Y MÉTODO .....	18
4.1 Materiales .....	18
4.2 Descripción del área .....	18
<b>4.3 Diagnóstico de calidad de agua.</b> .....	19
4.3.1 Selección de los puntos de muestreo .....	19
4.3.2 Parámetros medidos.....	19
4.3.3 Muestreo .....	19
4.3.4 Etiquetaje .....	20
4.3.5 Formatos para recolección de información .....	20
4.3.6 Recolección, conservación y transporte de la muestra. ....	21
<b>4.4 Monitoreo de macroinvertebrados Bentónicos.</b> .....	21
4.4.1 Método de Recolección de Macroinvertebrados. ....	21
4.4.2 Identificación de Macroinvertebrados. ....	22
4.4.3 Cálculo del índice Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT) .....	22
4.4.4 Datos de campo .....	22
<b>4.5 Identificación zonas de contaminación y usos de suelo</b> .....	23
4.5.1 Posibles zonas de contaminación y usos de suelo .....	23
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
<b>5.1 Diagnosticar mediante análisis de laboratorio el estado de la calidad del agua de cinco puntos de muestreo.</b> .....	24
<b>5.1.1 Coliformes Totales presentes en el primer y segundo muestreo.</b> .....	25
<b>5.1.2 Coliformes termotolerantes presentes en el primer y segundo Muestreo.</b> ...	25

<b>5.1.3 Presencia de coliformes totales y termotolerantes en los diferentes puntos de muestreo .....</b>	<b>25</b>
<b>5.1.4 Potencial de Hidrogeno (pH).....</b>	<b>26</b>
<b>5.1.5 Nitrito.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1.6 Nitrato.....</b>	<b>28</b>
<b>5.1.7 Dureza.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.8 Oxígeno Disuelto.....</b>	<b>31</b>
<b>5.1.9 Magnesio.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1.10 Parámetros analizados con valores no determinados y resultados de menor valor. ....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Determinar la presencia de macro-invertebrados bentónicos en la microcuenca.</b>	<b>33</b>
<b>5.2.1 Número total de individuos de macroinvertebrados bentónicos.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2.2 Número de individuos por cada muestreo.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.3 Abundancia de familia .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2.4 EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) .....</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Identificar posibles zonas de contaminación y uso de suelos en áreas cercanas a la las micro-cuencas.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.1Focos de contaminación. ....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.2 Uso de suelo.....</b>	<b>37</b>
<b>VI CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VII RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE CUADROS.

	Pag.
<b>Cuadro 1.</b> Rangos de dureza.	10
<b>Cuadro 1.</b> Problemas del nitrato en exceso.Fuente: Lenntech (2008)	11
<b>Cuadro 2.</b> Problemas del nitrato en exceso	21
<b>Cuadro 3.</b> Problemas del nitrato en exceso.	22
<b>Cuadro 4.</b> Porcentajes de coliformes totales en los dos muestreos.	25
<b>Cuadro 5.</b> Porcentajes de coliformes termotolerantes en los dos muestreos	25
<b>Cuadro 7</b> Resultado de análisis con valores no determinados y valores bajas concentraciones	33

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de área de estudio. ....	18
<b>Figura 2.</b> Ubicación de puntos de muestreo. ....	20
<b>Figura 3.</b> . pH en los diferentes puntos de muestreo.....	26
<b>Figura 4.</b> Presencia de nitritos en las estaciones de muestreo. ....	27
<b>Figura 5.</b> Resultados de análisis de nitratos en puntos de muestreo.....	29
<b>Figura 6.</b> Dureza total en puntos de muestreo. ....	29
<b>Figura 7.</b> Resultados de análisis oxígeno disuelto.....	31
<b>Figura 8.</b> Resultados de análisis magnesio.....	32
<b>Figura 9.</b> Número de individuos encontrados en total en cada sitio de muestreo. ....	33
<b>Figura 10.</b> Número de individuos por muestreos. ....	34
<b>Figura 11.</b> Abundancia de familias.....	35
<b>Figura 12.</b> Focos de contaminación encontrados en la microcuenca del río Neteapa. ....	37
<b>Figura 13.</b> Mapa de usos de suelos actual en la microcuenca del río Neteapa.....	38

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo 1.** Concentraciones de contaminantes en el primer muestreo.

**Anexo 2.** Concentraciones de contaminantes para el segundo muestreo

**Anexo 3.** Despulpadora de café.

Irías Matamoros, W. 2016. Determinación de la calidad del agua y monitoreo de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca del río Neteapa en el municipio de Morocelí, El Paraíso. Tesis. Lic. Recursos Naturales y ambiente. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura.

## RESUMEN

El trabajo se realizó en la comunidad de Morocelí, El Paraíso en la microcuenca del río Neteapa en un periodo de 5 meses con el objetivo de conocer evaluar la calidad de agua y el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos lo que esto será de gran beneficio para las comunidades que se aprovechan el agua de esta microcuenca. La metodología implementada radicó en el reconocimiento de la microcuenca primero para identificar los puntos de muestreo, toma de las muestras de agua y analizadas en los laboratorios establecidos, monitoreo de Macroinvertebrados bentónicos mediante instalación de mallas para recolectar las especies que se encontraron en la zona, identificación focos de contaminación y usos de suelo actuales. En los resultados obtenidos se describe que los parámetros analizados en su mayoría se encuentran dentro de los rangos permisibles por la norma técnica nacional de agua potable de Honduras, la biodiversidad encontrada fue una cantidad considerable de individuos un total de 437 con un total de 11 familias, una debilidad encontrada es que el uso de suelo natural se ha ido degradando y esto puede afectar tanto la cantidad como la calidad del agua cambiando por otra parte trae consigo la instalación de maquinaria para cosecha del cultivo lo que genera un drenaje de aguas mieles en la parte alta de la microcuenca, los asentamientos humanos dentro de la microcuenca generan un fuerte impacto en la parte de las heces fecales por lo que este documento viene a generar opciones para actuar en beneficio de la microcuenca.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados bentónicos, calidad de agua, uso de suelo, puntos de muestreo, parámetros de calidad de agua.

## **I INTRODUCCIÓN**

Aguas superficiales son las aguas continentales que se encuentran en la superficie de la tierra. El agua superficial proviene de las precipitaciones, esta agua no se infiltra. También es la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas.































(Roldán, 1988).



### 3.11 Índice de diversidad

La diversidad de Shannon-Weaver toma en cuenta tres componentes: la riqueza de especies, su abundancia y la equitabilidad (Broker et al, 1998). Aunque el uso de los índices de diversidad como método de bioindicación ha perdido importancia en las últimas décadas, debido a su incapacidad para diferenciar las interacciones biológicas y taxonómicas que existen entre las especies (Segnini, 2003), estos son utilizados puesto que aún no existen otros índices que los reemplacen.

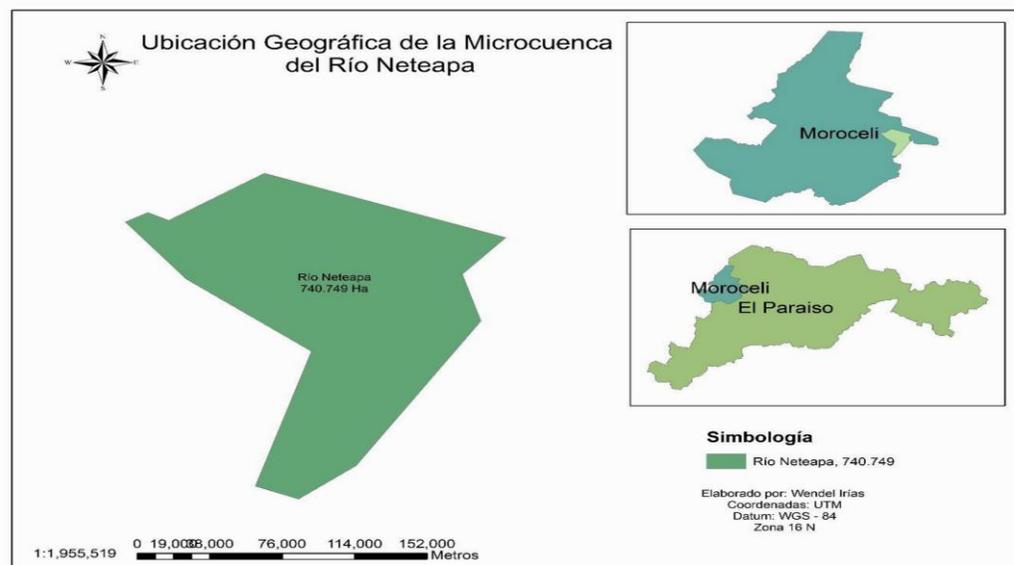
## IV MATERIALES Y MÉTODO

### 4.1 Materiales

Cámara, libreta, lápiz, GPS, frascos esterilizados, computadora, herramientas de Sistema de Información Geográfica, guantes de látex, hielera, formatos de recolección de información, bolsas estériles, alcohol al 50%, lupa, red de malla de 20 cm.

### 4.2 Descripción del área

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Morocelí, El Paraíso en la micro-cuenca del río Neteapa carretera hacia Danlí, El Paraíso. El municipio de Morocelí se encuentra en  $86^{\circ}52'05''$  Longitud oeste; y  $14^{\circ}07'20''$  la región sur oriental del país a unos 50 Km de la ciudad de Danlí y unos 55 Km de Tegucigalpa. Latitud norte. A una altura aproximada de 611 msnm.



**Figura 1.** Mapa de área de estudio.

### **4.3 Diagnóstico de calidad de agua.**

#### **4.3.1 Selección de los puntos de muestreo**

Los puntos de muestreo se identificaron en conjunto con el personal encargado de las juntas de agua para una mejor coordinación, se recorrió la microcuenca y se ubicaron cinco puntos de muestreo distribuidos en toda el área que se consideraron importantes por ser las obras de captación de las comunidades. Los puntos de muestreo número dos (Limonas #1) y Número tres (Limonas #2) el agua no es captada del caudal del río son vertientes que son independiente.

#### **4.3.2 Parámetros medidos**

Los parámetros que se determinaron están divididos entre físico, químicos, bacteriológicos y metales pesados las cuales fueron: pH, dureza, Oxígeno Disuelto(OD), Nitrato( $\text{NO}_3$ ), Nitrato( $\text{NO}_2$ ), Coliformes Totales, Cianuro(CN), Plomo(Pb), Cadmio(Cd), Mercurio(Hg), Magnesio(Mg) y Hierro(Fe) estos análisis se llevaron a la ciudad de Tegucigalpa, Francisco Morazán en los laboratorios de Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) y laboratorio de análisis y residuos (LANAR) en el primer muestreo realizado, en el segundo muestreo solamente se llevó a cabo en laboratorios laboratorios de análisis y residuos (LANAR).

#### **4.3.3 Muestreo**

Las muestras fueron tomadas en horas de la mañana, en los 5 diferentes puntos de muestreo que se plantearon en los recipientes debidamente esterilizados y rotulados.



**Figura 2.** Ubicación de puntos de muestreo.

Se realizaron análisis de metales pesados los cuales sólo se analizó en el primer muestreo ya que no hay mucha variación en los resultados por el intervalo de tiempo en el que se tomaron las muestras porque es un periodo de tiempo corto de 21 días.

#### 4.3.4 Etiquetaje

Se etiqueto cada muestra colectada con el formato de recolección de información que se elaboró donde se identificó: el punto de muestreo, el tipo de muestra, lugar de colección, fecha y hora.

#### 4.3.5 Formatos para recolección de información

Se elaboró un formato para recolección de información previo a tomar las muestras con el objetivo de tener un mejor control sobre las muestras en este formato se describió el lugar

de colección, el punto de muestreo, la hora y la fecha de toma de la muestra, tipo de análisis.

**Cuadro 8.** Problemas del nitrato en exceso.

Descripción	Datos
Lugar de colección	
Punto de muestreo	
Hora de la toma de la muestra	
Fecha de toma de la muestra	
Tipo de análisis.	

**4.3.6 Recolección, conservación y transporte de la muestra.**

Se tomaron las muestras sin ser expuestas al sol o a la luz directamente con el fin de reducir sus niveles de temperatura para detener sus procesos y reacciones que las muestras de agua puedan producir y así mismo su conservación hasta el momento que fueron entregados al laboratorio. Para lograr esto se hizo uso de una hielera para transportar las muestras.

**4.4 Monitoreo de macroinvertebrados Bentónicos.**

**4.4.1 Método de Recolección de Macroinvertebrados.**

Se realizó en cinco sitios del río en donde se tomaron las muestras de agua, usando una red circular de 20 cm de diámetro para poder extraerlos del sedimento y hojarasca, todos los organismos visibles recolectados se depositaron en un balde y se trasladaron hasta un lugar seguro luego se hizo la recolección por red y se depositaron en frascos estériles con alcohol al 50% y posteriormente se conservaron hasta ser identificados.

#### 4.4.2 Identificación de Macroinvertebrados.

Se llevó a cabo haciendo uso de una lupa, placas Petri y un manual de taxonomía para identificar y clasificarlos por familias esto se hizo en cada muestreo realizado.

#### 4.4.3 Cálculo del índice Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT)

El análisis EPT se realizó mediante la utilización de estos tres grupos de macro invertebrados (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera) que son indicadores de buena calidad de agua debido a su alta sensibilidad a la contaminación. Se obtiene contando el número de taxa de estos órdenes presentes en la muestra. El valor obtenido se compara en un cuadro de calidad de agua (Klemm et al, 1990)

**Cuadro 9.** Problemas del nitrato en exceso.

<b>Índice EPT</b>	<b>Calidad de Agua</b>
>10	Sin impacto
6-10	Levemente impactado
2-5	Moderadamente impactado
0-1	Severamente impactado

$$\frac{E + P + T}{\text{Número Total de Macroinvertebrados}} \times 100 = \% \text{ EPT}$$

#### 4.4.4 Datos de campo

Para obtener la ubicación de los puntos de muestreo, posibles zonas de contaminación y uso de suelo en la microcuenca se contactaron personas de las juntas de aguas que conozcan la microcuenca para generar datos más confiables.

Se tomó la información mediante herramientas de sistemas de posicionamiento global (GPS) para cargarlos a la computadora y generar información cartográfica.

#### **4.5 Identificación zonas de contaminación y usos de suelo**

##### **4.5.1 Posibles zonas de contaminación y usos de suelo**

Las posibles zonas de contaminación y usos de suelo se georreferenciaron haciendo recorridos por la microcuenca para tener una base de datos que con esto se generó material cartográfico con el objetivo de tener identificado los mismos.

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **5.1 Diagnosticar mediante análisis de laboratorio el estado de la calidad del agua de cinco puntos de muestreo.**

Análisis de calidad de agua en la microcuenca del río Neteapa en Morocelí, El Paraíso durante temporada seca en 5 diferentes puntos distribuidos en la microcuenca específicamente en cada captación de agua de cada comunidad denominado el punto de muestreo número 1 como Morocelí, punto número 2 Limones #1, punto número 3 Limones #2, punto número 4 Hoya grande #1 y el punto número 5 Hoya grande #2 realizando 2 muestreos con un intervalo de 21 días.

En el primer muestreo únicamente la estación de muestreo número 1 (Morocelí), y la estación de muestreo 5 (Hoya Grande #2) se realizaron en los laboratorios del Sistema Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) por alianza entre la asociación de juntas de agua encargada de la calidad de agua y conservación de la microcuenca AJANE (asociación de juntas de agua para la protección del río Neteapa) y el Sistema Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA). Las demás estaciones de muestreo restantes fueron analizadas en los laboratorios de análisis y residuos (LANAR) por parte de alianza entre AJANE y ICF-CLIFOR cooperación alemana.

### 5.1.1 Coliformes Totales presentes en el primer y segundo muestreo.

Muestreo	Tipo de análisis	Morocelí y	Limonas, #1	Limonas, #2	Hoya Grande #1	Hoya Grande #2
Primer Muestreo	Coliformes Totales	240 UFC/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/100ml	300 UFC/100ml
Segundo Muestreo	Coliformes totales	0 NMP/100ml	<1.8 NMP/100ml	0 NMP/100ml	0 NMP/100ml	920 NMP/100ml

**Cuadro 10.** Porcentajes de coliformes totales en los dos muestreos.

### 5.1.2 Coliformes termotolerantes presentes en el primer y segundo Muestreo.

Muestreo.	Tipo de análisis	Morocelí y	Limonas, #1	Limonas, #2	Hoya Grande #1	Hoya Grande #2
Primer Muestreo	Coliformes termotolerantes	20 UFC/100ml	<3 NMP/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/ml	<20 UFC/100ml
Segundo Muestreo	Coliformes termotolerantes	0 NMP/100ml	7.8 NMP/100ml	0 NMP/100ml	0 NMP/100ml	920 NMP/100ml

**Cuadro 11.** Porcentajes de coliformes termotolerantes en los dos muestreos.

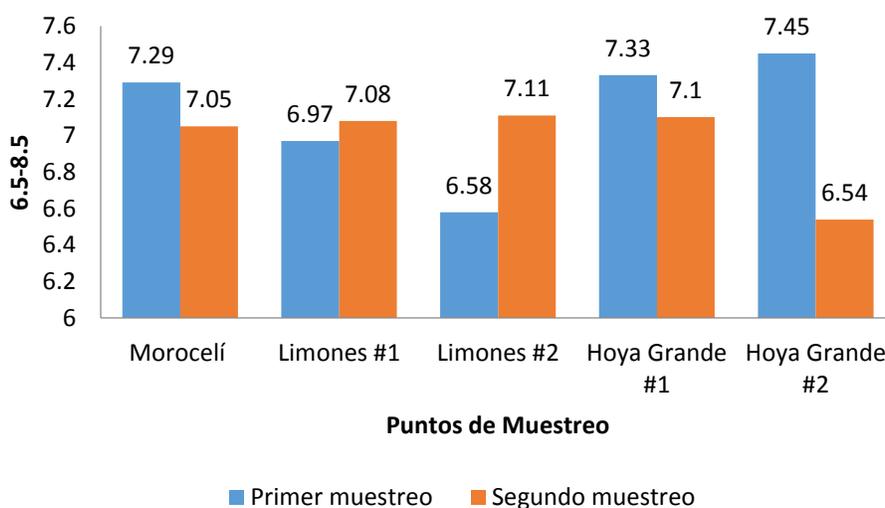
### 5.1.3 Presencia de coliformes totales y termotolerantes en los diferentes puntos de muestreo

Se muestran la cantidad de coliformes totales y termotolerantes en las diferentes estaciones de muestreo y en ambos muestreos realizados. Analizando las muestras podemos decir que

el aumento en algunos puntos se debe a la presencia de viviendas cerca de la obra de captación como es en el caso de punto de muestreo de **Morocelí** para el primer muestreo de coliformes totales que se obtuvo un total de 240 NMP/100 ml y **Hoya grande #2** para coliformes totales en el primer muestreo se obtuvo 300 NMP/100 ml y hay una variación importante ya que hubo un incremento sustancial de 920 NMP/100 ml, para coliformes termotolerantes el primer muestreo el valor obtenido fue de <20 NMP/100 ml teniendo una variación en el segundo muestreo de 920 NMP/100 ml. Por otra parte en algunos puntos de muestreo se ven reducidos e inexistentes la cantidad de coliformes totales por ser vertientes que son captados y no tienen un recorrido en la superficie como en los casos de los puntos de **Limonés #1, Limonés #2**.

Como pudimos observar algunos de los valores obtenidos en los análisis realizados en los laboratorios de análisis y residuos (**LANAR**) no cumple con la norma técnica para la calidad de agua potable de 1995, ya que esta expresa que el valor máximo admisible es de **0 NMP/100ml** por lo que esto genera un riesgo para la salud.

#### 5.1.4 Potencial de Hidrogeno (pH).



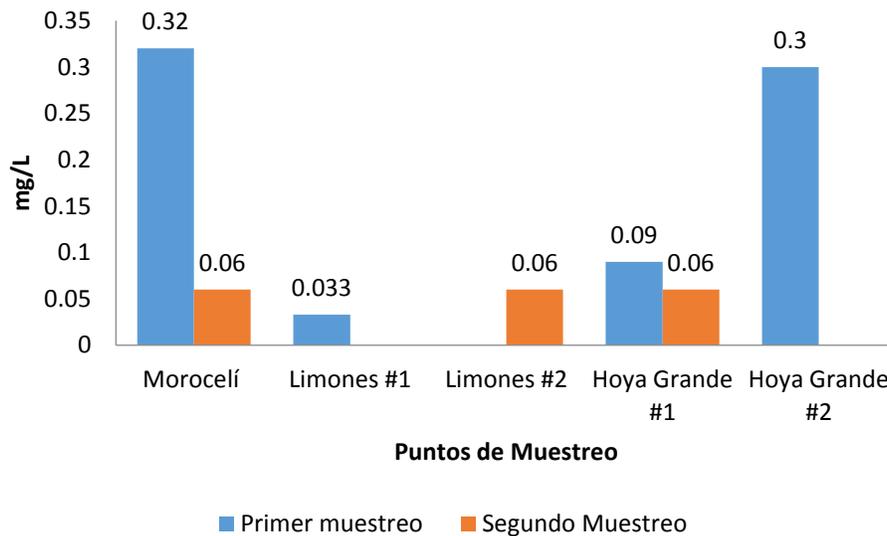
**Figura 3.** . pH en los diferentes puntos de muestreo.

En los resultados obtenidos se puede decir que no hay variación de suma importancia en las estaciones de muestreo y que los valores expresados se encuentran dentro de la norma técnica nacional de agua potable donde los valores recomendados se encuentran entre  $6.5 \pm 8.5$  por lo que es un agua con un pH óptimo para uso doméstico.

Es una medida de la concentración de iones hidrógeno. También es una medida de la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

#### 5.1.5 Nitrito.

Se describe el valor de Nitrógeno presentes en el agua en los diferentes puntos de muestreo en donde se realizaron las muestras para determinar la calidad de agua de la microcuenca del río Neteapa y se observa que los valores obtenidos están dentro de la norma técnica de calidad de agua de 1995 donde el valor máximo admisible es 1 mg/L.



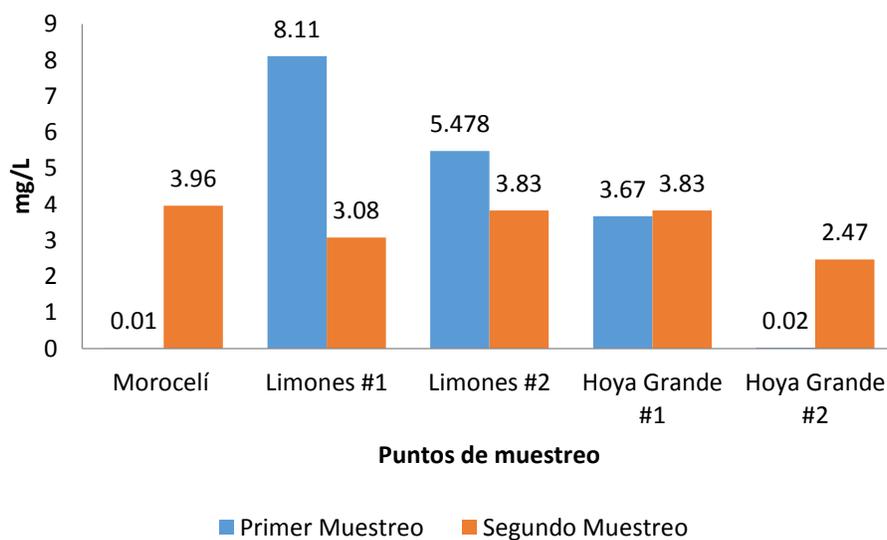
**Figura 4.** Presencia de nitritos en las estaciones de muestreo.

Los valores más altos obtenidos se dieron en el primer muestreo en el punto número 1 llamado Morocelí y en punto número 5 llamado Hoya grande #2. Por otra parte en el segundo muestreo en el punto número 2 llamado Limones 1, punto número 2 llamado Limones # 2 y punto número 5 llamado Hoya grande #2 no se determinaron valores por esa razón no se describen en la Figura.

La presencia de nitritos en el agua es un indicativo de contaminación de carácter fecal reciente (Catalán L. et al, 1971; Catalán A., 1981; Matcalf y Eddy, 1998). En aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/l (atumm y Morgan, 1981; Marín, 1995). Así mismo, cabe resaltar que el nitrito se haya en un estado de oxidación intermedio entre el amoniaco y el nitrato.

### 5.1.6 Nitrato.

Según los resultados obtenidos para este parámetro nos indica que existe una variación notable en los valores obtenidos en la primer estación de muestreo (Morocelí) y la quinta estación de muestreo (Hoya grande #2) entre el primer muestreo y el segundo, en esos resultados fueron obtenidos por el laboratorio del SANAA de Tegucigalpa.



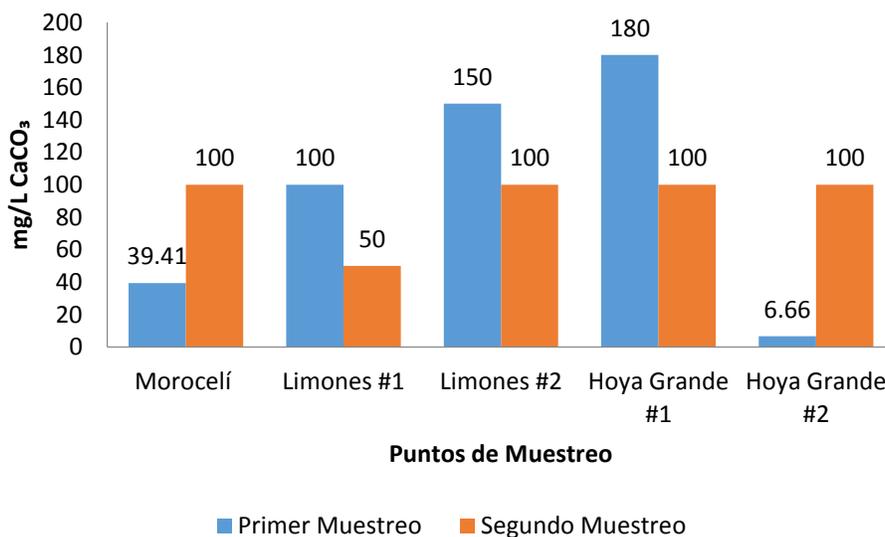
**Figura 5.** Resultados de análisis de nitratos en puntos de muestreo.

Por otra parte en las estaciones de muestreo restantes se mantiene unos resultados similares entre ellos y esos datos se obtuvieron en los laboratorios de análisis y residuos (LANAR) de Tegucigalpa. Todos los valores que se obtuvieron en ambos laboratorios se encuentran dentro de la norma técnica de calidad de agua.

El nitrato es un compuesto inorgánico compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es  $\text{NO}_3$ . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito ( $\text{NO}_2$ ).

### 5.1.7 Dureza

Según la norma técnica nacional de 1995 el valor recomendado para Honduras es de 400  $\text{mg/L CaCO}_3$ .



**Figura 6.** Dureza total en puntos de muestreo.

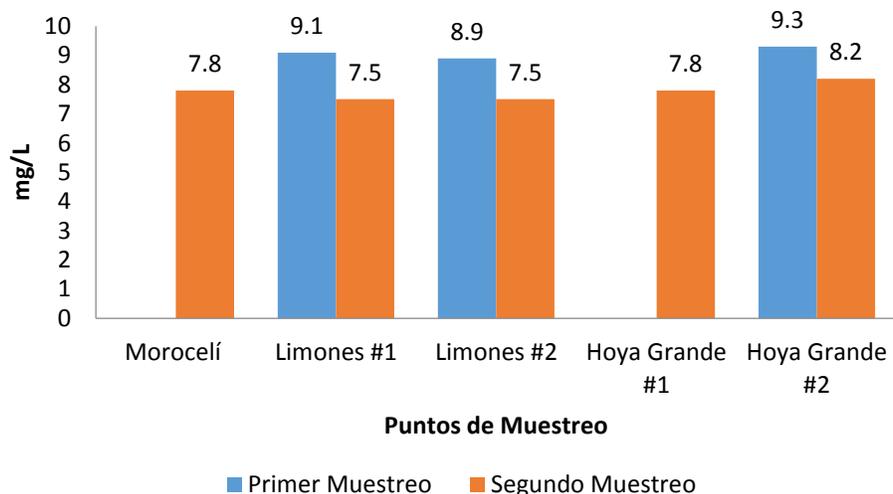
Según los resultados obtenidos para el parámetro de dureza total en las diferentes estaciones de muestro podemos decir que hay una variación en cuanto a los resultados obtenidos para el primer y segundo muestreo realizados en cada una de las estaciones pero siempre estas se encuentra dentro de la norma técnica de agua potable.

Lo valore expresados en el primer muestreo hay una variación en cuanto a la cantidad de miligramos por litros y es considerable esa variación por la cantidad tan baja que encontró en la estación de muestreo número 5 (Hoya grande #2), al igual también se encontraron en el primer muestreo los porcentajes más altos siendo en la tercera estación de muestreo (Limonas #2) con una cantidad de 150 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , y en la cuarta estación de muestreo (Hoya grande #1) con una cantidad de 180 mg/L  $\text{CaCO}_3$ .

Para el segundo muestreo se obtuvieron resultados iguales para toda las estaciones de muestreo excepto la estación de muestreo número 2 (limonas #1) que se obtuvo el valor más bajo siendo de 50 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , la norma técnica para agua potable expresa que el valor recomendado de 400 mg/L  $\text{CaCO}_3$ .

Según la OMS (2006). La dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Suele expresarse como cantidad equivalente de carbonato cálcico. Las aguas blandas con una dureza menor que 100 mg/l aproximadamente tienen una capacidad de amortiguación baja y pueden ser más corrosivas para las tuberías. Antecedentes de la determinación del valor de referencia. Se estableció un valor de referencia de 500 mg/l (como carbonato cálcico) para la dureza, basado en consideraciones sobre el sabor y el uso doméstico. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza aunque, si ésta se encontraba por encima de 200 mg/l aproximadamente, podía provocar la formación de incrustaciones en el sistema de distribución.

### 5.1.8 Oxígeno Disuelto.



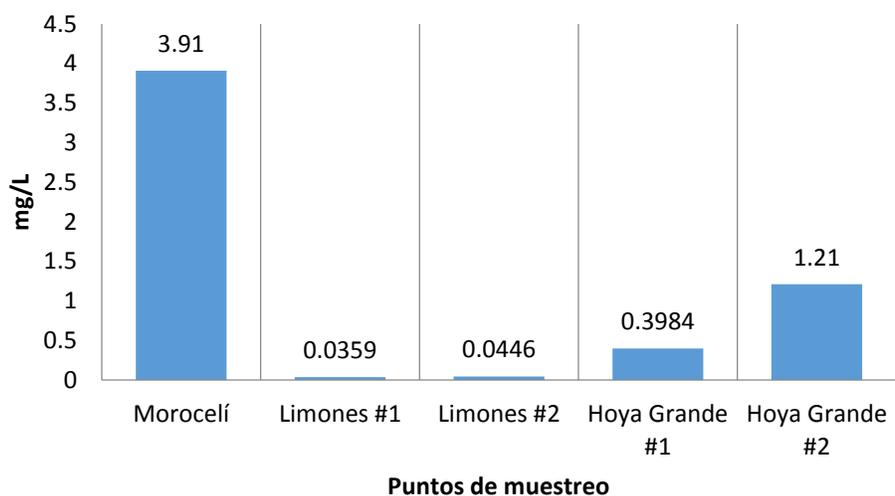
**Figura 7.** Resultados de análisis oxígeno disuelto

Según los resultados obtenidos para el primer muestreo expresa que los valores recomendados deben estar de 6-8 ml/L. la primer estación de muestreo (Morocelí) y la cuarta estación de muestreo (Limones #1) se expresa que no hay presencia de oxígeno disuelto obtuvieron un resultado de 0 mg/L por lo que esto es perjudicial ya que los bajos niveles de oxígeno vienen a afectar a la diversidad acuática. Y los demás puntos de muestreo obtuvieron valores por encima del valor máximo admisible teniendo el valor más alto Hoya grande #2 con un 9.3 mg/L y Limones #1 con 9.1 mg/L.

Para el segundo muestreo los primeros cuatro puntos de muestreo se obtuvieron resultados dentro de la norma técnica de calidad de agua ya que se mantienen de 7.5 mg/L a 7.8 mg/L y para el quinto punto de muestreo se obtuvo el valor más alto y esta se encuentra fuera de la norma técnica con un total de 8.2 mg/L .

Altos niveles sostienen una mayor diversidad de especies y un ecosistema saludable por otra parte los niveles bajos pueden debilitar o causar la muerte a peces y a la vida acuática (Gonzales Toro, C. 2001).

### 5.1.9 Magnesio.



**Figura 8.** Resultados de análisis magnesio

Según resultado obtenidos para el parámetro de magnesio que fue analizado únicamente una vez se comprueba presencia del mismo con unos valores para las diferentes estaciones de muestreo dentro de la norma técnica nacional siendo el valor máximo admisible de 50 mg/L.

En las estaciones de muestreo se obtuvo el valor más alto en el punto numero 1 (Morocelí) con un valor de 3.91 mg/L y los valores más bajos en el segundo punto de muestreo (Limones #1) con 0.0359 mg/L y el tercer punto de muestreo (Limones #2) con 0.0446 mg/L estos siendo valores bajos pero siempre dentro de los valores recomendados por la norma técnica de 1995.

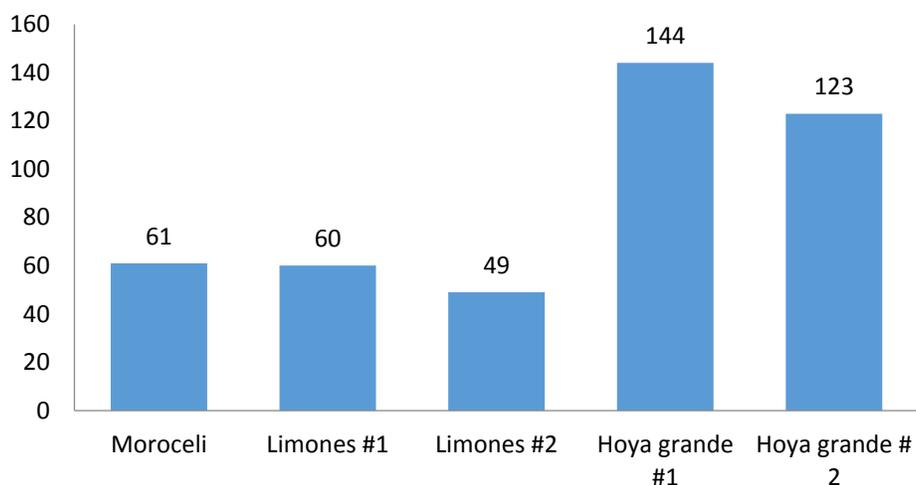
### 5.1.10 Parámetros analizados con valores no determinados y resultados de menor valor.

**Cuadro 12.** Resultado de análisis con valores no determinados y valores bajas concentraciones

Tipo de análisis	Hoya grande #1	Limones #1	Limones #2
Mercurio	N.D.	N.D.	N.D.
Hierro	<0.0056 mg/L	<0.0056 mg/L	0.0335 mg/L
Plomo	<0.0045 mg/L	<0.0045 mg/L	<0.0045 mg/L
Cadmio	N.D.	N.D.	N.D.

## 5.2 Determinar la presencia de macro-invertebrados bentónicos en la microcuenca.

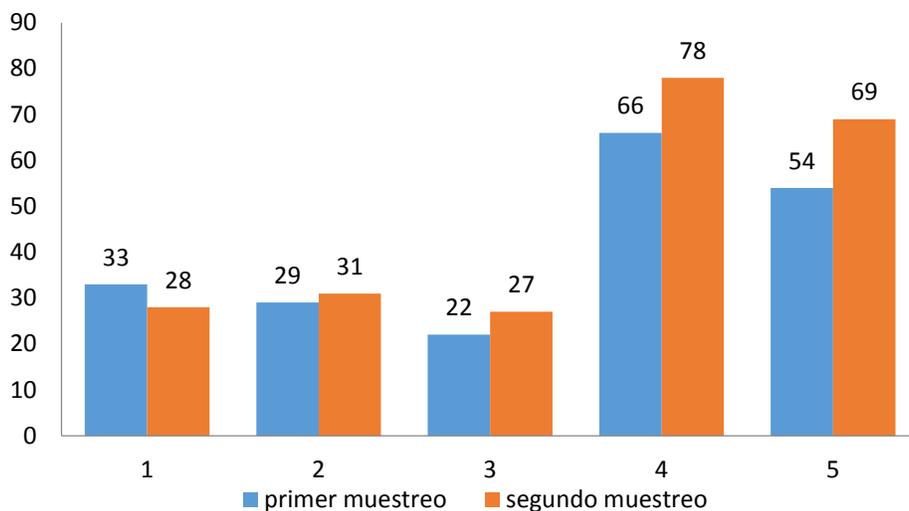
### 5.2.1 Número total de individuos de macroinvertebrados bentónicos



**Figura 9.** Número de individuos encontrados en total en cada sitio de muestreo.

En la **figura 9** se observan los dos muestreos realizados se obtuvieron un total de individuos de 437 perteneciente a 11 familias las cuales fueron encontradas en las estaciones de muestreos las mayas recolectores fueron trasladadas hacia un lugar seguro donde se contabilizaron los individuos, y se conservaron en frascos con alcohol al 50% para evitar que se perdieran las muestras. Al tenerlas en los frascos debidamente identificados por estación de muestreo se trasladaron a ser la identificación por familia y orden.

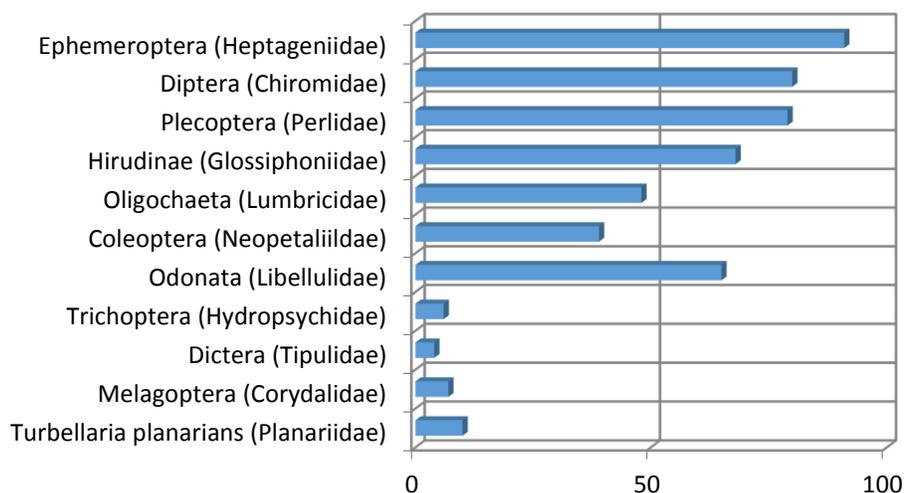
### 5.2.2 Número de individuos por cada muestreo



**Figura 10.** Número de individuos por muestreos.

El número total de individuos en las diferentes estaciones de muestreo fue muy variado obteniendo los valores más altos en las estaciones número cuatro (Hoyan grande #1) con un total de 66 individuos para el primer muestreo y 78 para el segundo muestreo, para la estación número 5 (Hoya Grande #2) un total de 54 individuos para el primer muestreo y 69 para el segundo muestreo. Las demás estaciones de muestreo se obtuvieron resultados menores para la estación de Morocelí se obtuvo 33 individuos para el primer muestreo y 28 para el segundo, para limones #1 29 individuos para el primer muestreo y 31 para el segundo, en Limones #2 se obtuvieron 22 individuos para el primer muestreo y 27 para el segundo.

### 5.2.3 Abundancia de familia



**Figura 11.** Abundancia de familias

Se encontraron 10 diferentes familias de las cuales encontramos cierta cantidad de individuos para cada una de ellas de las cuales la que hay mayor número de individuos es Ephemeroptera (Heptageniidae) con un número de 91 individuos entre los 2 muestreos realizados y la que obtuvo el menor número de individuos fue la Dictera (Tipulidae) con 4 individuos. Las familias que tienen más abundancia de individuos son Odonata (Libellulidae) con 65 individuos, Coleoptera (neopetaliidae) con 39 individuos, Oligochaeta (Lumbricidae) con 48 individuos, Hirudinae (Glossiphoniidae) con 68 individuos, Plecoptera (Perlidae) con 79 individuos y Diptera (Chiromidae) con 80 individuos.

### 5.2.4 EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Los valores del EPT determinados variaron de

Valores del EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) y clasificación de la calidad del agua según este índice presente en cada uno de los sitios muestreados de la microcuenca del río Neteapa, Honduras.

Sitios de Muestreo	EPT	Condición
Morocelí	4	moderadamente impactado
Limone #1	4	moderadamente impactado
Limones #2	8	levemente impactado
Hoya Grande #2	13	Sin impacto
Hoya Grande #2	« « « « « « « « «	V L Q L P S D F V

EPT: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera,

$$E + P + T =$$

---

Número Total de Macroinvertebrados

Porcentaje

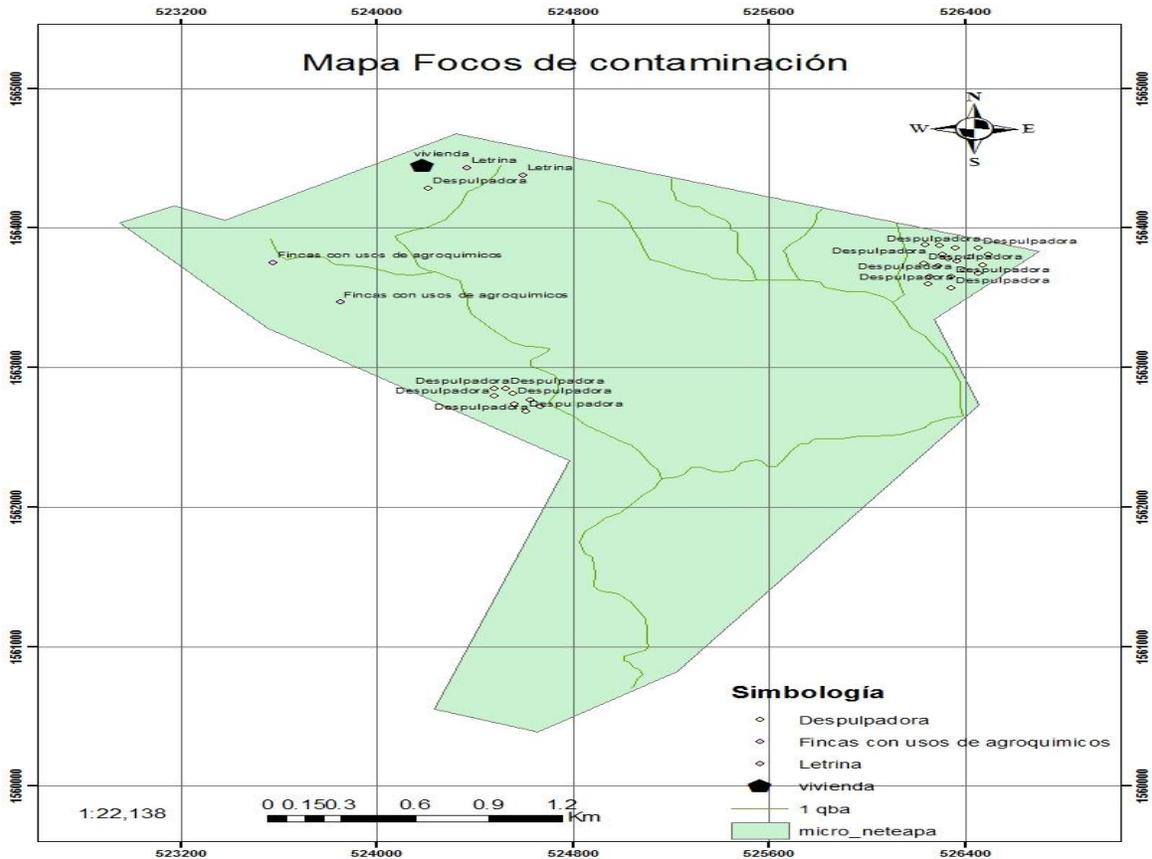
$$\times 100 = \% \text{ EPT}$$

### Cuadro 8. Índice de EPT

## 5.3 Identificar posibles zonas de contaminación y uso de suelos en áreas cercanas a las micro-cuencas.

### 5.3.1 Focos de contaminación.

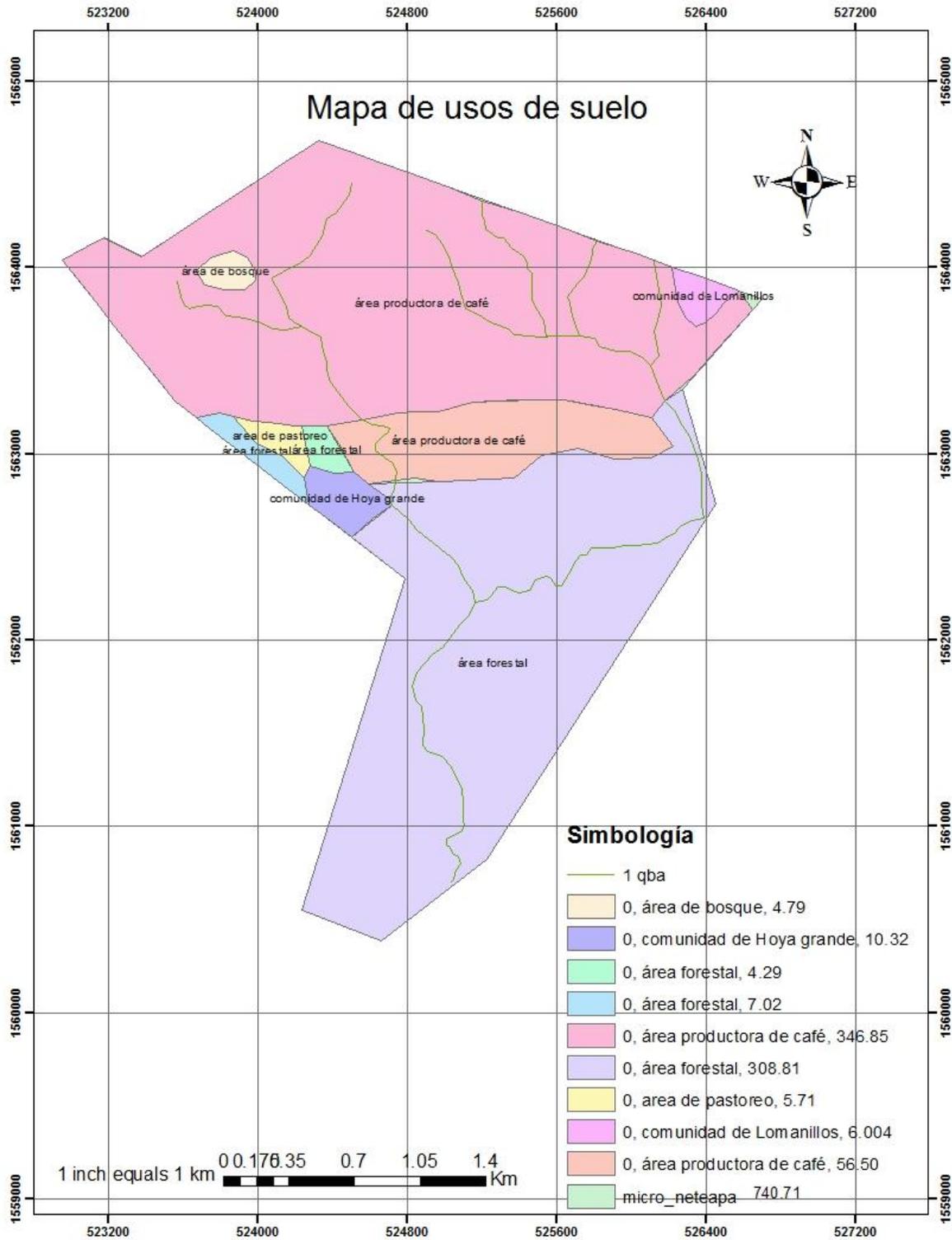
En los recorridos hechos en la microcuenca en conjunto con personal de la asociación de juntas de agua identificamos focos de contaminación a los afluentes del río Neteapa. Como las descargas directas de las despulpadoras de café que se encuentran en la parte alta de la microcuenca como se describe en el mapa, las parcelas productoras de café que de igual forma se encuentran en la parte alta se identificaron las parcelas de café por el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos ya que este es el método de producción predominante en la zona, también viviendas muy cerca de los afluentes y algunas no tienen letrinas por lo que es un contaminante permanente y esto ve afectada la calidad del agua.



**Figura 12.** Focos de contaminación encontrados en la microcuenca del río Neteapa.

### 5.3.2 Uso de suelo.

Dentro de la microcuenca se están viendo muchas alteraciones principalmente en la parte alta en las zonas de recarga de las fuentes de agua que abastecen a las comunidades de Morocelí, El suyate, Limones, Hoya Grande, Valle Arriba, Las Champas estas son las principales comunidades que se benefician de esta microcuenca y se están viendo afectadas por el cambio de uso de suelo que se hizo donde los habitantes de las mismas comunidades deforestaron las áreas naturales y las convirtieron en parcelas productoras de café como se puede observar en el mapa siendo esto una cantidad de 406 ha aproximadamente aun la mayor parte sigue siendo áreas forestales, también tenemos áreas ocupadas por 2 comunidades que se encuentran dentro de la microcuenca que son Hoya grande y Lomanillos.



**Figura 13.** Mapa de usos de suelos actual en la microcuenca del río Neteapa.

## **VI CONCLUSIONES**

Los parámetros fisicoquímicos no tuvieron resultados relevantes lo que quiere decir que la fuente de agua no tiene contaminación.

Los parámetros bacteriológicos tuvieron resultados levantes lo que quiere decir que la fuente de agua tiene contaminación.

La microcuenca presenta problemas de EPT, siendo los puntos de muestreo de la zona media y baja de la microcuenca los más afectadas, puesto que se encontraron rangos de leve a moderado impacto.

El uso de suelo que ha sido modificado por zonas productoras de café afecta ya que se encuentra en la zona de recarga y esto produce un impacto severo a la calidad del agua y al ambiente por uso de agroquímicos y descarga de aguas mieles.

## **VII RECOMENDACIONES**

Dar continuidad a la investigación tanto para los parámetros físico, químicos, bacteriológicos y metales pesados para conocer como varían en determinadas estaciones del año para así poder hacer frente y poder brindar una buena calidad de agua a las comunidades.

Realizar planes de acción para el control de descargas de las aguas mieles al río de las despulpadoras de café que se encuentran en el área y brindar ayuda para un mejor manejo de las aguas mieles.

Trabajar con organizaciones que se enfoquen en la conservación del ambiente y así poder generar proyectos para las familias que se encuentran viviendo en la zona alta área de recarga de la microcuenca y no cuentan con letrinas en sus casas.

Crear un plan de uso de suelo para el adecuado uso de este y evitar que se siga deforestando las áreas forestales y hacer un plan de ordenamiento para evitar en las áreas productoras de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, S, Pérez, L. 2007. Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de Macroinvertebrados Acuáticos en la subcuenca del Yeguaré. Ingeniería en desarrollo socioeconómico y ambiente. Zamorano, Honduras. Zamorano. 26 p.

Amador C, Casco C. 2014. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales municipales en la ciudad de Catacamas. Tesis de licenciatura. Catacamas, Olancho, Honduras. Universidad nacional de agricultura. 113 p.

Andrade, A. y F. Navarrete. 2004. Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Serie Manuales de educación y capacitación ambiental. No. 8. PNUMA. México. (en línea). Consultado 02 septiembre 2015. Disponible en [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_04/07\\_agua/cap7\\_2.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/cap7_2.html)

Carrera C. y Fierro K. 2001. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua: Manual de monitoreo. EcoCiencia. Quito, Ecuador. 67 p.

Freire moran, N. Demanda bioquímica de oxígeno. (en línea). Consultado el 26 de oct. 2015.

Disponible en [www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6165/2/DBO%20-%20SS%20-%20SD.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6165/2/DBO%20-%20SS%20-%20SD.pdf)

Gomez Garcia, L. Indicadores de calidad de agua. (en línea). Consultado el 26 de oct. 2015.

Disponible en [www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6166/1/INDICADORES%20DE%20CALI](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6166/1/INDICADORES%20DE%20CALI)

DAD%20DEL%20AGUA%20EXPOSIC.pdfGWP. 2012. situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia gestión integrada.

Recursos hídricos en Honduras. (en línea). Global Water Partnership. N°4. 93 ±100.

Consultado 03 de noviembre de 2015. [www.gwp.org/GWP-cCentroamerica/PORPAIS/Recurso-Hidrico-en-Honduras/](http://www.gwp.org/GWP-cCentroamerica/PORPAIS/Recurso-Hidrico-en-Honduras/)

Ingrassia, V. 2015.efectos del cianuro en el cuerpo humano.(en línea). La nación. Consultado 12 de nov 2015. Disponible en: [www.lanacion.com.ar/1828468-que-efectos-tiene-elcianuro-en-el-cuerpo-humano](http://www.lanacion.com.ar/1828468-que-efectos-tiene-elcianuro-en-el-cuerpo-humano)

Lenntech. 2008. turbidez. (En línea) consultado 4 septiembre 2015 <http://www.lenntech.es/turbidez.htm>

Lenntech. 2008. Porque es importante el oxígeno disuelto. (En línea). Consultado 4 septiembre 2015. <http://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-elagua.htm>

Macro-invertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi (en línea).consultado el 5 de septiembre 2015.Disponible en<http://www.espe.edu.ec/portal/files/E>

RevSerZoologicaNo2/BolTec6SerZool(2)/GiamettiyBersosa\_33.pdf

218 GHFHQLR LQWHUQDFLRQDO SDUD OD DFFLyQ 3ª H consultado 3 septiembre 2015. <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/index.shtml>

3iH] & 3'HWHUPLQDFLyQ GH FROLIRUPHV IHFDOHV HQ OD FLXGDG GH /D 3D]' (Q OtQHD /D 3D]' %ROLYLD & en 28 Peluso F.2013 el agro y la contaminación de aguas superficiales. (en línea). Consultado 4 septiembre 2015. <http://www.unicen.edu.ar/content/el-agro-y-la-contaminaci%C3%B3ndel-agua-superficial>

Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 164 p.

Salgado P.2012. contaminación del agua en Honduras. (en línea). Consultado 3 septiembre 2015. <http://contaminaciondelaguahonduras2012.blogspot.com/>

Lenntech. 2008. Nitratos.(en línea). Consultado el 11 de junio 2016. Disponible en <http://www.lenntech.es/nitratos.htm#ixzz4BUiv25BK>

OMA. 2006. Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. (en línea). Consultado 10 de junio 2016. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf). pdf

Gonzales Toro, C. 2001. Oxígeno Disuelto. (En Línea). Consultado el 11 de junio 2016. Disponible en <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-861/maguaoxigenodisuelto.pdf>

# Anexos

## Resultados Obtenidos en el Primer Muestreo realizado.

### Anexo 1. Concentraciones de contaminantes en el primer muestreo.

No .	Tipo de análisis	Morocelí y El suyate	Limones, Champas y Valle arriba #1	Limones, Champas y Valle arriba #2	Hoya Grande #1	Hoya Grande #2
1	Coliformes Totales	240 UFC/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/100ml	300 UFC/100ml
2	Coliformes Fecales	20 UFC/100 ml	<3 NMP/100ml	75 NMP/100ml	75 NMP/ml	<20 UFC/100ml
3	PH	7.29 mg/L	6.97	6.58	7.33	7.45 mg/L
4	Nitrito	0.32 mg/L	0.033 mg/L	N.D	0.09 mg/L	0.30 mg/L
5	Nitrato	0.01 mg/L	8.11 mg/L	5.478 mg/L	3.67 mg/L	0.02 mg/L
6	Cianuro		<0.07 mg/L	<0.07 mg/L	<0.07 mg/L	
7	Dureza Total	39.41 mg/L	100 mg/L CaCO <sub>3</sub>	150 mg/L CaCO <sub>3</sub>	180 mg/L CaCO <sub>3</sub>	6.66 mg/L
8	Oxígeno Disuelto		9.1 mg/L	8.9 mg/L	9.3 mg/L	
9	Mercurio		N.D.	N.D	N.D.	
10	Plomo		<0.0045 mg/L	<0.0045 mg/L	<0.0045 mg/L	
11	Cadmio		N.D.	N.D.	N.D.	
12	Magnesio	3.91 mg/L	0.0359 mg/L	0.0446 mg/L	0.3984 mg/L	3.91 mg/L
13	Hierro		<0.0056 mg/L	0.0335 mg/L	<0.0056 mg/L	

Resultados obtenidos en el segundo muestreo.

**Anexo 2.** Concentraciones de contaminantes para el segundo muestreo

No.	Tipo de análisis	Morocelí y El suyate	Limones, Champas y Valle arriba #1	Limones, Champas y Valle arriba #2	Limones, Champas y Valle arriba #3	Hoya Grande #1	Hoya Grande #2
1	Coliformes Totales	0 NMP/100 ml	<1.8 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml	33 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml	920 NMP/100 ml
2	Coliformes Fecales	0 NMP/100 ml	7.8 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml	33 NMP/100 ml	0 NMP/100 ml	920 NMP/100 ml
3	PH	7.05	7.08	7.11	7.05	7.10	6.54
4	Nitrito	0.06 mg/L	N.D	0.06 mg/L	N.D	0.06 mg/L	N.D
5	Nitrato	3.96 mg/L	3.08 mg/L	3.83 mg/L	2.64 mg/L	3.83 mg/L	2.47 mg/L
6	Dureza Total	100 mg/L CaCo3	50 mg/L CaCo3	100 mg/L CaCo3	100 mg/L caCo3	100 mg/L CaCo3	100 mg/L CaCo3
7	Oxígeno Disuelto	7.8 mg/L	7.5 mg/L	7.5 mg/L	8.3 mg/L	7.8 mg/L	8.2 mg/L

**Anexo 3.** Despulpadora de café.



Anexo 4. Resultado análisis de agua



**SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel/fax: 227-4498

**INFORME DE RESULTADO FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO**

RTL-33-02

No de Informe:

No de Solicitud:

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre	MANORPA / COSUDE
Proyecto	
Dirección	Danlí El Paraíso
Teléfono/fax:	9604-2875
Correo Electrónico	

DATOS DEL MUESTREO				
Fuente	Fuente Rio Neteapa			
Localidad	Neteapa Moroceli, El Paraíso			
Tomada por	Oscar Trujillo			
Fecha/Hora	17/03/2016 8:12am			
Tipo de Muestra	AC	AT	AR	PZ
Entregada por	José Ángel Paguaga 17/03/216 1:30pm			
Datos de Campo	Tª	Cl	pH	ODis
Condiciones Ambientales				
Observaciones				

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	29/03/2016	17/03/2016
Tª	21,9°C	24,3°C
Humedad	51%	33%
Observaciones		

**OBSERVACIONES**

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio



**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel/fax: 227-4498

**INFORME DE RESULTADO FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO**

RTL-33-02

No de Informe:

No de Solicitud:

I. ANALISIS FISICOS				
Parámetro	Método	*Norma	Resultado (mg/l)	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B	5	2,33	
Color (UC)	Parte 2120B	15	12,50	
Temperatura (°C)	Parte 2550B	18 - 30		
Olor	-	Inodoro		

II. ANALISIS QUIMICOS				
Parámetro	Método	*Norma (mg/L)	Resultado (mg/l)	*Ue
pH	Parte 4500H*B	6,5 – 8,5	7,29	
Cloro residual	Colorimétrico con ortotolidina	0,5 – 1,0		
Conductividad	Parte 2510B	400 µs/cm	118,80	
Alcalinidad total	Parte 2320B	-	44,07	
Bicarbonatos	Parte 2320B	-	44,07	
Carbonatos	Parte 2320B		0,00	
Hidróxidos	Parte 2320B			
Acidez				
Dureza total	Parte 2340	400	39,41	
Dureza de Calcio	Parte 2340	-	23,31	
Dureza de Magnesio	Parte 2340	-	16,10	
Calcio		100	9,32	
Magnesio		30	3,91	
Sulfato	Parte 4500-SO <sub>4</sub> E	250	<10	
*o-fosfatos	Parte 365,3	-	0,56	
Cloruros	Parte 4500Cl C	250	4,62	
Hierro total	Parte 3 500-FeD	0,3		
Manganeso	MERCK 14770	0,5		
Aluminio	Parte 3500-AI-D	0,2		
Fósforo	Parte 4500-P-E	-		
Flúor	Parte 4500 FC	0,7 – 1,5		
*Nitratos	Parte 352.1	50	0,32	
*Nitritos	Parte 354.1	0,1 – 3,0	0,01	
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2	0,5	0,00	
Materia Orgánica	Volumétrico con KmnO <sub>4</sub> DE-07-43			
Oxígeno disuelto	Parte 4500 O	6 - 8		
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210B	50		
DQO	Parte 5220D	200		
CO <sub>2</sub>	Volumétrico con Caldo Básico DE-07-43	-		
P. Fluoresceína	Colorimétrico	-		
Sólidos totales	Parte 2540B	1 000		
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	-		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	-		
Sólidos totales disueltos		-	59,40	

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

2 de 3



SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA  
Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
Tel/fax: 227-4498

INFORME DE RESULTADO FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO

RTL-33-02

No de Informe: 337

No de Solicitud: 129

III. ANALISIS BACTERIOLOGICO

Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
Recuento Heterotróficos totales	9215 D	< 250 UFC/ml	
Coliformes totales	Parte 9222B	0 UFC/100 ml	240 UFC/100ml
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	0 UFC/100 ml	20 UFC/100ml
Escherichia coli	9221 E	0 UFC/ 100 ml	Presente

\* Standard Method for the Examination for the Water and Waste Water, 19 Ed (DE-05-01)

\* Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (DE-04-01)

\* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)

Ue = Incertidumbre Expandida

Observaciones:

- De acuerdo a los parámetros analizados desde el punto de vista Físico Químico esta muestra presenta valores dentro de lo establecido por la norma técnica nacional para la calidad del agua potable vigente bajo decreto #084 del 31 de julio de 1995.
- Desde el punto de vista Bacteriológico se considera AGUA NO SEGURA por lo que requiere desinfección previo consumo. Disposiciones establecidas por la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable decreto #084 del 31 de julio 1995.

  
Dra. Claudia S. Lagos  
Analista Químico

  
Dra. Carmen N. Mendoza  
Analista Microbiólogo



Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

3 de 3



SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA  
Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
Tel/fax: 227-4498

INFORME DE RESULTADO FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO  
RTL-33-02

No de Informe: 338

No de Solicitud: 129

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre	MANORPA / COSUDE
Proyecto	
Dirección	Danlí El Paraíso
Teléfono/fax:	9604-2875
Correo Electrónico	

DATOS DEL MUESTREO					
Fuente	Fuente la Cascada				
Localidad	Las Flores, Olla Grande, Morocelí, El Paraíso				
Tomada por	Máximo Moncada				
Fecha/Hora	17/03/2016 7:30am				
Tipo de Muestra	AC	AT	AR	PZ	
Entregada por	José Ángel Paguaga		17/03/216	1:30pm	
Datos de Campo	T°	Cl	pH	ODis	Otros
Condiciones Ambientales					
Observaciones					

CONDICIONES AMBIENTALES DEL ANÁLISIS		
Area	Fisicoquímica	Microbiología
Fecha	29/03/2016	17/03/2016
T°	21,9°C	24,3°C
Humedad	51%	33%
Observaciones		

OBSERVACIONES

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

1 de 3



SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
 LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA  
 Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
 Tel/fax: 227-4498

INFORME DE RESULTADO FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO  
 RTL-33-02

No de Informe: 338

No de Solicitud: 129

I. ANALISIS FISICOS				
Parámetro	Método	*Norma	Resultado (mg/l)	*Ue
Turbiedad (NTU)	Parte 2130B	5	11,50	
Color (UC)	Parte 2120B	15	25,00	
Temperatura (°C)	Parte 2550B	18 - 30		
Olor	-	Inodoro		

II. ANALISIS QUIMICOS				
Parámetro	Método	*Norma (mg/L)	Resultado (mg/l)	*Ue
pH	Parte 4500H*B	6,5 – 8,5	7,45	
Cloro residual	Colorimétrico con ortotolidina	0,5 – 1,0		
Conductividad	Parte 2510B	400 $\mu$ s/cm	60,35	
Alcalinidad total	Parte 2320B	-	20,50	
Bicarbonatos	Parte 2320B	-	20,50	
Carbonatos	Parte 2320B		0,00	
Hidróxidos	Parte 2320B			
Acidez				
Dureza total	Parte 2340	400	6,66	
Dureza de Calcio	Parte 2340	-	1,67	
Dureza de Magnesio	Parte 2340	-	4,99	
Calcio		100	0,67	
Magnesio		30	1,21	
Sulfato	Parte 4500-SO <sub>4</sub> E	250	<10	
*o-fosfatos	Parte 365,3	-	3,19	
Cloruros	Parte 4500Cl C	250	3,08	
Hierro total	Parte 3 500-FeD	0,3		
Manganeso	MERCK 14770	0,5		
Aluminio	Parte 3500-Al-D	0,2		
Fósforo	Parte 4500-P-E	-		
Flúor	Parte 4500 FC	0,7 – 1,5		
*Nitratos	Parte 352.1	50	0,30	
*Nitritos	Parte 354.1	0,1 – 3,0	0,02	
*Nitrógeno amoniacal	Parte 350,2	0,5	0,00	
Materia Orgánica	Volumétrico con KmnO <sub>4</sub> DE-07-43			
Oxígeno disuelto	Parte 4500 O	6 - 8		
DBO <sub>5</sub>	Parte 5210B	50		
DQO	Parte 5220D	200		
CO <sub>2</sub>	Volumétrico con Caldo Básico DE-07-43	-		
P. Fluoresceína	Colorimétrico	-		
Sólidos totales	Parte 2540B	1 000		
Sólidos suspendidos	Parte 2540D	-		
Sólidos sedimentables	Cono Imhoff	-		
Sólidos totales disueltos		-	30,18	

Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

2 de 3



**SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**  
**LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD – DIVISION METROPOLITANA**  
Col. Villa Los Laureles, 1,5 km carretera al Seminario Mayor, Comayagüela, MDC  
Tel/fax: 227-4498

**INFORME DE RESULTADO FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO**  
RTL-33-02

No de Informe: 338

No de Solicitud: 129

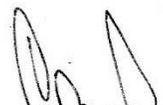
III. ANALISIS BACTERIOLOGICO

Parámetro	*Método	*Norma	Resultado
Recuento Heterotróficos totales	9215 D	< 250 UFC/ml	
Coliformes totales	Parte 9222B	0 UFC/100 ml	300 UFC/100ml
Coliformes termotolerantes (coli fecales)	Parte 9222D	0 UFC/100 ml	<1 UFC/100ml
Escherichia coli	9221 E	0 UFC/ 100 ml	Ausente

- \* Standard Method for the Examination for the Water and Waste Water, 19 Ed (DE-05-01)
- \* Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable (DE-04-01)
- \* Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes EPA (DE-05-05)
- Ue = Incertidumbre Expandida

**Observaciones:**

- De acuerdo a los valores de los parámetros analizados desde el punto de vista físico químico esta muestra presenta valores fuera de la norma técnica nacional para la calidad del agua potable vigente bajo decreto #084 del 31 de julio de 1995, en Turbiedad y Color.
- No hay presencia de Coliformes Termotolerantes lo que indica que la contaminación Bacteriológica no es reciente, haciéndose necesario una desinfección previo consumo, según lo establecido por la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, decreto #084 del 31 de julio de 1995.

  
Dra. Claudia S. Lagos  
Analista Químico

  
Dra. Carmen N. Mendoza  
Analista Microbiólogo



Se prohíbe la reproducción de este informe en forma parcial, sin la aprobación escrita del Jefe de Laboratorio

3 de 3

**Anexo 5.** Usos de suelo



**Anexo 6.** Toma de muestras de agua.



**Anexo 7.** Recoleccion de mallas para monitoreo de macroinvertebrados bentónicos.

