



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD  
BACTERIOLOGICA EN AGUAS DE POZO EN LA  
COMUNIDAD DE MANACAMIRI DE LA REGIÓN  
LORETO”**

**T E S I S**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presentado por**

**JAVIER NAVARRO DEL AGUILA**

**Bachiller en Gestión Ambiental**

**IQUITOS – PERÚ**

**2 0 1 4**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Tesis aprobado en sustentación pública el día 29 del mes de diciembre del año 2011, por el jurado Ad-Hoc nombrado por la Dirección de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

## **INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

---

**Ing. JORGE FLORES MALAVERRY**  
Presidente

---

**Ing. JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.**  
Miembro

---

**Ing. EMILIO DÍAZ SANGAMA, M.Sc.**  
Miembro

---

**Ing. JORGE YSAAC VILLACRES VALLEJO, M.Sc.**  
Asesor

---

**Blgo. FREDY ESPINOZA CAMPOS**  
Co-Asesor

---

**Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, M.Sc.**  
Decano

## DEDICATORIA

*A Dios por Iluminarme, guiarme,  
por darme todos los días la fuerza, la  
inteligencia y las ganas de seguir adelante  
con las metas propuestas en el transcurso de mi vida.*

*A mis padres **Magno** y **Mariana** por  
ser los mejores padres del mundo,  
por  
apoyarme incondicionalmente en cada  
momento de mi vida, por los  
innumerables  
consejos, más que padres, también son  
muy  
buenos amigos en quien puedo confiar.*

*A mis hermanos:  
**Beder, Greysi, Martha, Franco** y **Diego**,  
por las preguntas y discusiones que me hicieron  
referente a mi tesis, porque con ello me sirvió para  
fortalecerme, exigirme un poco más y superar los obstáculos  
que se presenten en el transcurso de mi vida para así llegar a  
culminar esta investigación de mi tesis, este logro también va  
dedicado con mucho esfuerzo para ustedes queridos hermanos.*

*Ya toda mi familia que de una y otra forma me aconsejaron y me brindaron su  
apoyo. A todos ustedes va dedicado y puedo decir con mucha fe y alegría que: ¡Se  
cumplió el objetivo!...*

## AGRADECIMIENTO

- A Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante y cumplir con mis objetivos.
- Son muchas las personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer estas dedicatorias quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.
- A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en todo momento y etapa de mi vida, siempre estuvieron allí en cada tropiezo, guiándome con sus buenos consejos para levantarme y seguir adelante con mis metas trazadas.
- Al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas, por permitirme el uso de sus instalaciones y materiales para la ejecución de este proyecto de tesis.
- Al **Blgo. Freddy Orlando Espinoza Campos**, por el asesoramiento y apoyo incondicional, por la amistad brindada, por la confianza depositada en cada momento y por sus buenos consejos en cada paso de esta realización del proyecto de tesis.
- Al **Ing. Jorge Villacrez Vallejo**, por los consejos oportunos en el asesoramiento de la presente tesis.
- Al **Blgo. Carlos Flores Dávila**, por facilitarme con los equipos y materiales en el laboratorio de Microbiología y parasitología de la Facultad de ciencias Biológicas.
- Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	10
<b>CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	14
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	14
1.1.1 Descripción del problema .....	14
1.1.2 Hipótesis .....	15
1.1.3 Identificación de las variables.....	15
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.2.1 Objetivos generales.....	16
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	17
<b>CAPITULO II. METODOLOGIA</b> .....	18
2.1 MATERIALES .....	18
2.1.1 Muestras .....	18
2.1.2 Materiales de laboratorio .....	18
2.2 MÉTODOS .....	20
2.2.1 Diseño de la Investigación.....	20
2.2.2 Estadística a emplear.....	20
2.2.3 Área de estudio .....	21
2.2.4 Característica de la zona de estudio .....	22
2.2.5 Procedimiento para la recolección de la información.....	22
2.2.5.1 Recolección de las muestras .....	22
2.2.5.2 Transporte de las muestras .....	23
2.2.6 Procesamiento y análisis de la muestra .....	24
2.2.6.1 Análisis bacteriológicos .....	24
a. Método de recuento en placa por siembra en todo el medio .....	24
b. Determinación del número mas Probable de coliformes Totales y coliformes termotolerantes (fecales) .....	25
b.1 Fase presuntiva.....	25
b.2 Fase confirmativa .....	25
<b>CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	27
3.1 MARCO TEORICO.....	27

3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	34
<b>CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL CONSUMO DE AGUA DE POZOS EN LA COMUNIDAD DE MANACAMIRI .....	37
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	57
5.2 RECOMENDACIONES .....	58
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro N° 01. Evaluación bacteriológica de pozos artesianos (Sin redes de distribución) de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	38
Cuadro N° 02. Condiciones para el consumo en pozos artesianos sin redes de distribución de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	40
Cuadro N° 03. Evaluación bacteriológica del pozo artesiano con redes de distribución en la Posta Médica comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	42
Cuadro N° 04. Condiciones para el consumo de pozos artesianos de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	44
Cuadro N° 05. Evaluación bacteriológica en el pozo artesiano N° 11 con redes de distribución del colegio comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	46
Cuadro N° 06. Condiciones para el consumo en pozos artesianos de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	48
Cuadro N° 07. Evaluación bacteriológica en pozos rústicos de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	49
Cuadro N° 08. Condiciones para el consumo de pozos rústicos de la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	51
Cuadro N° 09. Comparación de todos los puntos evaluados en la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	52

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico N° 01. Nivel de frecuencia (Muestras acertadas y rechazadas) en La evaluación bacteriológica en pozos artesianos de la Comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	39
Gráfico N° 02. Frecuencia de la evaluación bacteriológica en aguas de pozos artesianos comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 ...	41
Gráfico N° 03. Nivel de frecuencia (Aceptadas y rechazadas) de la evaluación bacteriológica en la redes de distribución de la Posta Médica comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	43
Gráfico N° 04. Frecuencia de la evaluación bacteriológica de las redes de Distribución de la Posta Médica en la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	45
Gráfico N° 05. Nivel de frecuencia (Aceptados y rechazados) de la evaluación bacteriológica en las redes de distribución del colegio (Pozo artesiano N° 11) comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	47
Gráfico N° 06. Frecuencia de la evaluación bacteriológica en la redes de distribución del colegio (Pozos artesianos) comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011 .....	48
Gráfico N° 07. Frecuencia de la evaluación bacteriológica en pozos rústicos en la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011.....	50
Gráfico N° 08. Frecuencias de la evaluación bacteriológica en pozos rústicos en la comunidad de Manacamiri – Iquitos – 2011. ....	51



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 01. Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en Agua de pozos en la comunidad de Manacamiri – Ficha Evaluativa .....	64
ANEXO 02. Resultados de evaluación de la calidad bacteriológica en agua de pozos artesianos con redes de distribución en la comunidad de Manacamiri .....	67
ANEXO 03. Resultados de evaluación de la calidad bacteriológica en agua de pozos artesianos con redes de distribución en la comunidad de Manacamiri .....	69
ANEXO 04. Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en agua de pozos rústicos en la comunidad de Manacamiri .....	71
ANEXO 05. Procedimiento de recuento en placas para Mesaofilos aerobios viables .....	72
ANEXO 06. Procedimiento del método del número más probable (NMP) fase presuntiva .....	73
ANEXO 07. Procedimiento del método del número más probable (NMP) Fase confirmativa .....	74
ANEXO 08. Número de tubos sembrados por cada dilución (3 tubos por dilución) .....	75
ANEXO 09. Límites máximos permisibles establecidos por el diario El Peruano (2008).....	76
ANEXO 10. Plano geog-ráfico de la ubicación de la comuna de Manacamiri - Iquitos – Loreto .....	77
ANEXO 11. Acercamiento de la ubicación comunidad de Manacamiri – Iquitos – Loreto .....	78
ANEXO 12. Croquis de ubicación de todos los puntos muestreados .....	79
ANEXO 13. Puntos de muestreo en el colegio .....	80
ANEXO 14. Puntos de muestreo en la Posta .....	81
ANEXO 15. Fórmulas aplicadas para el uso de los diversos procedimientos. 82	
ANEXO 16. Recolección de muestras en los diferentes puntos de muestreo. 87	
ANEXO 17. Diversas muestras recolectadas de los diferentes puntos de muestreo de la comunidad de Manacamiri.....	88

## INTRODUCCIÓN

El agua es un factor que puede convertirse en un vehículo para la adquisición de diversas enfermedades en el ser humano. Actualmente, existen descritas más de 20 enfermedades en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. (OPS, 1993).

Asimismo, a nivel mundial y Latinoamericano, la existencia de agua microbiológicamente segura constituye un gran problema de salud pública. Entendiéndose como agua microbiológicamente segura, aquella que se encuentra libre de todo microorganismo patógeno y de bacterias características de la contaminación fecal. El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud- OMS (OMS, 1985) como “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual incluida la higiene personal”. El agua no debe presentar ningún tipo de contaminación que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Marchand, 2002).

Por lo tanto, la calidad del agua tiene una fuerte repercusión en la salud pública, por lo que el control de su calidad, fundamentalmente la de consumo humano, es un factor importante en la prevención de muchas enfermedades, principalmente de origen alimentario. Dicho control consiste en muestrear y analizar periódicamente, las características físicas, químicas, y microbiológicas del agua suministrada a la población. (Ángeles, 2000).

El peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales. Si dicha contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos y con capacidad de producir enfermedad.

El aumento de este tipo de microorganismos está relacionado con cambios dramáticos en el ambiente y en la población incrementados por los procesos de urbanización, la expansión de la pobreza, la ocupación de regiones no habitadas anteriormente, las migraciones no controladas con gran número de refugiados y desplazados, la facilidad y rapidez en los desplazamiento y el movimiento creciente de animales y de productos de origen animal.

El Perú es un país que en sus tres regiones geográficas (Costa, Sierra y Selva), tiene una carencia de servicio de agua potable, a pesar que la Selva alberga una gran diversidad de cuerpos de agua conformado por ríos, quebradas, cochas y lagos; sin embargo, se cuenta con muy poca agua que esté disponible para el consumo humano; razón por la cual, tanto en las zonas urbanas como rurales, las familias se ven en la necesidad de construir pozos que muchas veces no cuentan con los criterios técnicos sanitarios adecuados; ya que, en la generalidad de los casos se observa que estos pozos son construidos en las partes bajas por lo que son fácilmente contaminados con desechos orgánicos que se encuentran en el suelo y que contienen no sólo microorganismos saprófitos, sino también patógenos intestinales procedentes de heces humanas y de animales. (Hurtado, 2007)

En nuestra región se enfrenta diversos problemas de abastecimiento de este recurso tales como escasez y contaminación. En las zonas rurales los principales problemas de disponibilidad del agua son el desabasto y su falta de potabilización. En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua y pozos artesianos y rústicos expuestas muchas veces a la contaminación debidas a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas.

La comunidad de Manacamiri, ubicado en el Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas a orillas del río Nanay, con una población de 783 habitantes; quienes se abastecen de agua a través de pozos artesianos públicos y pozos rústicos y muchos de ellos se encuentran dentro de sus viviendas, otros hacen uso de las aguas de quebradas, con riesgo de contraer enfermedades infecciosas principalmente la de origen intestinal, sin descartar las enfermedades de la piel, oído, ojos y otros orificios del cuerpo, además de las septicémicas graves.

En la comunidad de Manacamiri, no existen estudios para determinar la calidad bacteriológica del agua que consume la población; asimismo, el Ministerio de Salud de Loreto, reporto 4170 casos de diarreas acuosas en una población de menos de un año a 61 años de edad, (MINSAL, 2009), muchas veces relacionadas a enfermedades gastrointestinales, las cuales se encuentran relacionadas con el abasto y la calidad del agua para consumo humano.

Por lo tanto, debido a las dos circunstancias anteriormente descritas (inexistencia de estudios sobre la calidad del agua para consumo humano y alta morbilidad por enfermedades gastrointestinales), revelaron la necesidad de desarrollar estudios

que evalúen y resuelvan la problemática que representa la deficiente calidad de agua para consumo humano en zonas rurales de nuestra región; por lo que se considero de urgente necesidad evaluar la calidad bacteriológica de las aguas de pozo en el caserío de Manacamiri de la región Loreto y así poder determinar el tipo de microorganismos presentes en el agua y su concentración proporcionaría herramientas indispensables para conocer la calidad de la misma y poder tomar decisiones en relación al control de vertidos, tratamiento y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación de las personas y el ambiente.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 1.1.1 Descripción del Problema

La población de la comunidad de Manacamiri, hace uso de las aguas de cochas, quebradas y pozos; desconociéndose hasta el momento el grado de contaminación bacteriológica de las mismas, y por lo tanto el riesgo de contraer enfermedades infecciosas principalmente las de origen intestinal.

Estas fuentes de aguas, muchas veces son contaminadas con los vertidos de origen doméstico, donde la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal. Estos microorganismos son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi – mortalidad en la población.

Entre los contaminantes del agua pueden estar bacterias patógenas específicas para el hombre y/o los responsables de zoonosis, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería o fiebre tifoidea

Como resulta difícil determinar los agentes causales de las distintas enfermedades ocasionadas por el uso de aguas contaminadas, el ICMSF (Comité Internacional de Especificaciones Microbiológicas de Alimento) ha establecido indicadores de contaminación microbiológica como el grupo

coliformes y las bacterias aerobias mesófilas cuya presencia en determinado número estaría determinando el riesgo sanitario; por lo que se plantea la siguiente interrogante :

***¿Cuál es el grado de contaminación bacteriana que tienen las aguas de los pozos de la Comunidad de Manacamiri?.***

### **1.1.2 Hipótesis**

El agua de los pozos que son usadas por los pobladores del caserío de Manacamari; presentan un alto grado de contaminación bacteriológica.

### **1.1.3 Identificación de las variables**

**Variable Independiente (x):** Reservorios y redes de agua

**Variable Dependiente (Y):** Contaminación Bacteriológica

#### **Operacionalización de la variables**

##### **X: Reservorios y Redes de agua**

X1: Pozo artesiano de comunidad

X2: Pozo rustico de Comunidad.

X3: Tanque elevado de posta

X4: Llave de caño de posta

X5: Tanque elevado de comunidad

X6: Tanque elevado de Colegio

X7: Llave de caño de colegio

X8: Llave de lavatorio de posta

### **Y: Contaminación Bacteriológica**

Y1: Cantidad de mesofilos Aerobios Viables.

Y2: Cantidad de Coliformes fecales.

Y3: Cantidad de Coliformes totales.

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Evaluar la calidad bacteriológica en aguas de pozo del caserío de Manacamiri de acuerdo a los valores de referencia establecidos en la Ley General de aguas y la Norma del agua potable; para poder orientar a la población en el uso adecuado de las mismas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar los indicadores microbiológicos de riesgo en aguas de los **pozos artesianos** del caserío de Manacamiri, mediante el recuento de bacterias aerobias mesófilas en placas y la determinación del número más probable de Coliformes totales y fecales .
- Evaluar los indicadores microbiológicos de riesgo en aguas de los **pozos rústicos** del caserío de Manacamiri, mediante el recuento de bacterias aerobias mesófilas en placas y la determinación del número más probable de Coliformes totales y fecales.
- Comparar la variación de la contaminación de las aguas de los pozos con bacterias del grupo coliformes totales y fecales.



### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Los resultados obtenidos en este estudio revelan la necesidad de desarrollar una campaña de educación para la salud dirigida a la población de Manacamiri; sensibilizando a la población sobre las ventajas de consumir agua de buena calidad y los peligros del consumo de agua de mala calidad, incrementando el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas (plata coloidal, nitrato de plata, cloración , etc), y de esa manera puedan mejorar sus condiciones de vida y al mismo tiempo colaborar con las autoridades de sector salud para mejorar el plan de monitoreo y evaluaciones permanentes de la calidad del agua para el consumo de la población.

## CAPITULO II: METODOLOGÍA

### 2.1 MATERIALES

#### 2.1.1 Muestras

- Agua de pozos artesianos.
- Agua de pozos rústicos.
- Agua de tanques elevados

#### 2.1.2 Materiales de Laboratorio

##### a. Equipos

- Autoclave Auster mod. 437 –P
- Horno tipo L/P.0302 -303
- Estufa Heraus
- Baño María marca Thelco
- Balanza Cobos de 2 platillos
- Balanza analítica Standard Ohaus
- Cocina eléctrica: Citecil
- Refrigeradora: Coldex y Frio lux
- Destilador gesellschaft fur
- Cámara de flujo láminar

##### b. Medios de cultivo

- Agar Plate Count (Agar – Peptona de caseína- Glucosa – Extracto de levadura). Merck.
- Caldo Lauril Sulfato. Merck

- Caldo Brila. Merck
- Caldo EC (Caldo E, coli). Merck
- Caldo Peptonado

**c. Materiales de vidrio**

- Placas Petri 100 x 5 mm.
- Tubos de ensayo 16 x 150 mm
- Tubos de ensayo 25 x 200 mm
- Campanas de Durham
- Matraz de 250 y 500 ml
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Probeta de 100 ml
- Termómetro
- Vaso precipitado
- Frascos colectores de boca ancha y tapa rosca
- Mechero de alcohol

**d. Otros**

- Termo de Poroflex
- Paquetes fríos
- Asas Bacteriológicas
- Gradillas
- Espátula
- Papel despacho
- Algodón

- Alcohol de 96°C
- Encendedor
- Agua destilada
- Hilo pabilo
- Mandil
- Lejía y detergente

**e. Materiales de escritorio**

- Papel bond
- Marcadores de vidrio
- Etiquetas

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación pertenece a una investigación descriptiva, experimental. Por que se estudio las variables en donde se puede conocer que fluctúa el comportamiento de las mismas en los diferentes muestreos que indica el protocolo.

### **2.2.2 Estadística a emplear**

Para el análisis de los resultados se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), utilizando la prueba del Chi – Square Test de Homogeneidad, usando el programa SPSS 15.

Para el siguiente análisis estadístico se empleó la siguiente hipótesis:

$H_0$  = La calidad microbiológica no difiere de acuerdo a la presencia de microorganismos que tiene las aguas de los Pozos de la Comunidad de Manacamiri.

$H_1$  = La calidad microbiológica difiere de acuerdo a la presencia de microorganismos que tiene las aguas de los Pozos de la Comunidad de Manacamiri.

#### Mediante el cuadro de Chi-Square Test

	Value	df	Asymp. Sig (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.929	2	0.231
Likelihood Ratio	2.947	2	0.229
N of Valid Cases	432		

Analizando el cuadro de Chi-Square podemos decir que la calidad bacteriológica del agua no difiere  $P > 0.05$  significativamente de acuerdo a la presencia de microorganismos que tienen las aguas de los pozos de la Comunidad de Manacamiri.

### **2.2.3 Área de estudio**

El presente estudio se realizó la Comunidad de Manacamiri, Distrito de Iquitos, Departamento de Loreto, Provincia de Maynas.

Esta comunidad tiene una altitud de 106 m.s.n.m., zona rural con un clima tropical y temperatura variada entre 16°C y 35°C.

#### **2.2.4 Características de la zona de estudio**

##### **a) El Clima**

La comunidad de Manacamiri es una zona rural que tiene un clima Tropical (Cálido y Húmedo). Las épocas de vaciante (Agosto-Diciembre) y de creciente (Enero-Julio), con una Altitud de 106 m.s.n.m y con una temperatura variada que oscila entre 16°C a 35°C durante todo el año, presentan particulares diferencias en flora, fauna y clima. (MPM-2010)

##### **b) Población**

La población de la Comunidad de Manacamiri, en la actualidad es de 748 habitantes, la dinámica de crecimiento de la población es lento, se estima una tasa de crecimiento anual de 2.30%; la población que emigra hacia la Comunidad de Manacamiri, proviene de sectores de muy bajos ingresos, que son desplazados de otras áreas.

#### **2.2.5 Procedimiento para la recolección de la información**

##### **2.2.5.1 Recolección de las muestras.**

Las muestras fueron colectadas a partir de agua de pozos en frascos de vidrio estéril de 250 ml. llenados hasta un volumen de 150 ml.

##### **a) Pozos Artesianos**

Las muestras para la determinación de bacterias aerobias mesofilas, coliformes totales y fecales, se tomaron en frascos de vidrios estériles y el procedimiento de muestreo consistió en abrir el grifo y se dejó correr el agua durante dos minutos para luego cerrarlo y esterilizarlo

interna y externamente mediante un hisopo embebido en alcohol encendido, luego se dejó correr nuevamente para finalmente recolectar la muestra en el frasco en un volumen de 150ml. (Perdomo. 2001).

**b) Pozos rústicos**

Se sumergió el frasco de vidrio estéril y con la ayuda de un soga delgada se procedió a sacar la muestra de agua en un volumen aproximado a 150ml, procedimiento que evitó la contaminación de la muestra con posibles microorganismos procedentes de la mano del muestreador. Se sujetó una plomada al frasco para facilitar el sumergido del mismo.

**2.2.5.2 Transporte de las muestras**

Las muestras fueron transportadas en cajas térmicas con paquetes de hielo, y con un termómetro en el interior para controlar la temperatura que estuvo entre 4°C a 10°C.

Posteriormente se transportó al Laboratorio de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de la Amazonía para su respectivo procesamiento en un tiempo no mayor de 6 horas. (Hurtado. 2007).

## **2.2.6 Procesamiento y análisis de la muestra**

### **2.2.6.1 Análisis Bacteriológico**

#### **Enumeración de bacterias aerobias mesófilas viables**

##### **a. Método de Recuento en Placa por siembra en todo el medio (ICMSF, 2000)**

Se prepararon diluciones decimales, empleando como diluyente una solución peptonada a una concentración de 1 gr. de peptona para 1000 ml. de agua destilada, luego se pipetearon a placas de Petri por duplicado, alícuotas de 1 ml. a partir de la muestra original y de las diluciones respectivas.

Posteriormente se agregaron a cada placa de Petri, 10 ml. de Agar Plate Count licuado y temperado para que al ser mezclado con la alícuota no inactive a los gérmenes, se homogenizó el inóculo con el medio moviendo las placas 5 veces en el sentido de las agujas del reloj, 5 veces en sentido contrario, 5 veces en sentido vertical y 5 en sentido horizontal. Se dejaron solidificar el medio de cultivo a temperatura ambiente, y se incubó las placas de Petri de forma invertida a una temperatura de 37°C durante 48 horas.

Transcurrido el tiempo de incubación se procedieron a contar las colonias eligiendo las placas correspondientes a la dilución que presentaron entre 30 y 300 UFC; los resultados fueron expresados en unidades formadoras de colonias por ml. (UFC/ ml). **(Ver Anexo 05).**



**b. Determinación del número más probable de coliformes totales y coliformes termotolerantes (fecales).**

Se empleó la técnica del número más probable - NMP, utilizando campanas de Durham (APHA, 1998).

**b.1 Fase presuntiva:**

Se utilizaron inóculos de 10, 1 y 0.1 ml de la muestra original, en serie de tres tubos, cada tubo tenía en su interior una campana de Durham invertida y 10 ml. de medio de cultivo. Para el inóculo de 10 ml, se emplearon tres tubos con Caldo Lauril Sulfato a doble concentración; para los inóculos de 1 y 0,1., se utilizaron seis tubos con el mismo medio de cultivo pero a concentración normal (tres tubos con 1ml. de inóculo y tres con 0,1., respectivamente).

Se incubaron a 37°C durante 24 - 48 horas, y se consideraron como tubo positivo aquel que presentó formación de gas en el interior de la campana de Durham, en cualquier periodo de tiempo dentro de las 48 horas. **(Ver Anexo 06).**

**b.2 Fase confirmativa:**

**Confirmación de coliformes totales**

Para confirmar la presencia de coliformes totales, se pasaron una azada a partir de los tubos con formación de gas de la fase presuntiva, a tubos que contenían en su

interior campana de Durham invertidas y 1 ml, de Caldo Brila (Verde Brillante – Bilis – Lactosa). (APHA, 1998).

Los tubos fueron incubados a 37°C durante 24 – 48 horas, después del tiempo de incubación, se anotó el número de tubos que presentó formación de gas en este medio de cultivo y se calculó el número de coliformes totales por 100 ml., utilizando la tabla del NMP. ( Mossel y Moreno, 1985 ). **(Ver Anexo 07)**

#### **Confirmación de coliformes Termotolerantes**

Para la confirmación de coliformes termotolerantes , se pasaron una azada a partir de aquellos tubos positivos en la fase presuntiva; a tubos que contenian en su interior campanas de Durham invertidas y 10 ml; de Caldo E, coli.

Se incubaron a 44, 5°C durante 24 – 48 horas en baño maria, posteriormente a partir de los tubos que resultará positivos, se procedieron a determinar el número de coliformes termotolerantes por 100 ml; con la ayuda de la tabla del NMP. **(Ver Anexo 07 y 08).**

Todos los resultados se compararán con la Norma de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua El Peruano (2008). **(Ver Anexo 09).**

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

##### **Diagnóstico sobre el consumo de la calidad del agua**

La contaminación del agua se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la salud pública en muchas ciudades de América Latina y el Caribe, donde las concentraciones de agentes contaminantes bacteriológicos y de otros contaminantes exceden las normas nacionales del consumo de la calidad del agua.

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. (VARGAS, 1996).

**Bardales, G. J. (1979)**, realizó un estudio de la calidad bacteriológica de aguas provenientes de pozos del pueblo joven "Tupac Amarú", de la ciudad de Iquitos, tomando como base 100 muestras (4 muestras por cada pozo), de 25 pozos escogidos al azar de un total de 67 pozos existentes en toda la población, determinando la presencia de Coliformes totales (25%) y Coliformes fecales (75%), considerándolos no apto para el consumo humano.

**Mora, D. (1992)**, manifestó que los porcentajes de cobertura de agua para consumo humano y la evacuación de excretas, son 2 elementos fundamentales del saneamiento básico de los países. Estos 2 aspectos conjuntamente con el

porcentaje de alfabetismo, son concordantes con la situación higiénico – sanitario de las poblaciones de nuestro planeta.

**Isaac, A. (1994)**, realizó un estudio para conocer la calidad sanitaria de tres muestreos del agua procedente de 35 suministros (pozos) de agua que abastecen a la población de la ciudad de Campeche, México, consistente en la detección de bacterias mesófilas aerobias, organismos coliformes totales y fecales, así como en la inspección del entorno inmediato. Evidenciándose bacterias mesofilas aerobias en 44 (46.81%) de las muestras examinadas, 34 (36,17%) presentaron coliformes totales y 21 (22.34%) coliformes fecales respectivamente, estos resultados indicaron la existencia de factores que condicionan la exposición del agua a la contaminación por materia orgánica, entre ellos la práctica del fecalismo al aire libre debido a la carencia de sistemas de drenaje o albañal en las viviendas ya que el 17,38% de las viviendas de la ciudad de Campeche no cuenta con servicios de eliminación de excretas y en el 5,68% del total que posee el servicio, éste se realiza a través de letrinas.

**Craun, et al (1994)**, manifestaron que según la Organización Mundial de la Salud, casi la mitad de los países en vías de desarrollo tiene problemas de salud relacionados con la escasez de agua o agua contaminada y en los países más pobres la morbilidad y mortalidad causadas por enfermedades de origen hídrico son motivo de gran preocupación.

**Venczel, L. (1996)**, estimó que el 59% de la población de América latina y el caribe consume agua microbiológicamente insegura o de dudosa calidad

microbiana. Aproximadamente, la mitad de los hogares afectados están conectados a sistemas de abastecimiento de agua que no tienen tratamiento adecuado confiables, con servicios sin capacidad para excluir la contaminación microbiana; la otra mitad se abastece de agua no entubado y contaminada de microbios. Esto significa que 200 millones de personas de la región de América Latina y el Caribe están amenazados de contraer enfermedades transmitidos por el agua.

**Ángeles, C. J. (2000)**, menciona que en la ciudad de Iquitos, la fuente de agua que abastece a la Planta de Tratamiento de EPS-LORETO, es el río Nanay, pero su distribución es deficiente, debido a la falta de presión en su recorrido, que obliga a los usuarios a instalar reservorios que no cuentan siempre con los criterios técnicos- sanitarios adecuados lo que estaría ocasionando su contaminación con microorganismos tanto banales como patógenos.

**Ángeles, C. J. (2000)**, realizó una evaluación de la calidad del agua potable de la ciudad de Iquitos, en su aspecto bacteriológico, corroborando que la calidad del agua tiene una fuerte repercusión en la salud pública, por lo que el control de su calidad fundamentalmente la de consumo humano, es un factor importante en la prevención de muchas enfermedades, principalmente de origen alimentario. Dicho control consiste en muestrear y analizar periódicamente, las características físicas, químicas, y microbiológicas del agua suministrada a la población.

**Perdomo, C. H. (2001)**, evaluó la contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes, de 50 muestras de aguas superficiales (ríos, arroyos y cañadas) y 355 de aguas subterráneas en pozos ubicados en zonas rurales del sudoeste del Uruguay, revelando una contaminación casi generalizada con Coliformes totales y menor, aunque también importante, con Coliformes fecales, ya que el 87% de los pozos evaluados estaban contaminados con Coliformes totales y el 60% con Coliformes fecales. Un estudio similar realizado en pozos de granjas avícolas en Buenos Aires (Argentina) reveló que el 54% de los pozos evaluados no estaban aptos para el consumo humano por la presencia de Coliformes totales y un 16% por Coliformes fecales, (Herrero et al 1997).

**Zamora, A. (2002)** evaluó el grado de contaminación microbiológica en aguas de pozo en tres barrios del partido de Gral. Pueyrredón. Provincia de Buenos Aires – Argentina. Reportando, que el barrio del Gral. Belgrano de 231 muestras, estuvo contaminado por bacterias mesófilas (30,1%), coliformes (96,9%), E. coli (19,7%) y Pseudomonas aeruginosa (10,4%); asimismo del barrio Chapadmalal de 30 muestras, encontró bacterias mesófilas (39,1%), Coliformes (92,9%), E.coli (35,5%) y Pseudomonas aeruginosa (14,3%); y en el barrio de Jorge Newbery de un total de 35 muestras reportaron bacterias mesófilas (24%), Coliformes (100%), E. coli (24%) y Pseudomonas aeruginosa (8%); concluyendo que los análisis bacteriológicos efectuados en las muestras de agua de los pozos de los barrios mencionados, fueron considerados no aptos para el consumo humano, 187 (83,9%) para Gral. Belgrano, 25 (71,4%) en Jorge Newbery, y 28 (93,3%) en el barrio de Chapadmalal, y considerados aptos para el consumo humano 39 (16,1%) Gral. Belgrano, 10 (38,6%) Jorge

Newbery, 2 (6,7%) el barrio de Chapadmalal respectivamente, lo que estaría indicando deficiencias higiénicas o de construcción del pozo que facilitan el acceso de la contaminación superficial al agua.

**Suárez M. (2002)**, corrobora que la enumeración de bacterias o grupos de bacterias indicadoras de contaminación fecal es utilizada para valorar la calidad sanitaria de alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación. No existe un indicador universal, por lo que los especialistas deben seleccionar el apropiado para la situación específica en estudio. Dentro del rango de los indicadores se encuentran el grupo de bacterias coliformes, *E. coli*, colifagos, *Bifidobacterium sp.*, *Clostridium perfringens* y el grupo estreptococos fecales.

**Claret M. (2003)**, en el secano mediterráneo de Chile analizaron la calidad del agua de 92 pozos utilizada para consumo humano, mostrando que un 78.3% (72 pozos) contenían coliformes fecales y un 88% (81 pozos) con coliformes totales, evidenciando una contaminación generalizada con coliformes.

**Paz M. (2003)**, menciona que las materias fecales del hombre y de los animales contienen una gran variedad de microorganismos enteropatógenos como *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shiguelia*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Pasteurella*, *Francisella*, *Leptospira*, *Vibrio*, protozoarios y varios grupos de virus. Cuando estos microorganismos son descargados en aguas naturales, su presencia denota contaminación fecal y constituyen un riesgo de transmisión de enfermedades para la población humana.

**Picone L. (2003)**, evaluó la contaminación con nitratos y bacterias coliformes en muestras de agua subterránea en el área rural de la cuenca alta del arroyo Pantanoso (Balcarcel), provincia de Buenos Aires, de los 39 pozos examinados, 6 de las muestras analizadas presentaron igual o menos 3 NMP de bacterias coliformes por 100 ml. de agua, que es uno de los criterios establecidos para aguas de consumo humano por el Código Alimentario Argentino. Este resultado fue obtenido en pozos bien construidos y ubicados lejos de los corrales de encierre de los animales, las muestras restantes (33), presentaron valores superiores a 3 NMP de bacterias coliformes por 100ml de agua, desde 4 hasta 1100 NMP de coliformes por 100 ml de agua, sugiriendo un alto riesgo sanitario por contaminación fecal, que pueden ser atribuidas a diversos factores, la presencia de pozos ciegos y/o cámaras sépticas en las cercanías de donde se realizó la toma de las muestras

**Hurtado, B. J. (2007)** comparó la calidad bacteriológica del agua de pozos artesianos y rústicos con agua almacenada en las viviendas del Caserío Nina Rumi – Loreto, reportando que de los 4 pozos artesianos considerados en el estudio, 2 pozos artesianos resultaron no aptas para el consumo humano debido a la presencia de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y coliformes termotolerantes, mientras que para los 7 pozos rústicos encontró que todos estaban contaminados con las mencionadas bacterias, del mismo modo del agua almacenada en las viviendas.

**Aurazo (citado por HURTADO, 2007)**, manifestó que alrededor del 40% de la población de América Latina y el Caribe, carece de un suministro de agua



que garantice la protección de la salud, en este grupo se incluye la población con servicio de abastecimiento y la que recibe el agua a través de otros mecanismos de distribución.

**González O. (2007)**, caracterizó la calidad de agua de consumo de 69 fuentes de aguas de los pozos de las comunidades del sector noreste de León; comparando algunos parámetros críticos de calidad según el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), reportando que de las 69 muestras analizadas un 95,7% (63) de los pozos no cumplen con los requisitos establecidos en las normas CAPRE, considerando a las aguas de estos pozos de mala calidad para el consumo humano, solamente un 4,3% (6) cumplieron con estos requisitos por lo tanto fueron considerados de buena calidad para el consumo humano. Además, observó in situ las características de los pozos, donde el 95% de los pozos se localizan junto a pilas para almacenar agua, baños y lavaderos, es decir zonas que suele mantenerse encharcadas y facilitar la introducción de contaminantes por medio de filtración. El 70.3% de las letrinas se encuentran a una distancia mayor o igual a 30 m del pozo. Aunque la distancia es adecuada, el 29% de las letrinas están ubicadas en un terreno más alto que el pozo, esto podría ser una posible causa de contaminación. En 63.1% de los pozos, el ganado llega a tomar agua a la pila próxima al pozo lo que implica que puede haber una elevada concentración de heces en el suelo cercano al pozo y en el 95% de los pozos muestreados el agua es utilizada para todas las actividades de la casa (lavar ropa, regar, aseo personal, consumo, etc).

**El Peruano (2008)**, aprobó los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas, ni para el ambiente. Considerando dentro de los parámetros microbiológicos a Coliformes Termotolerantes (44.5°C), Coliformes Totales (35 – 37°C), Enterococos fecales, Escherichia coli, Salmonella y Vibrio cholerae.

### **3.2 MARCO CONCEPTUAL.**

#### **AGUAS RESIDUALES:**

Las aguas residuales son aquellas que proceden del uso doméstico o industrial que no pueden ser vertidas a ríos o lagos debido a los problemas de salud, económicos o estéticos que causaría. Esta agua se encuentra contaminada con materiales fecales humanos o de animales. Las aguas residuales comúnmente contienen sustancias orgánicas o inorgánicas potencialmente peligrosas, así como microorganismos patógenos. (Mora, 1992.).

#### **Bacterias:**

Las bacterias que se encuentran más frecuentemente en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal.

Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y

recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias coliformes como indicadores, ya que su detección es más rápida y sencilla. (Arcos, 2005).

#### **Coliformes:**

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. (Paz, 2003).

#### **Coliformes totales:**

Al utilizar este término, los microbiólogos se refieren en forma general a la familia de bacterias de los géneros. *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*. La mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre es decir en el medio ambiente y materia en descomposición, excepto el género *Escherichia* que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente. (Madigan, 2004).

#### **Coliformes fecales:**

Con este término se designan principalmente a los órdenes de bacterias *Escherichia* y *Klebsiella* spp. Las bacterias de esta familia son indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano principalmente. Son bacterias que fermentan la lactosa a 44,5 – 45,5°C. Los

Coliformes fecales se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Estas bacteria son de interés clínico, ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio superior e inferior, además de bacteriemia, infecciones de piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades severas en el ser humano. (Madigan, 2004).

**Bacterias aerobias:**

Se denomina aerobios a los organismos que necesitan del oxígeno atómico para vivir o a los procesos que lo necesitan para poder desarrollarse. (Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos "ICMSF", 2000).

## CAPITULO IV

### ANALISIS Y PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL CONSUMO DE AGUA DE POZOS EN LA COMUNIDAD DE MANACAMIRI.

En este presente trabajo se determino el número de Coliformes Totales, Coliformes fecales y el número de bacterias aerobias mesofilos viables, **(Ver anexo 09)** de un total de 144 muestras correspondientes a 11 pozos artesianos y 3 pozos rústicos; estableciéndose 21 puntos de muestreo para los pozos artesianos y 3 para los pozos rústicos. **(Ver Ficha Evaluativa. ANEXO 01).**

Los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad bacteriológica de las aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri se muestran en el cuadro N° 01.

**CUADRO N° 01**  
**EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS ARTESIANOS (sin redes de distribución) DE LA COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011**

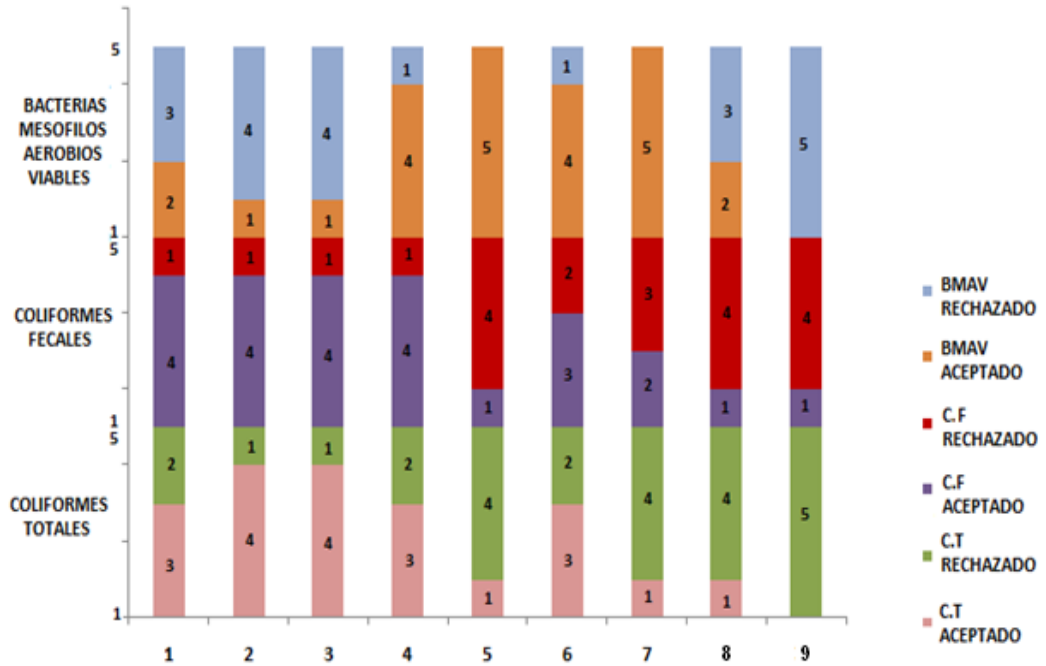
<i>EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS ARTESIANOS</i>						
POZOS EVALUADOS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		BACTERIAS MESOFILOS AEROBIOS VIABLES	
	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO
1	3	2	4	1	2	3
2	4	1	4	1	1	4
3	4	1	4	1	1	4
4	3	2	4	1	4	1
5	1	4	1	4	5	0
6	3	2	3	2	4	1
7	1	4	2	3	5	0
8	1	4	1	4	2	3
9	0	5	1	4	0	5
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>21</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N°01, se reporta la evaluación bacteriológica de 9 pozos artesianos sin redes de distribución (5 muestras por cada pozo), mostrando el promedio de contaminación con Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas, quienes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para agua potable. **(Ver anexo 01).**

**GRAFICO N° 01**

**NIVEL DE FRECUENCIA (MUESTRAS ACEPTADOS Y RECHAZADOS) EN LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS ARTESIANOS DE LA COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el gráfico N° 01, se observa el nivel de frecuencia de las muestras evaluadas de los 9 pozos artesianos sin redes de distribución (5 muestras por cada pozo), mostrando el promedio de muestras aceptadas y rechazadas por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables los cuales sobrepasaron los límites de referencia (**Ver anexo 01**).

**CUADRO N° 02**

CONDICIONES PARA EL CONSUMO EN POZOS ARTESIANOS SIN REDES DE DISTRIBUCION DE LA **COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**

<b>CONDICIONES PARA SU CONSUMO</b>			
<b>POZOS EVALUADOS</b>	<b>CONTAMINADO</b>	<b>NO CONTAMINADO</b>	<b>TOTAL</b>
01	1	0	1
02	1	0	1
03	1	0	1
04	1	0	1
05	1	0	1
06	1	0	1
07	1	0	1
08	1	0	1
09	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>

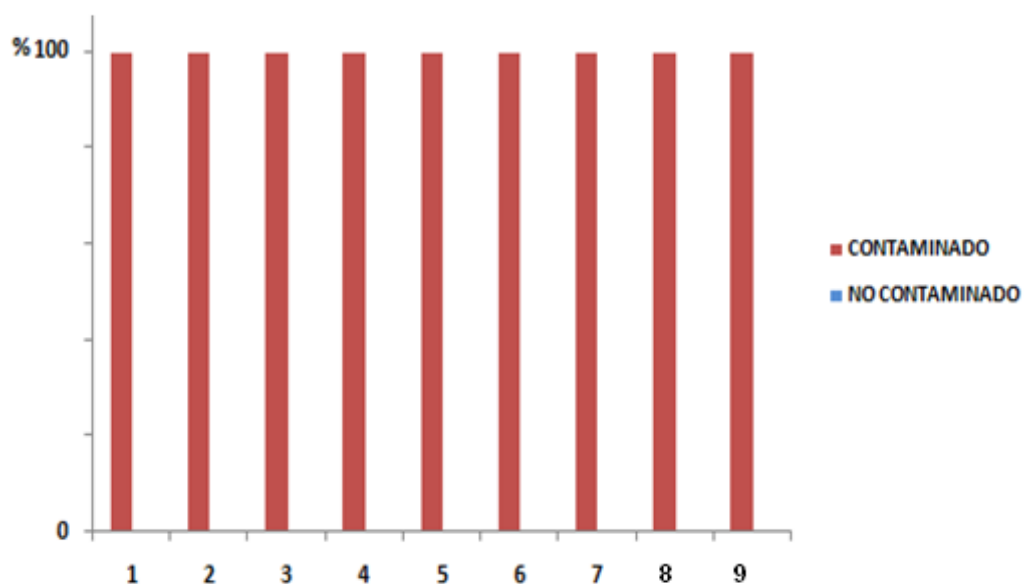
FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N° 2, se observa que la calidad de las aguas de los 9 pozos artesianos están contaminados por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables, microorganismos considerados como indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua,



**GRAFICO N° 02**

FRECUENCIA DE LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN AGUAS DE POZOS ARTESIANOS EN LA **COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

El gráfico N° 2, refleja que las aguas de los 9 pozos artesianos no son aptas para el consumo humano por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables en cantidades mayores al límite de referencia. **(Ver Anexo 01, ficha evaluativa).**

**CUADRO N° 03**  
**EVALUACION BACTERIOLOGICA DEL POZO ARTESIANO CON REDES DE DISTRIBUCION EN LA POSTA MÉDICA *COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011***

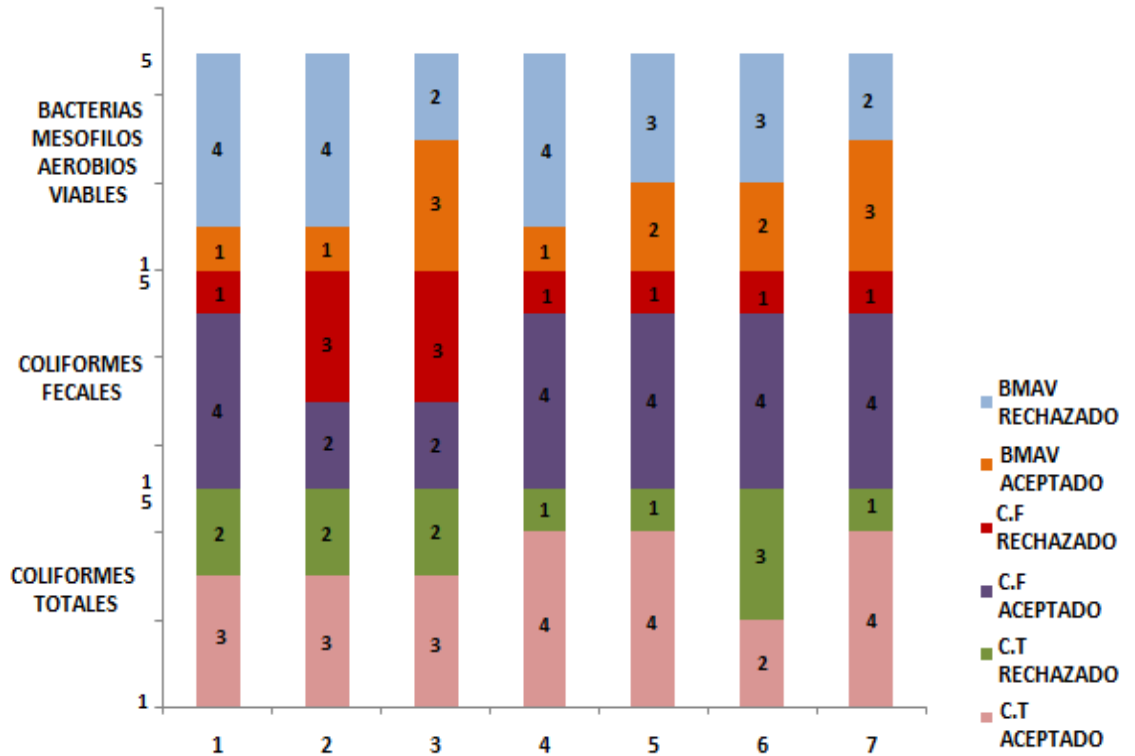
<i>EVALUACION BACTERIOLOGICA DEL POZO ARTESIANO CON REDES DE DISTRIBUCION</i>							
<i>POZO ARTESIANO 10</i>							
REDES EVALUADOS		COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		BACTERIAS MESOFILOS AEROBIOS VIABLES	
		ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO
01	TANQUE ELEVADO 1	3	2	4	1	1	4
02	TANQUE ELEVADO 2	3	2	2	3	1	4
03	LLAVE DE LAVATORIO 1	3	2	2	3	3	2
04	LLAVE DE LAVATORIO 2	4	1	4	1	1	4
05	LLAVE DE LAVATORIO 1ER BAÑO	4	1	4	1	2	3
06	LLAVE DE LAVATORIO 2DO BAÑO	2	3	4	1	2	3
07	LLAVE DE LAVATORIO 3ER BAÑO	4	1	4	1	3	2
<b>TOTAL</b>		<b>23</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>22</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N° 03, se reporta la evaluación bacteriológica de 1 pozo artesiano con 7 redes de distribución (5 muestras por cada red de distribución), mostrando el promedio de contaminación con bacterias del grupo coliformes y Bacterias mesofilas aerobias viables quienes sobrepasaron los límites de referencia planteados en la norma para agua potable. **(Ver anexo 02).**

**GRAFICO N° 03**

**NIVEL DE FRECUENCIA (ACEPTADOS Y RECHAZADOS) DE LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN LAS REDES DE DISTRIBUCION DE LA POSTA MÉDICA (POZO ARTESIANO 10) COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el gráfico N° 03, se observa el nivel de frecuencia de las muestras evaluadas de 7 redes de distribución de agua de pozo artesiano (5 muestras por cada red de distribución), mostrando el promedio de muestras aceptadas y rechazadas por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables los cuales sobrepasaron los límites de referencia (Ver anexo 02).

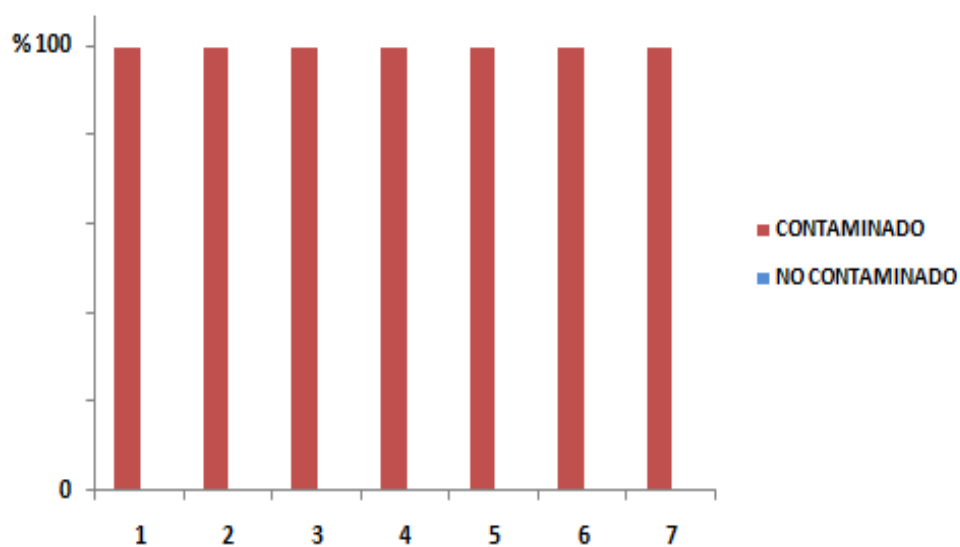
**CUADRO N° 04**  
**CONDICIONES PARA EL CONSUMO EN POZOS ARTESIANOS DE LA**  
**COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**

<b>CONDICIONES PARA SU CONSUMO</b>			
REDES DE DISTRIBUCIÓN EVALUADOS	CONTAMINADO	NO CONTAMINADO	TOTAL
01	1	0	1
02	1	0	1
03	1	0	1
04	1	0	1
05	1	0	1
06	1	0	1
07	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>7</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N° 4, se observa que la evaluación bacteriológica del pozo artesiano reporta que las 7 redes de distribución están contaminados por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables, corroborando que las aguas de las redes de distribución no son aptas para el consumo humano.

**GRAFICO N° 04**  
FRECUENCIA DE LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN LAS REDES DE  
DISTRIBUCION DE LA POSTA MÉDICA EN LA **COMUNIDAD DE MANACAMIRI -**  
**IQUITOS - 2011**



FUETE: ELABORADO POR EL TESISTA

El gráfico N° 4, muestra que las aguas de las 7 redes de distribución del pozo artesiano no son aptas para el consumo humano por la presencia mayor al límite de referencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables. **(Ver anexo 02, ficha evaluativa).**

**CUADRO N° 05**

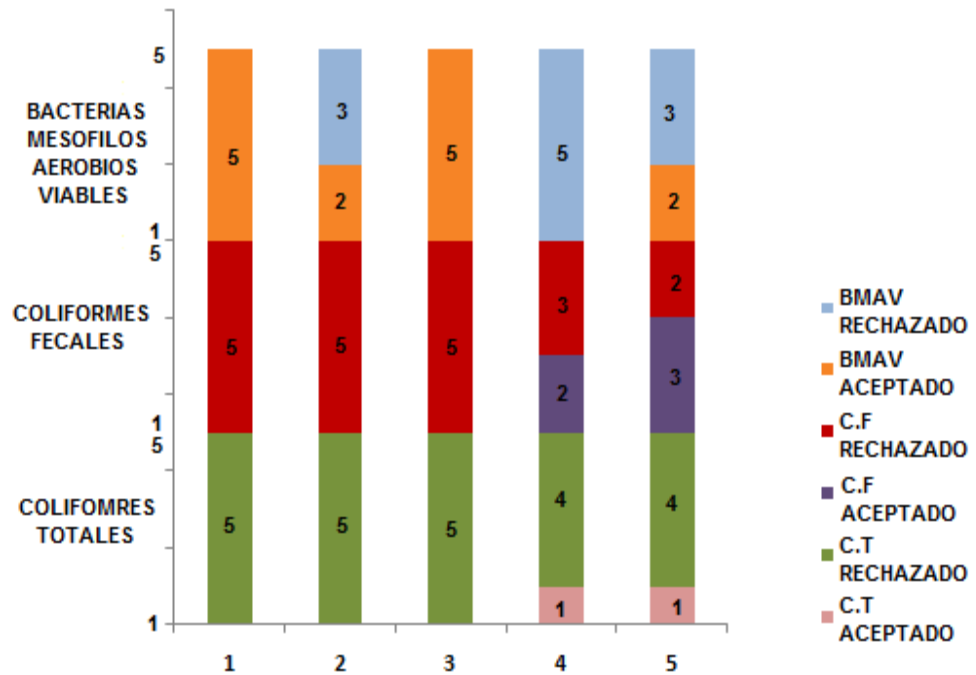
EVALUACION BACTERIOLOGICA EN EL POZO ARTESIANO N°11 CON REDES DE DISTRIBUCION DEL COLEGIO  
**COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011**

<i>EVALUACION BACTERIOLOGICA CON REDES DE DISTRIBUCION DEL COLEGIO</i>							
<i>POZO ARTESIANO 11</i>							
REDES EVALUADOS		COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		BACTERIAS MESOFILOS AEROBIOS VIABLES	
		ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO
<b>01</b>	TANQUE ELEVADO 1	0	5	0	5	5	0
<b>02</b>	TANQUE ELEVADO 2	0	5	0	5	2	3
<b>03</b>	TANQUE ELEVADO 3	0	5	0	5	5	0
<b>04</b>	LLAVE DE CAÑO 1	1	4	2	3	0	5
<b>05</b>	LLAVE DE CAÑO 2	1	4	3	2	2	3
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISTA

En el cuadro N° 05, se reporta la evaluación bacteriológica de 1 pozo artesiano con 5 redes de distribución (5 muestras por cada red de distribución), mostrando el promedio de contaminación con bacterias del grupo coliformes y Bacterias mesofilas aerobias viables quienes sobrepasaron los limites de referencia planteados en la norma para agua potable. **(Ver anexo 03).**

**GRAFICO N° 05**  
**NIVEL DE FRECUENCIA (ACEPTADOS Y RECHAZADOS) DE LA EVALUACION**  
**BACTERIOLOGICA EN LAS REDES DE DISTRIBUCION DEL COLEGIO (POZO**  
**ARTESIANO N°11)**  
**COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el gráfico N° 05, se observa el nivel de frecuencia de las muestras evaluadas de 5 redes de distribución de agua de pozo artesiano (5 muestras por cada red de distribución), mostrando el promedio de muestras aceptadas y rechazadas por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables los cuales sobrepasaron los límites de referencia (**Ver anexo 03**).

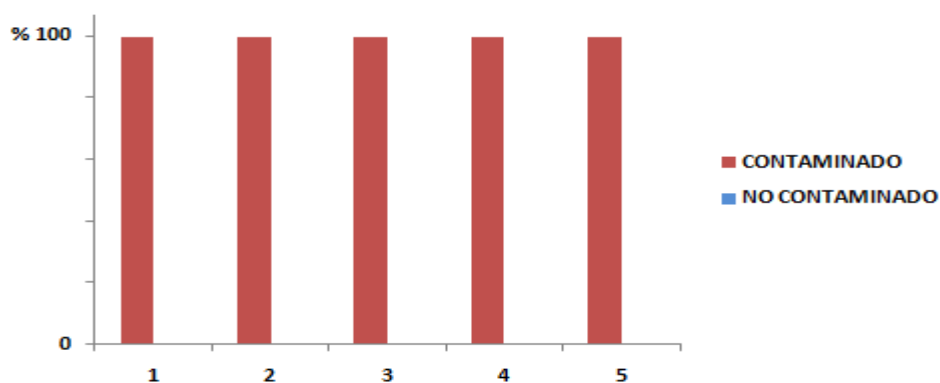
**CUADRO N° 06**  
**CONDICIONES PARA EL CONSUMO EN POZOS ARTESIANOS DE LA**  
**COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011.**

<b>CONDICIONES PARA SU CONSUMO</b>			
POZOS EVALUADOS	CONTAMINADO	NO CONTAMINADO	TOTAL
01	1	0	1
02	1	0	1
03	1	0	1
04	1	0	1
05	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N° 6, se observa que la evaluación bacteriológica del pozo artesiano reporta que las 5 redes de distribución están contaminados por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables.

**GRAFICO N° 06**  
**FRECUENCIA DE LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN LAS REDES DE**  
**DISTRIBUCION DEL COLEGIO (POZO ARTESIANO) COMUNIDAD DE**  
**MANACAMIRI - IQUITOS - 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

El gráfico N° 6, muestra que las aguas de las 5 redes de distribución del pozo artesiano no son aptas para el consumo humano por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables, quienes sobrepasaron el límite de referencia. **(Ver anexo 03 ficha evaluativa).**



**CUADRO N° 07**EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS RUSTICOS DE LA **COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**

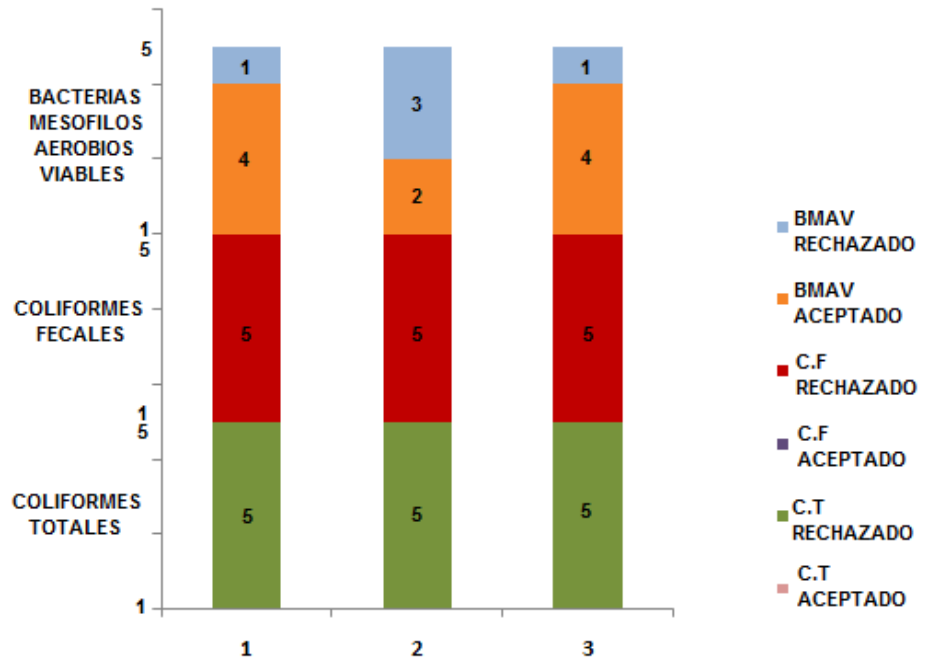
<i>EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS RUSTICOS</i>						
POZOS EVALUADOS	COLIFORMES TOTALES		COLIFORMES FECALES		BACTERIAS MESOFILOS AEROBIOS VIABLES	
	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO	ACEPTADO	RECHAZADO
1	0	5	0	5	4	1
2	0	5	0	5	2	3
3	0	5	0	5	4	1
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISTA

En el cuadro N° 07, se reporta la evaluación bacteriológica de 3 pozos rústicos (5 muestras por cada pozo), mostrando un alto grado de contaminación por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesofilas aerobias viables que sobrepasaron los límites de referencia planteados en la norma para agua potable. (Ver anexo 04).

Asimismo se muestra que las aguas provenientes de los 3 pozos rústicos no son aptas para el consumo humano.

**GRAFICO N°07**  
**NIVEL DE FRECUENCIA (ACEPTADOS Y RECHAZADOS) DE LA EVALUACION**  
**BACTERIOLOGICA EN POZOS RUSTICOS DE LA *COMUNIDAD DE***  
***MANACAMIRI – IQUITOS - 2011***



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el gráfico N° 07, se observa el nivel de frecuencia de las muestras evaluadas de los 3 pozos rústicos (5 muestras por cada pozo), evidenciándose la presencia de Coliformes totales y Coliformes fecales en las 5 muestras del pozo N° 1, pozo N° 2 y pozo N° 3, respectivamente; asimismo se detecto que las Bacterias mesofilas aerobias viables sobrepasaban los limites de referencia en 4 muestras del pozo N° 1, 2 muestras del pozo N° 2 y 4 muestras del pozo N° 3. **(Ver anexo 04).**

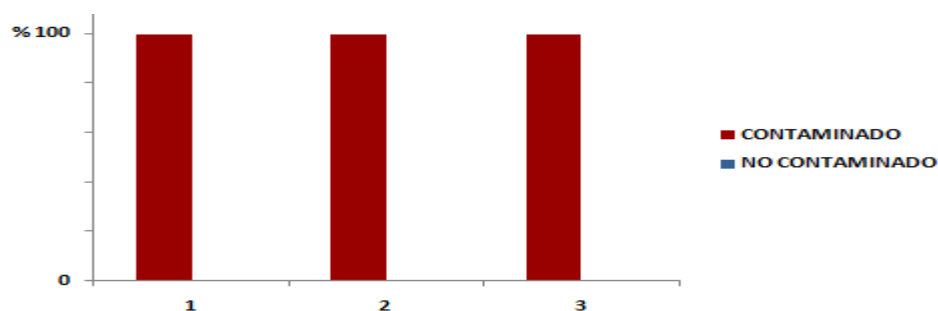
**CUADRO N° 08**  
CONDICIONES PARA EL CONSUMO EN POZOS RUSTICOS DE LA  
**COMUNIDAD DE MANACAMIRI – IQUITOS – 2011**

<b>CONDICIONES PARA SU CONSUMO</b>			
POZOS EVALUADOS	CONTAMINADO	NO CONTAMINADO	TOTAL
01	1	0	1
02	1	0	1
03	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

En el cuadro N° 8, se observa que la evaluación bacteriológica de los 3 pozos rústicos reporta que las aguas de estos pozos están contaminados por la presencia de microorganismos del grupo coliformes y Bacterias mesofilas aerobias viables, mostrándose que las aguas de estos pozos no son aptas para el consumo humano.

**GRAFICO N° 08**  
FRECUENCIA DE LA EVALUACION BACTERIOLOGICA EN POZOS RUSTICOS  
EN LA **COMUNIDAD DE MANACAMIRI - IQUITOS - 2011**



FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

El gráfico N° 8, revela una contaminación generalizada de las aguas de los pozos rústicos por bacterias del grupo coliformes y Bacterias mesofilas aerobias viables, lo que las hace potencialmente peligrosas para el consumo humano. **(Ver anexo 04, ficha evaluativa)**

**CUADRO N° 09**  
**COMPARACION DE TODOS LOS PUNTOS EVALUADOS EN LA *COMUNIDAD***  
***DE MANACAMIRI – IQUITOS - 2011***

<b>COMPARACION POR PUNTOS EVALUADOS</b>		
PUNTOS DE MUESTREO EVALUADOS	CONTAMINADO	NO CONTAMINADO
POZO ARTESIANO	11	0
POZO RUSTICO	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

FUENTE: ELABORADO POR EL TESISISTA

El cuadro N° 9, revela una contaminación generalizada de las aguas de los 11 pozos artesianos y 3 pozos rústicos por bacterias del grupo coliformes y Bacterias mesofilas aerobias viables, lo que las hace potencialmente peligrosas para el consumo humano.

## DISCUSION

En este estudio se evaluaron los indicadores microbiológicos de riesgo en aguas de 11 pozos artesianos y 3 pozos rústicos de la Comunidad de Manacamiri. Para analizar los resultados de la evaluación de estos indicadores en los pozos artesianos se tuvo que dividirlos en dos categorías:

En la primera categoría se incluyó a 9 pozos sin redes de distribución con un total de 45 muestras (5 muestras por cada pozo), y en la segunda categoría se incluyó 2 pozos con redes de distribución, designados como pozo artesianos N° 10 con un total de 35 muestras recolectadas de 7 redes de distribución (5 muestras por cada red de distribución) y el pozo N° 11 con 25 muestras recolectadas de 5 redes de distribución (5 muestras por cada red de distribución). **(Ver anexo 01)**

Los resultados respecto a la evaluación de los indicadores microbiológicos en agua de los pozos artesianos sin redes de distribución, evidenciaron la presencia de coliformes totales en 25 (55,5%), mientras que 21 (46,6%) fueron positivos para Coliformes fecales y Bacterias aerobias Mesofilas viables respectivamente, de un total de 45 muestras analizadas para cada indicador microbiológico estudiado. Asimismo, los resultados obtenidos en los pozos artesianos con redes de distribución mostraron que, de 60 muestras analizadas (5 muestras por 12 redes de distribución), 35 (58,3%) fueron positivos a Coliformes totales, 31 (51,6%) a Coliformes fecales y 33 (55%) para Bacteria aerobias Mesofilas viables. Por tal razón se les considero a las muestras analizadas como no apta para consumo

humano por sobrepasar los límites de referencia planteados en la norma para agua potable. **(El Peruano. 2008). (Ver anexo 09)**

Estos resultados indicaron la existencia de factores que condicionaron la exposición del agua a la contaminación por materia orgánica, ya que la población de Manacamiri no cuenta con el servicio de alcantarillado, los pobladores utilizan los canales naturales para fluir las agua pluviales, y las letrinas y pozos ciegos como baños, existiendo también un 3% de analfabetismo, un 37% con educación primaria, un 20% con educación secundaria incompleta, un 38% con secundaria completa, un 2% con educación superior técnica incompleta y 0% con educación superior universitaria, factores mencionados que podrían influir en las malas prácticas higiénico – sanitaria en la población, esto es corroborado por Mora et al. (1992), en Costa Rica, quienes manifiestan que la evacuación de excretas, los bajos niveles de educación y el analfabetismos son concordantes con la situación de salubridad en la población.

Además, la presencia de Coliformes totales (55.5%) en los pozos artesianos sin redes de distribución y (58,3%) con redes de distribución fue mayor a lo reportado por Bardales (1979) en la ciudad de Iquitos, Isaac (1994) en la ciudad de Campeche –México y Herrero et al. (1997) en Buenos Aires Argentina y resultó inferior a lo reportado por Perdomo et al. (2001) en el Uruguay. Mientras que Coliformes fecales (46,6%) y (51,6%) presentes en los pozos con redes y sin redes de distribución respectivamente resulto ser inferior a lo reportado por Bardales (1979) en Iquitos, Perdomo et al, (2001) en Uruguay y Zamora et al (2002) en Argentina.

En lo que respecta a las Bacterias aerobias mesofilas viables, lo reportado en este estudio (46,6%) en los pozos artesianos sin redes de distribución y (55%) en los pozos artesianos con redes de distribución fueron superiores a lo reportado por Zamora et al (2002) en Buenos Aires-Argentina.

En este sentido la presencia de estos indicadores microbiológicos en las aguas de los pozos estudiados puede causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea Ministerio de Salud (2009) y esto es corroborado por estudios realizados por Ángeles (2000) en la ciudad de Iquitos donde menciona que la calidad del agua tiene un fuerte repercusión en la salud pública, , por lo que el control de su calidad fundamentalmente la de consumo humano, es un factor muy importante en la prevención de muchas enfermedades, Picone (2003) en Argentina atribuyo que la presencia de estas bacterias pone en alto riesgo la salud de la población, Craun et al (1994), manifestaron que los países pobres y en vías de desarrollo tienen problemas de salud relacionados con la escasez de agua o agua contaminada.

Asimismo, los resultados de la evaluación de los indicadores microbiológicos en las aguas de los pozos rústicos de un total de 3 pozos ( 5 muestras por cada pozo) evidenciaron la presencia de Coliformes totales y Coliformes fecales al 100% de las muestras analizadas, mientras que las Bacterias aerobias mesofilas viables fueron positivos en un (33, 3%) de los pozos estudiados, estos resultados son similares a lo reportado por Hurtado (2007)

Cabe destacar que la ubicación de estos pozos están en la parte baja de las pendientes del terreno, lo que facilita su contaminación por escorrentía, debido a

que en nuestra zona la precipitación pluvial es continua durante todo el año y esto es corroborado por Hansen&Toranzos (1990) quienes manifiestan que la presencia de lluvias en países tropicales, es un fenómeno peligroso, debido a que provoca no sólo la suspensión de microorganismos y nutrientes en las fuentes de agua, sino que además arrastra la contaminación del suelo hacia las fuentes de agua ubicadas en las zonas bajas, ocasionando el incremento de la población microbiana.

Asimismo la presencia de animales domésticos y silvestres que actúan como reservorios de muchos enteropatógenos y otras bacterias oportunistas y la defecación a campo abierto podrían contribuir a la presencia de las bacterias del grupo coliformes, las mismas que son consideradas como indicadores microbiológicos en aguas para el consumo humano. De igual manera, la construcción defectuosa en las estructuras de los pozos y la ausencia o irregular mantenimiento de estas instalaciones predispondrían el ingreso y multiplicación de microorganismos a partir de distintas fuentes.



## CAPITULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

1. El agua proveniente de los pozos artesianos y rústicos que consumen los pobladores de la comunidad de Manacamiri presentaron un alto grado de contaminación, con coliformes totales, a coliformes fecales y Bacterias aerobias mesofilas viables.
2. Los pozos artesianos sin redes de distribución presentaron coliformes totales en un 55.5%, coliformes fecales y bacterias aerobias mesofilas viables con 46,6% respectivamente.
3. En los pozos con redes de distribución se detectaron la presencia de Coliformes totales (58,3%), Coliformes fecales (51,6%) y Bacterias aerobias mesofilas viables con (55%).
4. La presencia de Coliformes totales y Coliformes fecales en los pozos rústicos fue del 100%, y 33,3% para Bacterias aerobias mesofilas viables.
5. Los altos niveles de contaminación por Coliformes fecales muestran que las aguas de los pozos analizados no son aptas para el consumo humano.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- 1.- Realizar un monitoreo constante de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en los sistemas de abastecimiento del agua.
  
- 2.- Revisar la legislación existente para el control microbiológico del agua, ya que el uso de indicadores tradicionales como bacterias del grupo coliforme y Bacterias aerobias mesofilas viables no garantiza la ausencia de virus y parásitos.
  
- 3.- Desarrollar campañas de sensibilización a la población para incrementar el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas (plata coloidal, nitrato de plata , cloración, etc).

## BIBLIOGRAFIA

- ARCOS P. M.; AVILA, N. S; ESTUPIÑAN. T. S; GÓMEZ, P. A; 2005.** Indicadores Microbiológicos de Contaminación de las Fuentes de Agua. División de Investigaciones, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Colombia.
- ANGELES C. J. 2000.** Evaluación de la Calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Iquitos. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 47 pp.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), American Water Work Association and Water Pollution Control Federati6n.; (1998).** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> ed.; Washington, D.C. USA. Parte 9000.
- BARDALES G. J. 1979.** Control Bacteriol6gico de Aguas provenientes de pozos del pueblo joven “T6pac Amaru”. Tesis para Optar el T6tulo Profesional de Bi6logo. Universidad Nacional de la Amazon6a Peruana. Iquitos – Per6. 32 pp.
- CLARET M,; URRUTIA, R.; ABAZUA, M.; P6REZ, C.; PALACIOS, M.; 2003.** Estudio de la contaminaci6n en agua de pozo destinada a consumo humano y su expresi6n espacial en el secano mediterr6neo de Chile.
- CRAUN G. et al 1994.** Balances de los riesgos qu6micos y microbianos de la desinfecci6n del agua potable. Water SRT- Aqua, Vol 43. OPS/OMS/CEPIS. Lima.

**COMISIÓN INTERNACIONAL DE ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS**

**DE LOS ALIMENTOS (ICMSF) 2000.** Microorganismos de los alimentos. Su significado y métodos de enumeración Vol. I – 2da. Edic. Edit. Acribia. Zaragoza – España. 439 pp.

**EL PERUANO (2008).** Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Normas Legales. Perú.

**GONZÁLES O.; AGUIRRE, J.; SAUGAR, G.; OROZCO, L.; ÁLVAREZ, G.; PALACIOS, K.; GUEVARA, O.; 2007.** Diagnóstico de la calidad del agua de consumo en las comunidades del sector rural noreste del municipio de León, Nicaragua. Universitas. Volumen 1, Año 1, 2007, pp. 7 -13.

**GOMEZ F.A.; AGUIRRE, N.J.; BETANCUR, J.; TORO.M.; 2008.** Distribución de dos indicadores bacterianos de calidad de agua en el golfo de Uraba. Gestión y Ambiente. Colombia. Volumen 11.

**HAZEN T.C.; TORANZOS, G.A. 1990.** Tropical Source Water Microbiology. Edit Mc Feters G.A. Springer – Verlag. New York. Pag 33 - 53

**HERRERO M.A.; BIRHMAN, E.; VIILAR, E.; FLORES, M.; CARBO, L.; SARDI, G. y SILVESTRE, A. 1997.** Aspectos químicos y microbiológicos del agua subterránea en granjas de producción avícola. In: Congreso Internacional sobre Aguas, Libro de Resúmenes. Ed. Universidad de Buenos Aires: III-41. Buenos Aires, Argentina.

**HURTADO B. J. 2007.** Comparación de la Calidad Bacteriológica del Agua de Pozos Artesianos y Rústicos con Agua Almacenada en las Viviendas del Caserío Nina Rumi – Loreto. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 52 pp.

- ISAAC A.; LEZAMA, C.; KU, P.; TAMAY, P.; 1994.** Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México pp 655 -661.
- MADIGAN M, MARTINKO, J; PARKER, J. 2004.** Brock. Biología de los Microorganismos 10° edición. Editorial Pearson. Educación. S.A. España. 1011pp.
- MARCHAND P. E. 2002.** Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis para Optar el Título Profesional de Biólogo con Mención en Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 150 pp.
- MINISTERIO DE SALUD. 2009.** Reporte de casos de enfermedades diarreicas durante el periodo de Enero a Diciembre del 2009. Iquitos. Perú.
- MORA D. 1992.** Situación del agua de consumo humano y evacuación de excretas en América Latina y el Caribe. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José. Libro de resúmenes. Reunión Regional sobre calidad de agua potable OPS/OMS/CEPIS. Lima- Perú.65pp.
- MOSSEL D.; MORENO, G.; 1985.**Microbiología de los Alimentos. 1era. Edic. Edit. Acribia S.A. Zaragoza.España. 375 pp
- OMS 1985.** Guías OMS para la Calidad del Agua de Bebida. Volumen 1. Publicación Científica OPS Nx 481.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Organización Mundial de la Salud.1993.** Agua, nuestro planeta y nuestra salud. Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.

- PAZ M.; BARZOLA, C.; LAZCANO, C.; PONCE, M.; LEON, J.; 2003.** Colifagos como indicadores de contaminación fecal y de remoción bacteriana en la potabilización del agua. Rev. Perú. biol. 10(2): 133 – 144.
- PERDOMO C. H., CASANOVA O. N. Y CINGADA V.S. 2001.** Contaminación de Aguas subterráneas con nitratos y Coliformes en el litoral sudoeste del Uruguay. Agrociencia. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay. Vol. V N° 1 pag. 10-22 pp.
- PICONE L.; ANDREOLI, Y.; COSTA, J.; APARICIO, V.; CRESPO, L.; NANNINI, j.; TAMBASIO,W., 2003 .** Evaluación de nitratos y bacterias coliformes en pozos de la cuenca alta del arroyo Pantanoso, Buenos Aires. Revista de Investigaciones Agropecuarias, abril, año/vol.32, número 001. Buenos Aires, Argentina. pp.99 -110.
- SUÁREZ M. 2002.** Tendencia actual del estreptococo como indicador de contaminación fecal. Rev. Cubana. Hig. Epidemiol; 40(1): 38 -43.
- VENCZEL L. 1996.** Vinculación de la vigilancia de la salud con los programas de monitoreo de la calidad de agua. ECO/OPS/OMS. Libro de resúmenes. Reunión Regional sobre la calidad del agua potable.OPS/OMS/CEPIS. Lima. 68 pp.
- ZAMORA A; FOLABELLA, A.; PEREZ GUZZI, J; DOMINGUEZ, S.; DE LUCA, L. 2002.** Contaminación Microbiológica en aguas de pozo Partido Gral. Pueyrredon-Provincia de Buenos Aires - Argentina. Universidad Nacional de Mar de Plata. Laboratorio de Microbiología. Mar de Plata-Argentina.

# **ANEXOS**

**ANEXO 01**

Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozos en la comunidad de Manacamiri.

**FICHA EVALUATIVA**

<b>POZOS ARTESIANOS SIN REDES DE DISTRIBUCION</b>										
<b>POZOS EVALUADOS</b>	<b>N° de Muestras Analizadas</b>	<b>NMP Coliformes Totales/100ml</b>	<b>Valor de Referencia/ 100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>NMP Coliformes Fecales/100 ml</b>	<b>Valor de Referencia/100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>Recuento de BAM/ml</b>	<b>Valor de Referencia/ UFC</b>	<b>Calificación</b>
<b>POZO ARTESIANO 1</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	300 ufc	500	Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	420 ufc		Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	860 ufc		No Apto
	4	1.8		No Apto	<1.8		Apto	1210 ufc		No Apto
	5	1.8		No Apto	1.8		No Apto	2410 ufc		No Apto
<b>POZO ARTESIANO 2</b>	1	2	<1.8	No Apto	2	<1.8	No Apto	44 ufc	500	Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	650 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	18300 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	7000 ufc		No Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2310		No Apto
<b>POZO ARTESIANO 3</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	38 ufc	500	Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	560 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	1270 ufc		No Apto
	4	4.5		No Apto	2		No Apto	117 ufc		No Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	850 ufc		No Apto



<b>POZO ARTESIANO 4</b>	<b>1</b>	<b>&lt;1.8</b>	<b>&lt;1.8</b>	Apto	<1.8	<b>&lt;1.8</b>	Apto	104 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>2</b>		No Apto	2		No Apto	218 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>2</b>		No Apto	<1.8		Apto	283 ufc		Apto
	<b>4</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	2020 ufc		No Apto
	<b>5</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	400		Apto
<b>POZO ARTESIANO 5</b>	<b>1</b>	<b>&lt;1.8</b>	<b>&lt;1.8</b>	Apto	<1.8	<b>&lt;1.8</b>	Apto	104 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>1.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	279 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>7.8</b>		No Apto	4.5		No Apto	225 ufc		Apto
	<b>4</b>	<b>2</b>		No Apto	2		No Apto	105 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>1.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	320 ufc		Apto
<b>POZO ARTESIANO 6</b>	<b>1</b>	<b>&lt;1.8</b>	<b>&lt;1.8</b>	Apto	<1.8	<b>&lt;1.8</b>	Apto	74 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>14</b>		No Apto	14		No Apto	64 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	75 ufc		Apto
	<b>4</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	68 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>1.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	710 ufc		No Apto
<b>POZO ARTESIANO 7</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	14	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	179 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	445 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>4.5</b>		No Apto	2		No Apto	187 ufc		Apto
	<b>4</b>	<b>17</b>		No Apto	17		No Apto	282 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>1.8</b>		No Apto	<1.8		Apto	360 ufc		Apto

<b>POZO ARTESIANO 8</b>	<b>1</b>	<b>4.5</b>	<1.8	No Apto	4.5	<1.8	No Apto	1920 ufc	500	No Apto
	<b>2</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	150 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>21</b>		No Apto	21		No Apto	9200 ufc		No Apto
	<b>4</b>	<b>6.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	170 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>4.5</b>		No Apto	2		No Apto	190 ufc		Apto
<b>POZO ARTESIANO 9</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<1.8	No Apto	11	<1.8	No Apto	17000 ufc	500	No Apto
	<b>2</b>	<b>11</b>		No Apto	4.5		No Apto	26300 ufc		No Apto
	<b>3</b>	<b>4.5</b>		No Apto	<1.8		Apto	20200 ufc		No Apto
	<b>4</b>	<b>1.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	1810 ufc		No Apto
	<b>5</b>	<b>2</b>		No Apto	2		No Apto	3530 ufc		No Apto

**ANEXO 02**

Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozos artesianos con redes de distribución en la comunidad de Manacamiri.

<b>REDES DE DISTRIBUCION DE LA POSTA MEDICA (POZO ARTESIANO 10)</b>										
<b>REDES EVALUADOS</b>	<b>N° de Muestras Analizadas</b>	<b>NMP Coliformes Totales/100ml</b>	<b>Valor de Referencia/ 100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>NMP Coliformes Fecales/100 ml</b>	<b>Valor de Referencia/100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>Recuento de BAM/ml</b>	<b>Valor de Referencia/ UFC</b>	<b>Calificación</b>
<b>TANQUE ELEVADO 1</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	5600 ufc	500	No Apto
	2	14		No Apto	<1.8		Apto	2730 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	5600 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	218 ufc		Apto
	5	3.7		No Apto	1.8		No Apto	8010 ufc		No Apto
<b>TANQUE ELEVADO 2</b>	1	2	<1.8	No Apto	2	<1.8	No Apto	6600 ufc	500	No Apto
	2	2		No Apto	2		No Apto	264 ufc		Apto
	3	2		No Apto	2		No Apto	6600 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2410 ufc		No Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	6320 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE LAVATORIO 1</b>	1	4	<1.8	No Apto	4	<1.8	No Apto	1740 ufc	500	No Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	322 ufc		Apto
	3	<1.8		Apto	4		No Apto	1740 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	129 ufc		Apto
	5	1.8		No Apto	<1.8		No Apto	430 ufc		Apto
<b>LLAVE DE LAVATORIO 2</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	299 ufc	500	Apto
	2	1.8		No Apto	1.8		No Apto	1710 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2530 ufc		No Apto

	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	4600 ufc		No Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	3350 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE BAÑO 1</b>	1	2	<1.8	No Apto	2	<1.8	No Apto	419 ufc	500	Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	300 ufc		Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2320 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	1090 ufc		No Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	3350 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE BAÑO 2</b>	1	4.5	<1.8	No Apto	<1.8	<1.8	Apto	342 ufc	500	Apto
	2	2		No Apto	2		No Apto	6400 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2120 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	60 ufc		Apto
	5	2		No Apto	<1.8		Apto	530 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE BAÑO 3</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	227 ufc	500	Apto
	2	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2200 ufc		No Apto
	3	<1.8		Apto	<1.8		Apto	2060 ufc		No Apto
	4	<1.8		Apto	<1.8		Apto	44 ufc		Apto
	5	<1.8		Apto	<1.8		Apto	60 ufc		Apto

**ANEXO 03.**

Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozos artesianos con redes de distribución en la comunidad de Manacamiri.

<b>REDES DE DISTRIBUCION DEL COLEGIO (POZO ARTESIANO 11)</b>										
<b>REDES EVALUADOS</b>	<b>N° de Muestras Analizadas</b>	<b>NMP Coliformes Totales/100ml</b>	<b>Valor de Referencia/ 100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>NMP Coliformes Fecales/100 ml</b>	<b>Valor de Referencia/100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>Recuento de BAM/ml</b>	<b>Valor de Referencia/ UFC</b>	<b>Calificación</b>
<b>TANQUE ELEVADO 1</b>	1	4.5	<1.8	No Apto	4.5	<1.8	No Apto	28500 ufc	500	No Apto
	2	>24.0		No Apto	24		No Apto	1530 ufc		No Apto
	3	11		No Apto	4.5		No Apto	17200 ufc		No Apto
	4	17		No Apto	17		No Apto	8500 uf		No Apto
	5	9.2		No Apto	4		No Apto	1470 ufc		No Apto
<b>TANQUE ELEVADO 2</b>	1	6.8	<1.8	No Apto	2	<1.8	No Apto	207 ufc	500	Apto
	2	24		No Apto	24		No Apto	1510 ufc		No Apto
	3	>24.0		No Apto	21		No Apto	90 ufc		Apto
	4	6.1		No Apto	3.7		No Apto	1040 ufc		No Apto
	5	9.2		No Apto	6.1		No Apto	280 ufc		Apto
<b>TANQUE ELEVADO 3</b>	1	4.5	<1.8	No Apto	2	<1.8	No Apto	10900 ufc	500	No Apto
	2	>24.0		No Apto	9.2		No Apto	1560 ufc		No Apto
	3	11		No Apto	4.5		No Apto	17200 ufc		No Apto
	4	4		No Apto	4		No Apto	13000 ufc		No Apto
	5	6.1		No Apto	6.1		No Apto	1630 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE CAÑO 1</b>	1	<1.8	<1.8	Apto	<1.8	<1.8	Apto	2100 ufc	500	No Apto
	2	2		No Apto	2		No Apto	760 ufc		No Apto
	3	1.8		No Apto	<1.8		Apto	1480 ufc		No Apto

	<b>4</b>	<b>7.8</b>		No Apto	4.5		No Apto	7200 ufc		No Apto
	<b>5</b>	<b>6.1</b>		No Apto	4		No Apto	2760 ufc		No Apto
<b>LLAVE DE CAÑO 2</b>	<b>1</b>	<b>1.8</b>	<1.8	No Apto	<1.8	<1.8	Apto	1130 ufc	500	No Apto
	<b>2</b>	<b>2</b>		No Apto	2		No Apto	202 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>2</b>		No Apto	<1.8		Apto	9300 ufc		No Apto
	<b>4</b>	<b>&lt;1.8</b>		Apto	<1.8		Apto	21500 ufc		No Apto
	<b>5</b>	<b>1.8</b>		No Apto	1.8		No Apto	204 ufc		Apto

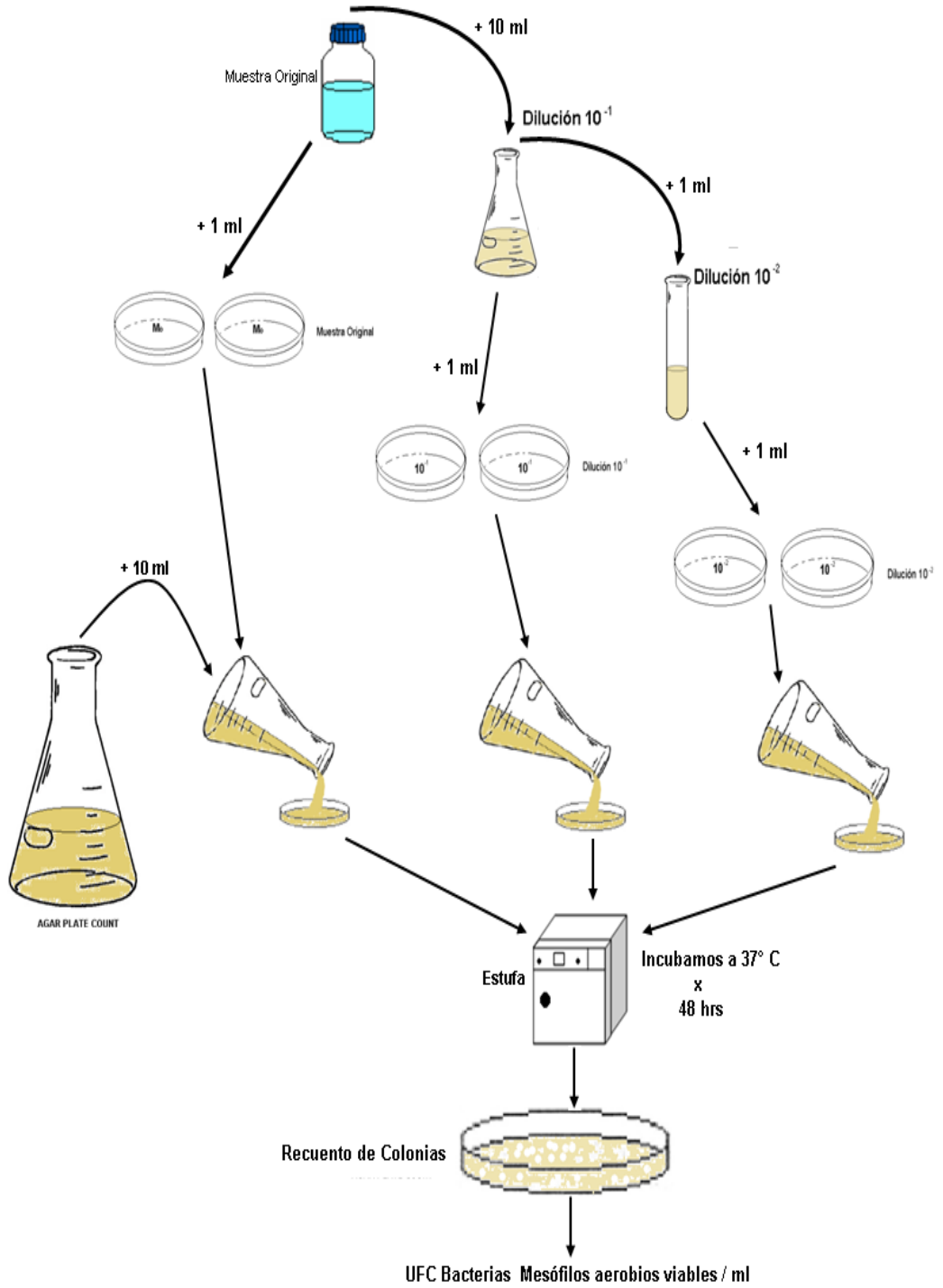
**ANEXO 04**

Resultados de la evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozos rústicos en la comunidad de Manacamiri.

<b>POZOS RUSTICOS</b>										
<b>POZOS EVALUADOS</b>	<b>N° de Muestras Analizadas</b>	<b>NMP Coliformes Totales/100ml</b>	<b>Valor de Referencia/ 100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>NMP Coliformes Fecales/100 ml</b>	<b>Valor de Referencia/ 100 ml</b>	<b>Calificación</b>	<b>Recuento de BAM/ml</b>	<b>Valor de Referencia/ UFC</b>	<b>Calificación</b>
<b>POZO RUSTICO 1</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	17	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	179 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	650 ufc		No Apto
	<b>3</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	230 ufc		Apto
	<b>4</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	265 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>17</b>		No Apto	17		No Apto	420 ufc		Apto
<b>POZO RUSTICO 2</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	17	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	890 ufc	<b>500</b>	No Apto
	<b>2</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	740 ufc		No Apto
	<b>3</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	830 ufc		No Apto
	<b>4</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	381 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>13</b>		No Apto	13		No Apto	230 ufc		Apto
<b>POZO RUSTICO 3</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	17	<b>&lt;1.8</b>	No Apto	205 ufc	<b>500</b>	Apto
	<b>2</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	220 ufc		Apto
	<b>3</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	530 ufc		No Apto
	<b>4</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	288 ufc		Apto
	<b>5</b>	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	<b>&gt;24.0</b>		No Apto	470 ufc		Apto

### ANEXO 05

#### Procedimiento de Recuento en Placas para Mesófilos aerobios viables.



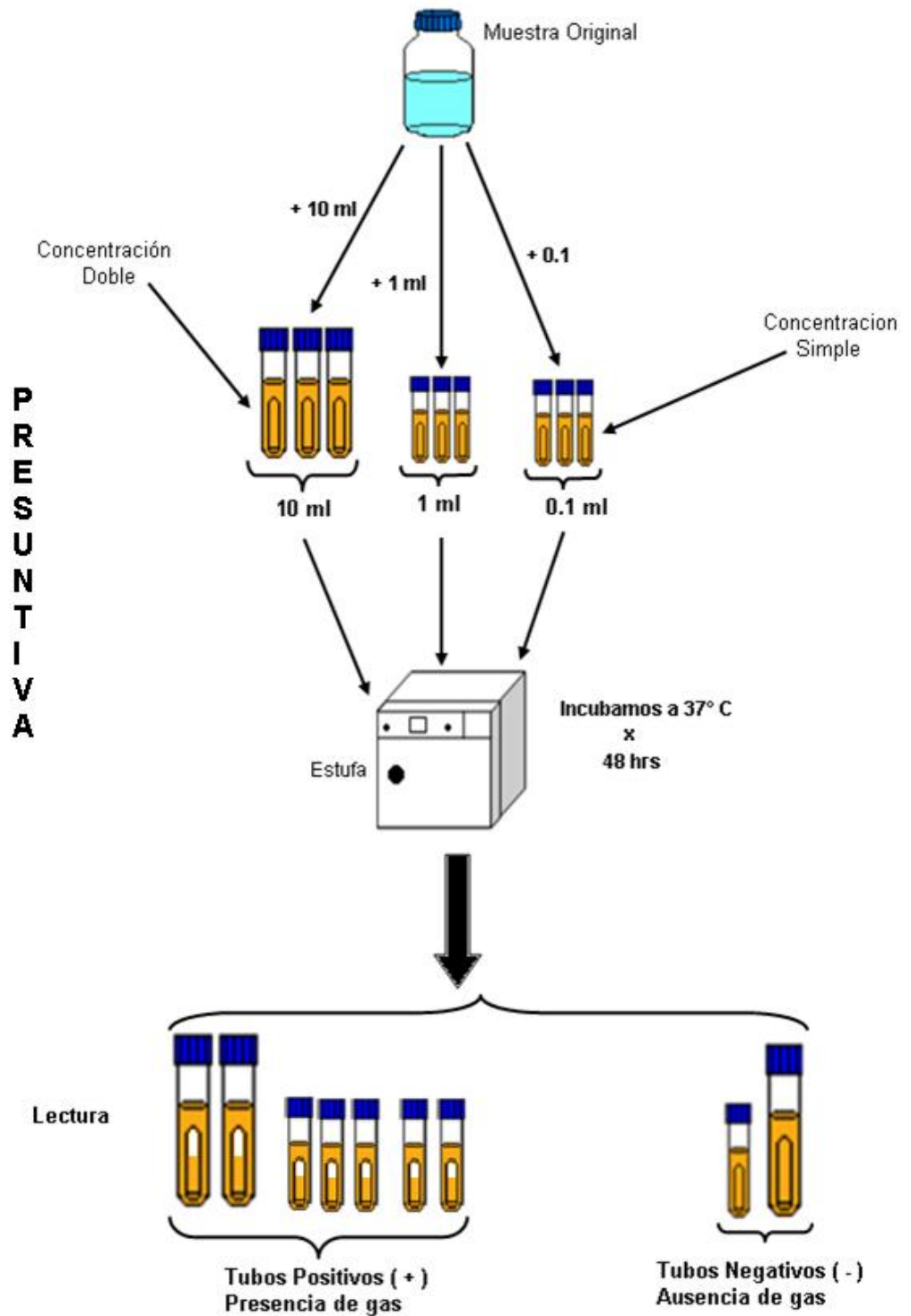
### ANEXO 06.



**ANEXO 06**

**Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP)**

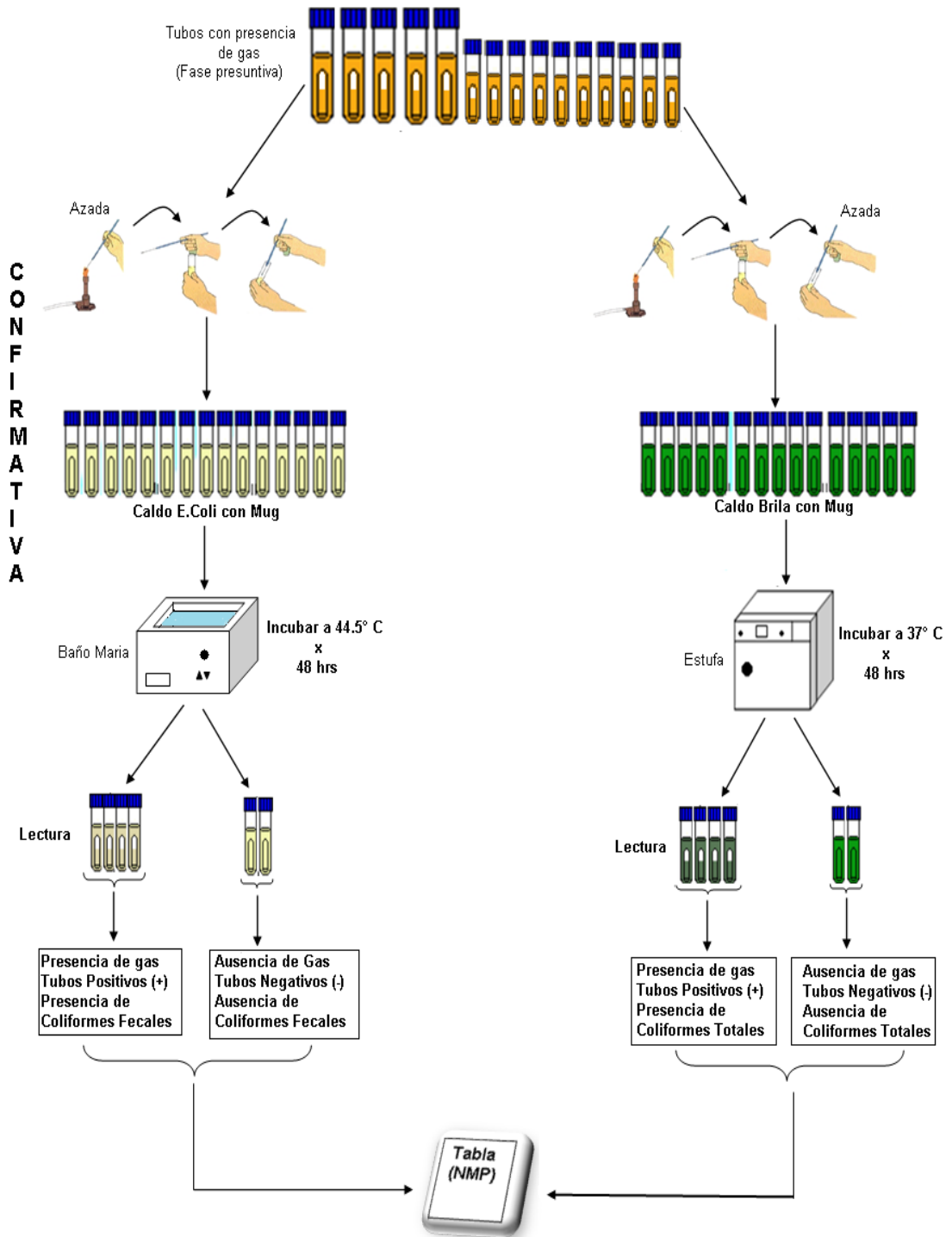
**Fase Presuntiva**



### ANEXO 07

## Procedimiento del método del Numero Más Probable (NMP)

### Fase Confirmativa



**ANEXO 08**

Total de número más probable (NMP) y límites de confianza 95% para las diversas combinaciones de tubos positivos (3 tubos por dilución), cuando las diluciones elegidas corresponden a inoculos de siembra de 10 gr, 1 gr y 0.1 gr.

**Número de tubos sembrados por cada dilución (3 tubos)**

Combinaciones de tubos positivos	NMP/gr	Límites de confianza 95%	
		Inf	Sup
0-0-0	<0.03		
0-0-1	0.03	<0.005	0.09
0-1-0	0.03	<0.005	0.13
0-2-0	.....		
1-0-0	0.04	<0.005	0.20
1-0-1	0.07	0.01	0.21
1-1-0	0.07	0.01	0.23
1-1-1	0.11	0.03	0.36
1-2-0	0.11	0.03	0.36
2-0-0	0.09	0.01	0.36
2-0-1	0.14	0.03	0.37
2-1-0	0.15	0.03	0.44
2-1-1	0.2	0.07	0.89
2-2-0	0.21	0.04	0.47
2-2-1	0.28	0.10	1.50
2-3-0	.....		
3-0-0	0.23	0.04	1.20
3-0-1	0.39	0.07	1.30
3-0-2	0.64	0.15	3.80
3-1-0	0.43	0.07	2.10
3-1-1	0.75	0.14	2.30
3-1-2	1.20	0.30	3.80
3-2-0	0.93	0.15	3.80
3-2-1	1.5	0.30	4.40
3-2-2	2.1	0.35	4.70
3-3-0	2.4	0.36	13.0
3-3-1	4.6	0.71	24.0
3-3-2	11.0	1.50	48.0
3-3-3	≥24'.0		

## ANEXO 09

**Límites máximos Permisibles Establecidos por el diario El Peruano (2008)****LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

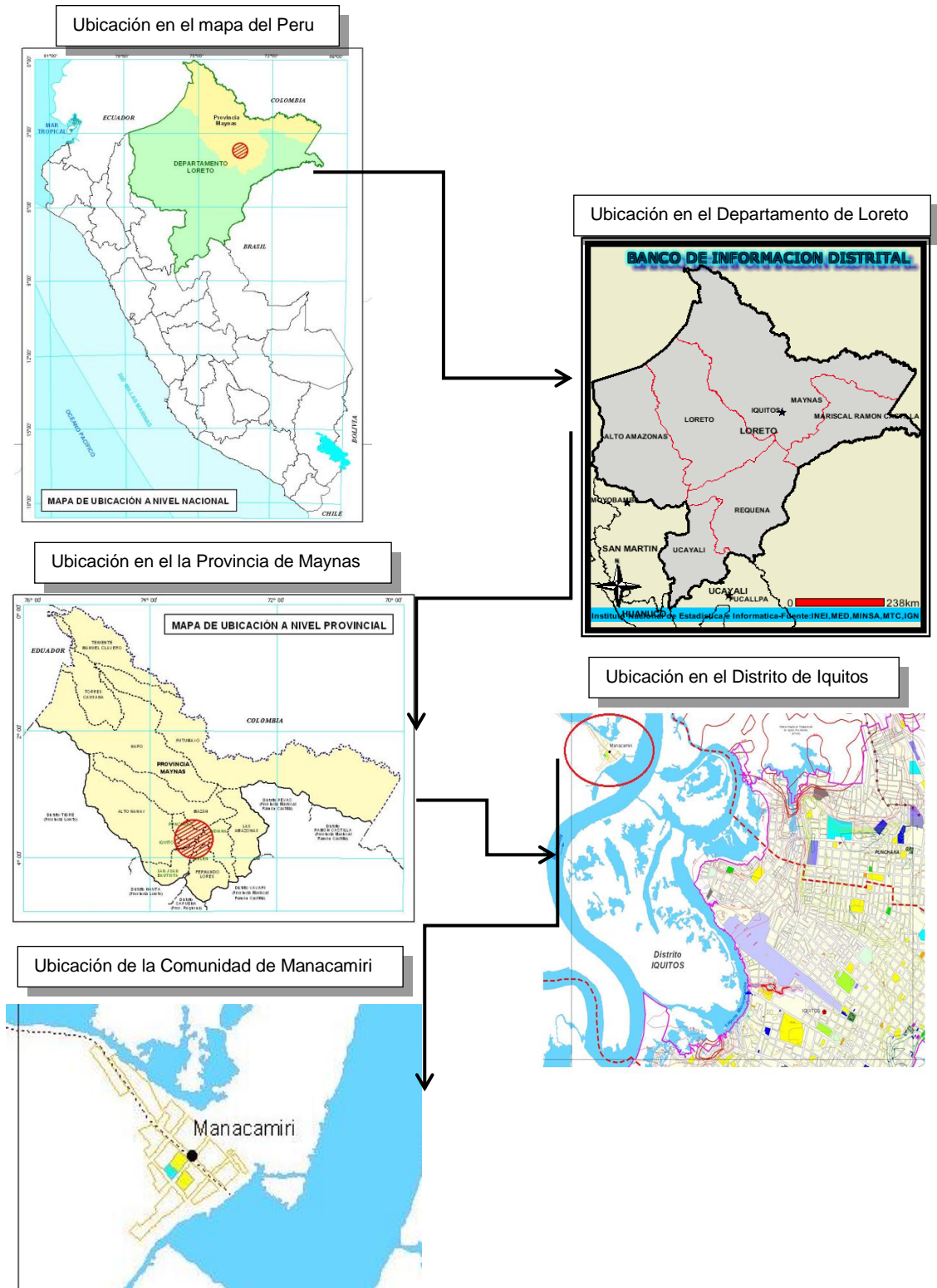
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

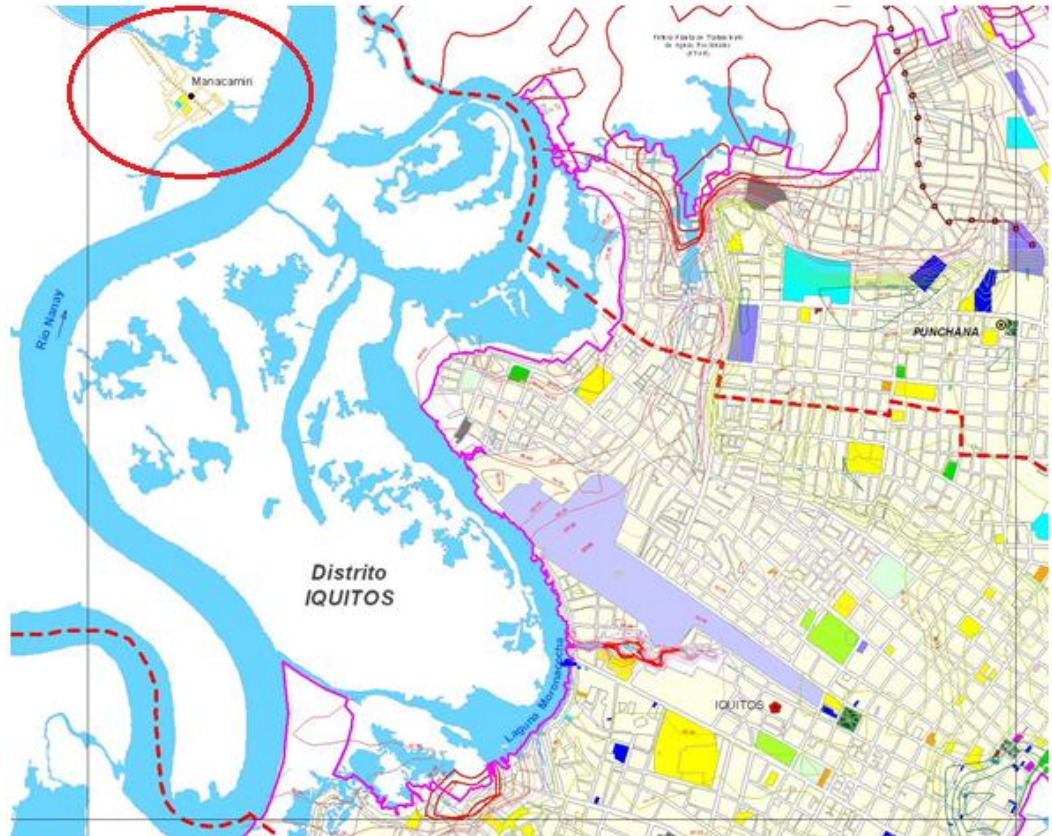
### ANEXO 10

## Plano Geográfico de la Ubicación de la Comunidad de Manacamiri – Iquitos - Loreto



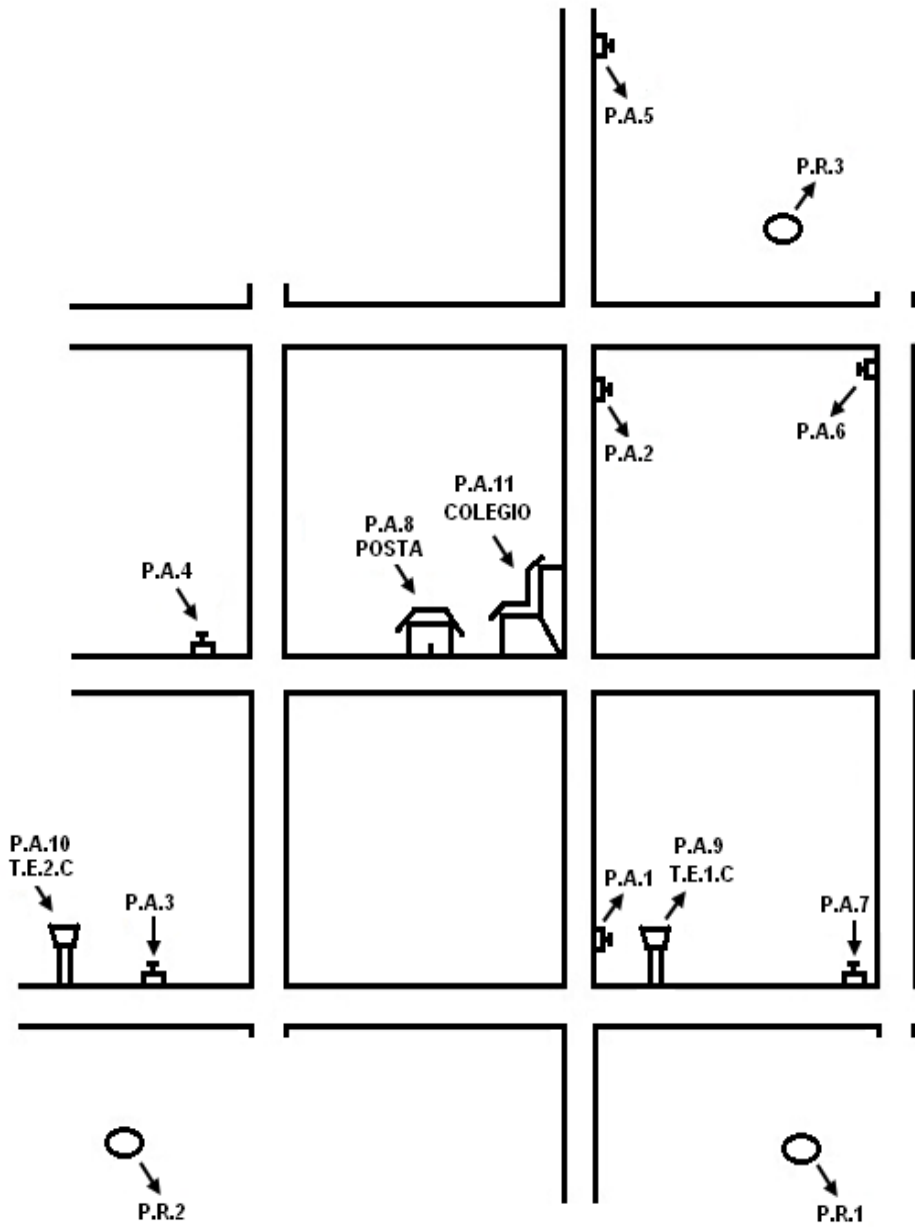
**ANEXO 11**

**Acercamiento de la ubicación Comunidad de Manacamiri – Iquitos - Loreto**



ANEXO 12

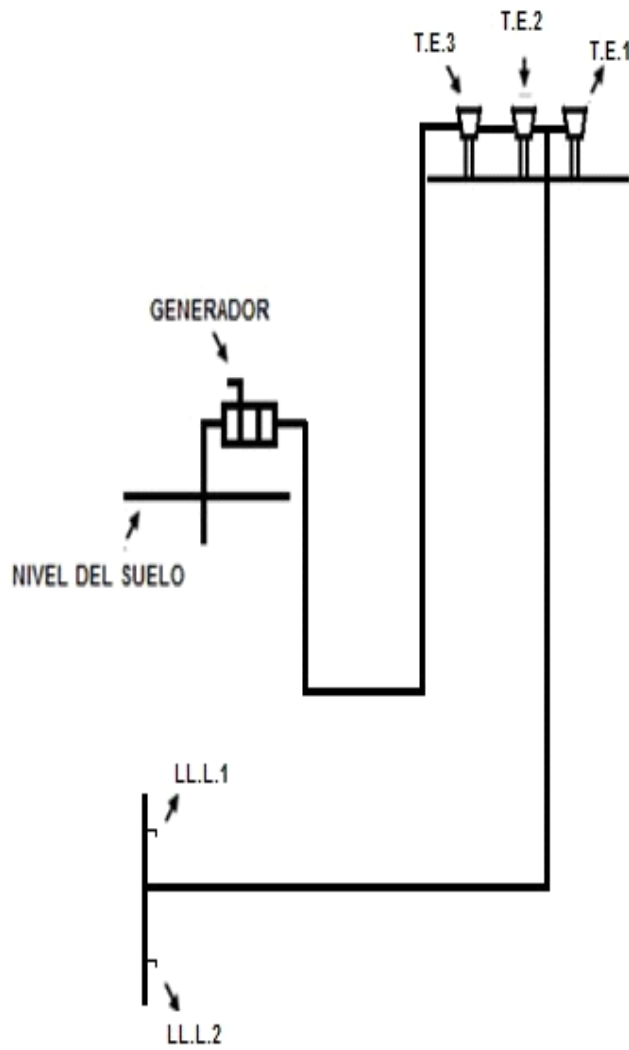
Croquis de ubicación de todos los puntos muestreados



LEYENDA  
P.A: POZO ARTESIANO  
P.R: POZO RUSTICO  
T.E.C: TANQUE ELEVADO COMUNIDAD

**ANEXO 13**

**PUNTOS DE MUESTREO EN EL COLEGIO**



**LEYENDA**

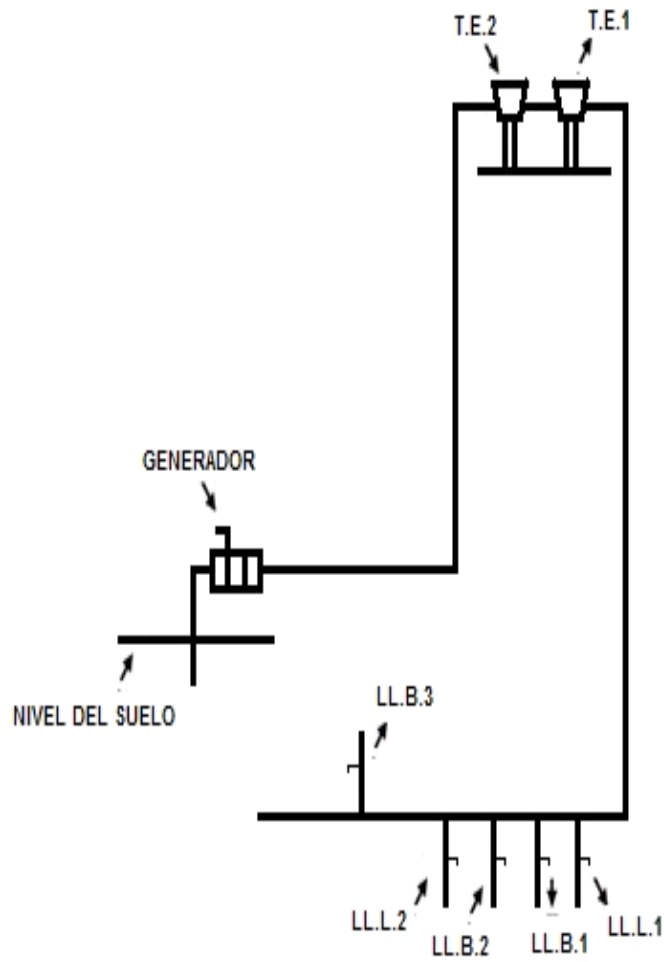
T.E: TANQUE ELEVADO

LL.L: LLAVE DE LAVATORIO



ANEXO 14

PUNTOS DE MUESTREO EN LA POSTA



LEYENDA

- T.E.:TANQUE ELEVADO
- LL.L.: LLAVE LAVATORIO
- LL.B.:LLAVE DE BAÑO

## ANEXO 15

### Formulas aplicadas para el uso de los diversos procedimientos

Para el preparado del agua peptonada, Se resume en la siguiente fórmula:

<b>Solucion Peptonado + agua destilada = Agua peptonada</b>
---

Por la siguiente formula, teniendo en cuenta los datos de preparación se tiene:

si:	1gr de solucion peptonado	<small>(es equivalente)</small>	1000ml de agua peptonado	
entonces:	X...gr de solucion peptonado	<small>(equivalente)</small>	X...ml de agua destilada	¿sera?
	<small>(valor buscado)</small>		<small>(valor que se obtiene de la cantidad de muestras a trabajar)</small>	
<b>Rpta: X...gr de agua peptonada</b>				

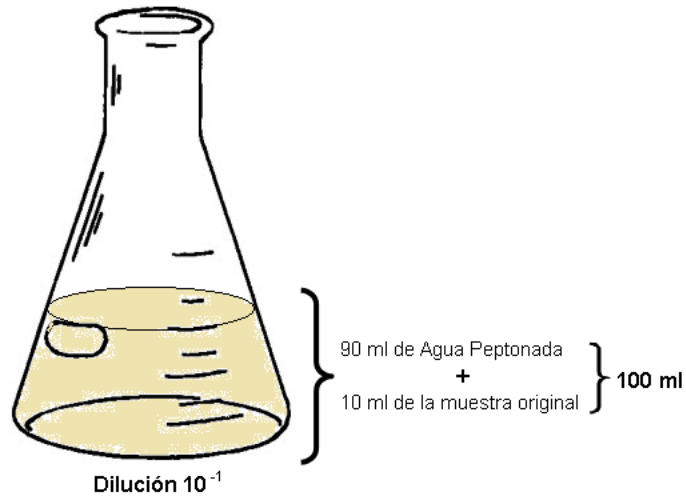
Con estas formulas referenciales se prepararon las respectivas diluciones lo cual los preparados para diluciones  $10^{-1}$  se colocaron en matraces y las diluciones  $10^{-2}$  en tubos de ensayo.

#### a) PREPARACION DE LAS DILUCIONES $10^{-1}$ Y $10^{-2}$

##### a.1) Dilución 1 o Dilución $10^{-1}$

Para la preparación de la dilución  $10^{-1}$  se utilizaron matraces erlenmeyer de 250ml, se rotularon todas cada una con la marca de su respectiva muestra de agua que contenía el frasco (muestra de agua original), teniendo en cuenta que la disolución  $10^{-1}$  debe ser igual a 100ml, entonces se procedió agregar 90ml de agua peptonada + 10ml de agua de la muestra original con esto se completaría 100ml lo cual es equivalente a la dilución  $10^{-1}$ , se utilizo una pipeta de 10ml para cada muestra, luego se absorbió 10ml de agua de la muestra original y se agrego en los matraces que contenían 90ml de agua peptonada. Se procedió a mezclar, agitar, mover hasta conseguir una homogenización, de esta misma manera se hizo con todos los matraces con sus respectivas muestras de agua, terminada este proceso de homogenización se consigue la dilución 1 o dilución  $10^{-1}$ .

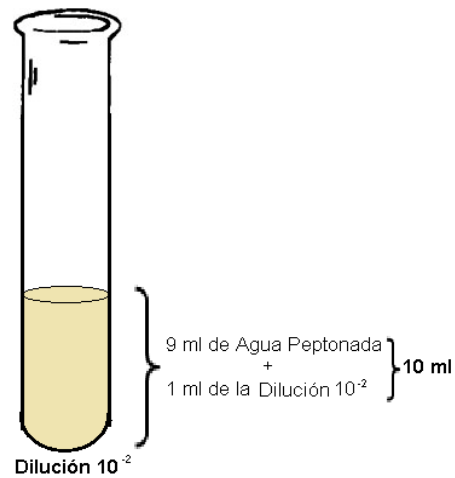
En el siguiente esquema resumido se tiene:



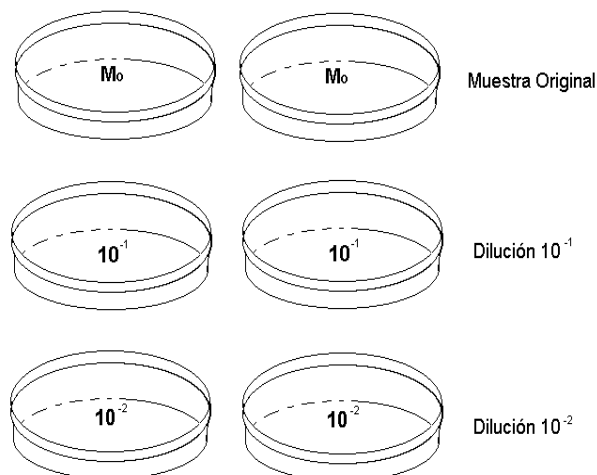
#### a.2) Dilución 2 o Dilución $10^{-2}$

La dilución  $10^{-2}$  se preparo utilizando los tubos de ensayo para luego agregar agua peptonada con lo cual tenían que estar debidamente rotulados. Para completar 10ml de la dilución equivalente a la dilución  $10^{-2}$ , se tuvieron que agregar en cada uno de los tubos 9ml de agua peptonada mas 1ml de la dilución  $10^{-1}$ , para recoger las diluciones se cogió una pipeta de 5ml o 1ml posteriormente se absorbió 1ml de la muestra de la Dilución 1 (Dilución  $10^{-1}$ ) y que luego se agrego en el tubo de ensayo, procedimos a mezclar, agitar, y mover hasta conseguir una homogenización...este mismo procedimiento se hizo con todos los tubos de ensayo. Terminada este proceso terminada este proceso de homogenizar se consigue la dilución 2 o dilución  $10^{-2}$ .

En el siguiente esquema resumido se tiene:



Al término de la preparación de las diluciones, se comenzó a ordenar las placas esterilizadas, Ubicados las placas cada grupo de ordenados por su muestra, teniendo en cuenta que en cada grupo de muestra se hizo 3 diluciones por par de placas, lo cual las diluciones fueron:  $M_0$  (muestra original),  $10^{-1}$  (dilución 1=Muestra original + Agua Peptonada) y  $10^{-2}$  (dilución 2= dilución 1 + Agua Peptonada), estas 3 diluciones fueron agregados a cada par de placas lo cual el orden de las placas fue ordenado y rotulado de la siguiente manera:



En este mismo orden fueron colocados los grupos de placas a trabajar, al terminar de rotular y ordenar todos los grupos de placas, se procedió a realizar la siguiente siembra.

**b) LECTURA DE LAS PLACAS**

En las placas de  $M_0$  (Muestra Original), donde las colonias resultaron más pobladas en ambas placas, se sumaron ambas placas y se dividieron entre dos.

En este caso:

$$\frac{\text{Placa 1} + \text{Placa 2}}{2} = \dots \text{ ufc}$$

En las placas de  $10^{-1}$  (Dilución 1), donde las colonias resultaron más pobladas en ambas placas, se sumaron ambas placas, se dividieron entre dos y luego se multiplicaron por 10.

En este caso:

$$\frac{\text{Placa 1} + \text{Placa 2}}{2} \mathbf{(10)} = \dots \text{ ufc}$$

En las placas de  $10^{-2}$  (Dilución 2), donde las colonias resultaron más pobladas en ambas placas, se sumaron ambas placas, se dividieron entre dos y luego se multiplicaron por 100.

En este caso:

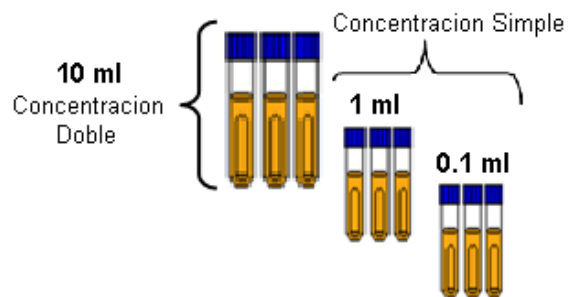
$$\frac{\text{Placa 1} + \text{Placa 2}}{2} \mathbf{(100)} = \dots \text{ ufc}$$

Teniendo en cuenta la referencia de que las placas correspondientes a la dilución que presenten entre 30 y 300 UFC; se empezó a contabilizarlas y los resultados encontrados se expresan en unidades formadoras de colonias por ml. (UFC/ ml). Al culminar este proceso se anotó todos los resultados en la libreta de campo.

c) **PREPARACION DEL CALDO LAURIL SULFATO**

c.1) **Colocacion de los tubos**

De este modo en el siguiente esquema podemos apreciar el orden de los que fueron colocados en la gradilla y que en su interior se encuentran los tubos de Durham totalmente invertidos:



### ANEXO 16

#### Recolección de muestras en los diferentes puntos de muestreo

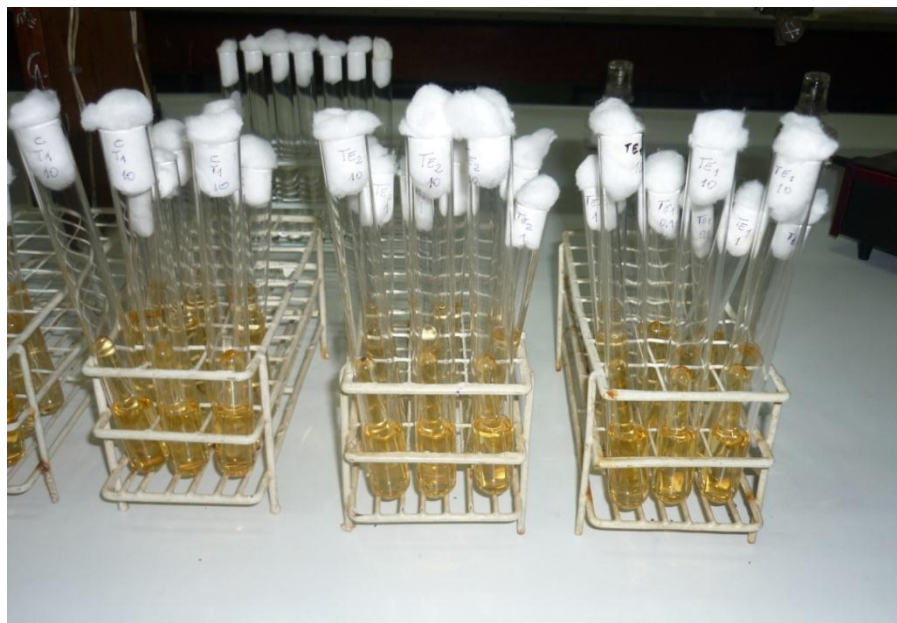


**ANEXO 17**

**Diversas muestras recolectadas de los diferentes puntos de muestreo de la comunidad de Manacamiri**



**Diversos tubos con caldo lauril y los tubos de Durham invertidos**





**Procedimiento de la fase presuntiva**



**Tubos con caldo lauril sulfato y la muestra original introducidos en la estufa a 37° por un lapso de 48 horas**



**A la izquierda un tubo negativo y a la derecha un tubo positivo (presencia de gas) en la fase presuntiva**



**Preparación del caldo E.Coli (izquierda) y caldo Brila (derecha) en la fase confirmativa**



**Tubos con caldo E.coli (izquierda) y tubos con caldo Brila (Derecha) en la fase confirmativa**



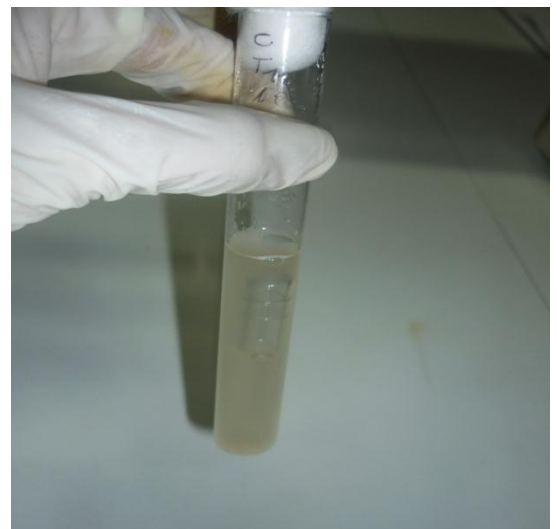
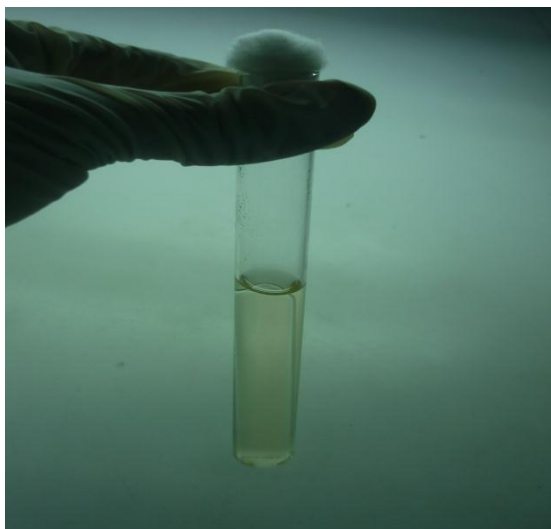
**Procedimiento de la siembra de la fase confirmativa**



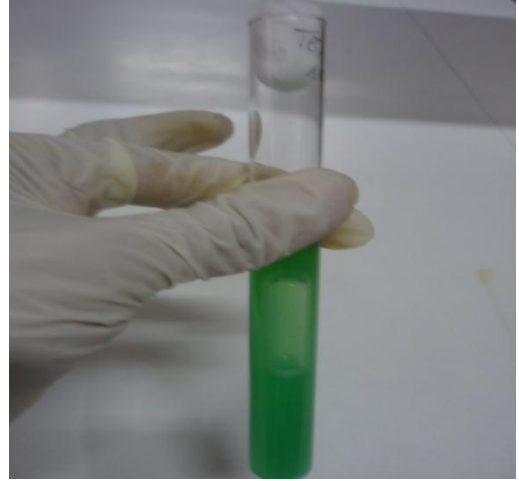
A la izquierda tubos con caldo brila en la estufa a 37°C por un lapso de 48 de horas y a la derecha tubos con caldo E.Coli en baño maria a 44.5°C por un lapso de 48 horas



Tubo con caldo E.coli negativo (izquierda) y positivo (derecha)



**Tubo con caldo brila negativo (izquierda) y positivo (derecha)**



**Preparación del agar Plate Count para la siembra en placas (Bacterias mesofilos aerobios viables)**



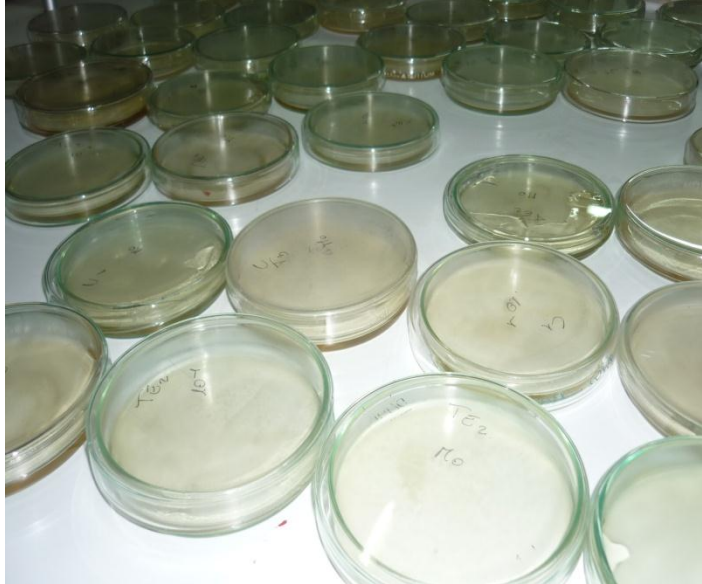
**Sembrando con las Diluciones  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$**



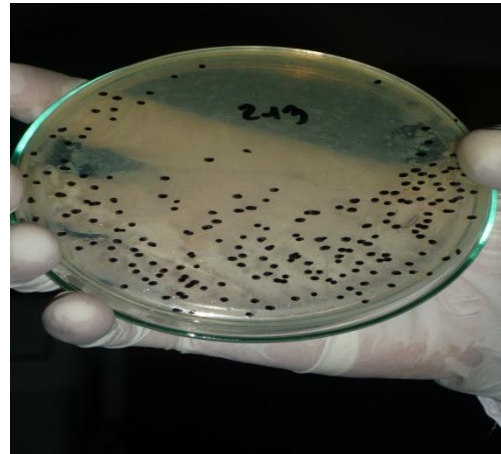
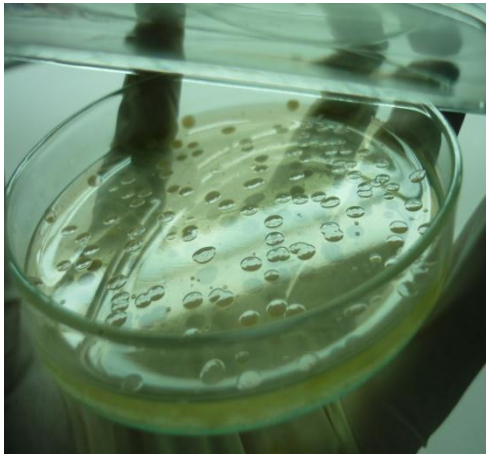
**Sembrando Bacterias Mesofilos aerobios viables con el agar plate count**



**Placas con agar plate count listo para incubar a la estufa**



**Contando las colonias de Mesofilos resultantes de la siembra**



**Realizando la lectura**

