

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS DE LOS**  
**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DEL BALNEARIO**  
**“LA ALCANTARILLA” TINGO MARÍA**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**VILLACORTA TABOADA SELVA DEL PILAR**

**PROMOCIÓN: 2007 – II**

**Tingo María – Perú**

**2009**

T01

V66

Villacorta Taboada, Selva del P.

Contaminación de las Aguas del Balneario "la Alcantarilla" Tingo María.  
Tingo María, 2009

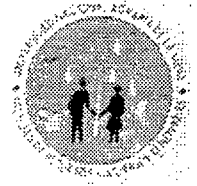
71 h.; 9 cuadros; 10 fgrs.; 27 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de  
Suelos y Agua ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María  
( Perú ). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

CONTAMINACIÓN / CRYPTOSPORIDIUM SP / NAEGLERIA SP /  
MICROORGANISMO / METODOLOGÍA / BALNEARIO / TINGO  
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de enero de 2009, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

**“CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL  
BALNEARIO LA ALCANTARILLA TINGO  
MARIA”**

Presentado por la Bachiller: **SELVA DEL PILAR VILLACORTA TABOADA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 03 de febrero de 2009

Ing. M.Sc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ

Presidente

Ing. M.Sc. TANIA GUERRERO VEJARANO

Vocal

Blgo. M.Sc. LUIS ALBERTO VIVAR LUQUE

Vocal

Ing. RICARDO CHAVEZ ASENCIO

Asesor

Mcbigo. M.Sc. CESAR SAMUEL LOPEZ LOPEZ

Co asesor

## DEDICATORIA

A Dios el Todopoderoso; a mis queridos padres Wagner Villacorta López y Rocío del Pilar Taboada Hosokay, por la fuerza que me dan para salir adelante y su amor incondicional.

A mis queridos hermanos Wagner Daniel Villacorta Taboada, Janinna Villacorta del Aguila, Janirha Villacorta del Aguila, Geam Wagner Villacorta del Aguila y mi chiquitín Brandon Villacorta del Aguila por todo su amor.

A mis queridos abuelos maternos Oscar Taboada M. y Susana Hosokay Vda. De Taboada, y abuelos paternos Severo Villacorta Pérez y Zoila López de Villacorta, por sus oraciones y gran cariño.

A mi futuro esposo y compañero en esta vida que empezamos juntos Francisco Castro Luna, gracias por todo tu amor y comprensión, te amo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma mater Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables y plana docente, por la contribución en mi formación como profesional.

Al Ing. Ricardo Chávez Asencio, asesor de este trabajo de investigación, por los consejos que recibí de su persona en el transcurso de mi formación como profesional.

Al Microb. Msc. Cesar López, co-asesor; por su exigencia, orientación y confianza que me brindo para la realización del presente trabajo, así como en el proceso de mi formación como profesional.

Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo por sus consejos en el transcurso de mi formación como profesional.

A Richard Sías Rodríguez, por su amistad y colaboración para poder realizar el presente trabajo.

A mis amigos Elena Reyna Perdomo, Lolo Salcedo Cavero, Jorge Gracey Coronado, Heydin Reátegui Romero, Roiter Egüavil Flores, Marianella del Aguila Angulo y Lindsay Trujillo Funegra por su colaboración para poder realizar el presente trabajo de investigación.

A Karina del Aguila Vela, por su apoyo y cariño en el proceso de mi formación como profesional y como persona.

A mis segundos padres docentes de nuestra prestigiosa Universidad, Ing. Marco Rojas Paredes, Miguel Pérez Solano y demás docentes de la facultad de Zootecnia, que vieron nacer y formarme como profesional.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. El agua y su importancia.....	3
2.2. Calidad del agua.....	5
2.3. Bacterias fecales indicadoras.....	9
2.4. Patógenos presentes en el agua.....	9
2.5. <i>Vibrio cholerae</i> .....	10
2.6. <i>Cryptosporidium sp.</i> .....	11
2.7. <i>Naegleria fowleri</i> .....	13
2.8. Protección del agua .....	13
2.9. Planificación de muestreo para la calidad del agua.....	14
2.10. Influencia del caudal.....	16
2.11. Clasificación de una estación de aforo .....	18
2.12. Aforo con flotadores.....	19
2.12.1. Medición de la velocidad superficial de la corriente..	20
2.12.2. Cálculo del área promedio del tramo.....	20
2.12.3. Cálculo del área en una sección.....	21
2.13. Norma técnica i.s. 020 tanques sépticos.....	21
2.14. Lagunas de oxidación – garantía de la calidad del tratamiento.....	30

2.15. Microrelleno sanitario.....	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1. Lugar de ejecución.....	35
3.1.1. Ubicación política del balneario La Alcantarilla.....	35
3.1.2. Institución donde se realizó.....	35
3.2. Materiales y equipos.....	35
3.3. Unidad experimental.....	35
3.4. Metodología.....	36
3.4.1. Georeferenciación de la cuenca.....	36
3.4.2. Determinación de la contaminación.....	36
3.4.3. Determinación de aforos.....	36
3.4.4. Indicadores de calidad del agua.....	37
3.4.4.1. Indicadores biológicos.....	37
a) Coliformes fecales (NMP).....	37
b) Enumeración de microorganismos aerobios viables totales..	37
c) Investigación de la presencia de Salmonellas.....	38
d) Investigación de la presencia <i>Vibrio cholerae</i> .....	38
e) Investigación de estafilococos patógenos.....	39
f) Investigación de la presencia de <i>Streptococcus faecalis</i> ...	39
g) Enumeración de mohos y levaduras .....	39
h) Investigación de la presencia de criptosporidios.....	39
i) Investigación de la presencia de amebas patógenas.....	40
3.4.4.2. Indicadores Físicoquímicos.....	40
a) Determinación de Dureza.....	41

b) Reacción (pH).....	41
c) Partículas sólidas disueltas o suspendidas.....	41
d) Determinación de iones o sales minerales.....	41
e) Oxígeno disuelto.....	41
f) Demanda bioquímica de Oxígeno.....	42
IV. RESULTADOS.....	42
4.1. Niveles de contaminación.....	43
4.2. Relación entre la variación del caudal y los niveles de contaminación.....	43
4.3. Causas de la contaminación de las aguas de la quebrada puente Pérez.....	47
4.4. Planteamiento de Propuestas.....	52
V. DISCUSIÓN.....	53
5.1. Niveles de contaminación .....	55
5.2. Caudal.....	58
5.3. Causas de la Contaminación.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	63
VIII. ABSTRACT.....	65
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
X. ANEXOS.....	71



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Indicadores de la calidad microbiológica del agua en los lugares de baño y sus requerimientos.....	5
2. Organismos indicadores de calidad sanitaria y del agua de los ríos Osorio y Piedra Azul, estado Vargas.....	8
3. Método de muestreo garantizado en calidad.....	15
4. Promedio de los indicadores biológicos encontrados en el Balneario La Alcantarilla, durante cinco meses.....	43
5. Análisis físico - químico.....	45
6. Promedio de la determinación de iones o sales minerales durante cinco meses.....	46
7. Determinación de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno.....	47
8. Caudales desde fines de abril al mes de agosto.....	48
9. Caudal de aguas residuales.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Método de aforo.....	19
2. Longitud de un tramo recto.....	20
3. Área de una sección.....	21
4. Porcentaje de microorganismos encontrados en aguas de la Quebrada Puente Pérez y el balneario La Alcantarilla.....	44
5. Porcentaje de factores físico - químico encontrados en la Quebrada Puente Pérez y el balneario La Alcantarilla.....	45
6. Caudal de la Quebrada Puente Pérez abril 2008.....	50
7. Caudal de la Quebrada Puente Pérez mayo 2008.....	50
8. Caudal de la Quebrada Puente Pérez junio 2008.....	51
9. Caudal de la Quebrada Puente Pérez julio 2008.....	51
10. Caudal de la Quebrada Puente Pérez agosto 2008.....	52

## RESUMEN

La Alcantarilla, se ha convertido en uno de los balnearios más concurridos en la ciudad de Tingo María, es visitado tanto por parte de la misma población como por turistas, e incluso es concurrido por habitantes de los alrededores. Con el propósito de determinar la contaminación de sus aguas realizando análisis biológicos y físico-químicos a través de la toma de 10 muestras, con cinco repeticiones por lugar de muestreo. Los resultados obtenidos muestran coliformes fecales en un promedio de 541.52 m.o/mL, un 100 % en la presencia de salmonella, un 60% en presencia de *Naegleria sp* 10 % en presencia de *Cryptosporidium sp*, microorganismos mesófilos aerobios viables ( $68.32 \times 10^3/\text{mL}$ ), estafilococos ( $55.82 \times 10^3/\text{mL}$ ), estreptococos fecales ( $44.8 \times 10^3/\text{mL}$ ) y fungí ( $2.52 \times 10^3/\text{mL}$ ). Indicando la peligrosidad del uso de esta agua para recreación y consumo humano.

## I. INTRODUCCIÓN

Las aguas naturales utilizadas en actividades recreativas que impliquen el contacto directo, nado, windsurfing y esquí acuático poseen un determinado riesgo para la salud de los usuarios. La contaminación de los cuerpos de agua pueden dar lugar a diferentes infecciones, las más importantes se vinculan a la transmisión de microorganismos patógenos (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

La Alcantarilla, se ha convertido en uno de los balnearios más concurridos en la ciudad de Tingo María, es visitado tanto por parte de la misma población como por turistas, e incluso es concurrido por habitantes de los alrededores.

Algunos pobladores de esta ciudad han comentado que las aguas de este balneario podrían encontrarse contaminadas, puesto que refirieron haber presentado afecciones cutáneas, manchas en la piel, escozor entre otras luego de haberse bañado en dicho lugar.

Al ser un balneario público surgió la preocupación por la salud de la población local y de los visitantes, por lo que se propuso determinar el grado de contaminación físico – química y biológica de dichas aguas y las causas de la

misma, para así plantear las medidas que deben adoptarse y contribuir a disminuir la degradación de la calidad de agua, tal como ocurrió en el río Tamarindo y el río La Leona (Nicaragua), que fueron cerrados por haberse encontrado fuera de los índices de calidad.

Indudablemente, el principal criterio a valorar en un balneario son sus aguas, es el primer aspecto en el que debemos fijarnos antes de elegirlo como seguro para la recreación. Además hay otros aspectos que nos ayudan a reconocer la calidad de un balneario como es la higiene y limpieza del mismo y de sus instalaciones, así como el servicio médico dispensado. Sin embargo en La Alcantarilla el aspecto general de las aguas sugiere la presencia de contaminantes, además de no contar con instalaciones de servicio al visitante.

Ante el problema ¿Qué nivel de contaminación presentan las aguas del balneario de La Alcantarilla de la ciudad de Tingo María?, se contrastó la hipótesis que las mismas se encuentran contaminadas mostrando una calidad de la categoría VI. Para ello se trabajó con los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los niveles de contaminación de las aguas del balneario la Alcantarilla.
- Identificar las causas de contaminación de las aguas del balneario.
- Proponer las medidas correctivas para disminuir el problema.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. El agua y su importancia

El agua es una de las sustancias más difundidas y abundantes en el planeta Tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivos, tanto animales como vegetales, y está presente en cantidad de minerales. Correctamente se denomina al agua "el solvente universal" y es un raro caso de sustancia que está presente en nuestro entorno, en los tres estados físicos: gas, líquido y sólido. Es una de las sustancias más difundidas y abundantes en el planeta Tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivos, tanto animales como vegetales, y está presente en muchos de los de minerales (CEPIS, 2007).

Se sostiene que la vida empieza en el agua, la cual es depósito de calor y fuente de frío, transporte de los alimentos a cada célula del cuerpo, asciende en las plantas por osmosis y capilaridad, es un gran conductor de la electricidad y materia prima para formación de las plantas. Mediante la fotosíntesis la planta utiliza la energía de la luz para transformar azúcares, celulosa y almidones por medio del agua y del anhídrido carbónico (PIETRO, 2002).

El agua es parte esencial de los seres vivos: hombre, animal, y vegetal, cuyos cuerpos se componen de aproximadamente un 27 % de agua. La vida ha utilizado el agua como medio de disolución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones, que son necesarias para el desarrollo vital

de los organismos. El agua abunda en la tierra, es fundamental en la producción de alimentos, en el crecimiento y vida de las plantas, en el buen vivir del hombre, en el movimiento y mantenimiento de maquinas, en la extinción de incendios, en el control de heladas, y en el aseo en general (PIETRO, 2002).

Toda el agua que utiliza la humanidad, procede de la precipitación del vapor acuoso de la atmósfera en forma de lluvia, granizo o nieve y escarcha, captada en una de las diversas etapas que recorre dicho liquido para volver a formar el vapor acuoso, por la evaporación del agua de ríos, suelo, estanques, lagos, mar y vegetación (PIETRO, 2002).

La abundancia de agua y su buen uso señalan el nivel de vida y desarrollo de un pueblo, por ello se hace necesario estudiar y resolver el problema del manejo y preservación del agua ante el gasto que viene en aumento, pues el agua dulce en el presente siglo XXI va a ser el problema ambiental y político más decisivo que enfrentará la humanidad. El problema de la escasez de agua en la naturaleza, para que la disponibilidad de agua aumente, lo mismo que las crecientes demandas de recursos hídricos. Una forma podría ser el perfeccionamiento de la recarga artificial del embalse subterráneo, el de buscar la mejor forma de poner término a la contaminación de las aguas, el impedir a toda costa el corte indiscriminado del bosque y al exterminio de musgos y líquenes. Así como también educar y reglamentar la formación de cómo gastar únicamente el agua indispensable (PIETRO, 2002).

## 2.2. Calidad Del Agua

Existen en varios países normas dictadas por las autoridades de salud pública que identifican aquellos indicadores o parámetros de calidad de mayor significación sanitaria, donde se recomiendan valores guías y obligatorios a cumplir en cada caso.

Uno o varios microorganismos indicadores de la calidad microbiológica del agua son seleccionados e incluidos en la regulación. Los más frecuentes son: coliformes fecales, *Escherichia coli*, enterococos y la determinación de *Salmonella* y enterovirus (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

En Cuba, los parámetros microbiológicos que considera la norma para el uso del agua en la recreación o deportes acuáticos se exponen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores de la calidad microbiológica del agua en los lugares de baño y sus requerimientos (NC 93-07:92).

<i>Tipo de recreación</i>	<i>Coliformes totales (NMP/100ml)</i>	<i>Coliformes fecales (NMP/100ml)</i>
Contacto directo	Hasta 1000	Hasta 200
Contacto indirecto	Hasta 5000	Hasta 1000

Fuente: GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005.

En el caso de los coliformes fecales, el valor guía es de 200 NMP/100 ml, el valor obligatorio se define como sigue: “cuando en un período no mayor de 30 días se analicen más de 5 muestras, no más del 10 % del total excederá de 400 NMP/100 ml” (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).



Los indicadores de la calidad microbiológica se expresan según la media geométrica del Número Más Probable (NMP/100 ml) de las bacterias coliformes totales y fecales, obtenidas en no menos de 5 muestras en un período no mayor de 30 días.

De acuerdo a los criterios epidemiológicos actuales (riesgo de presentar gastroenteritis asociada a la natación expresada por el número de casos esperados por 1000 bañistas), la Norma Cubana 93-07:92 se sitúa en una expectativa menor del 1%, lo que es consistente si se compara con otras regulaciones que utilizan los coliformes fecales como indicador clave (D.N.H.W, 1992, U.S.E.P.A., 1976, 1986).

Se puede establecer asociaciones entre la densidad de microorganismos indicadores y algunas enfermedades relacionadas con esta contaminación. Además, aunque resulta económica o técnicamente impracticable llevar a cabo un monitoreo directo sobre los microorganismos patógenos, se deben considerar en determinadas ocasiones, si existen evidencias de riesgo a la salud. Por ello, algunos han sido recomendados por estar involucrados en infecciones al hombre, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y especies de los géneros *Campylobacter*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Salmonella* y *Shigella* (GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

La calidad de agua es determinada con tan solo advertir que uno de los indicadores de calidad sin importar su naturaleza (físico – química o

biológica) se encuentren dentro de los límites aceptables GONZÁLES y GUTIERREZ, 2005).

En masas de aguas interiores (ríos y embalses), las autoridades sanitarias cubanas, de acuerdo con el sitio y su posible contaminación, incluyen la determinación de *Salmonella* en forma cualitativa. Además, se recomienda la caracterización de los sedimentos con la determinación de coliformes fecales, estreptococos fecales y *Salmonella* (GONZÁLES y GUTIERREZ).

Este proceder implica, una vez caracterizada el área, llevar a cabo una correcta selección de los indicadores a monitorear con un enfoque "caso a caso" donde la frecuencia de muestreo, como cuestión vital, es de igual forma considerada.

En Venezuela, en las aguas de los ríos Osorio y Piedra Azul que han sido utilizadas por los habitantes, se determinó que no son aptas para el consumo humano, debido a que los valores medios obtenidos de los organismos indicadores de potabilidad, superaron los estándares establecidos por la normativa legal venezolana e internacional debido a que se duplicaron las superficies intervenidas por asentamientos agrícolas entre 1969-2002, constituyendo una de las causas de contaminación fecal de las aguas superficiales, esto se puede apreciar en el Cuadro 2 (BARRIENTOS *et al.*, 2005).

Cuadro 2. Organismos indicadores de calidad sanitaria y del agua de los ríos Osorio y Piedra Azul, estado Vargas (n = 9).

	RIO OSORIO			RIO PIEDRA AZUL		
	Coliformes Fecales (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	Organismos Heterotróficos (NMP/100 mL)	Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	Coliformes Totales (NMP /100 mL)	Organismos Heterotróficos (NMP/100 mL)
Valor Máximo	1.700	8.000	2.500	1.300	5.000	2.500
Valor Mínimo	230	300	300	40	1700	390
Promedio	865	3.025	1.390,3	502,5	3.000	1.400

Fuente: GONZÁLES y GUTIERREZ

MONTIEL DE MORALES *et al.* (2005) reporta valores de estreptococos fecales (EF) y enterococos en 100 mL oscilaron entre  $10^1$ - $10^4$  en aguas recreacional de la Laguna de Sanamaica (Venezuela), así como manifiesta la presencia de Salmonella en el 3.05 % en las muestras procesadas de la misma laguna. Valores de EF en 100 mL han sido reportados en otros cuerpos de aguas utilizados para la recreación entre  $0 - 2.4 \times 10^5$  (WYER *et al.*, 1995),  $0 - 820$  (PHSWS, 1995),  $13 - 206$  (FALCAO, 1993) y valores de hasta  $4.6 \times 10^6$  en Brasil (COMBARRO, 1993). En el caso de los enterococos, BUDNICK *et al* (1996) reportaron valores entre  $10 - 87$  NMP 100 mL<sup>-1</sup> en aguas dulces.

El mismo autor, señala que al medir el nivel y tipo de contaminación microbiológica en el agua de la Laguna de Sinamaica, tomando en cuenta la concentración del índice bacteriano los valores de coliformes totales (CT) estuvieron presentes en todas las zonas muestreadas en un rango entre  $10^2$  y  $10^4$  NMP 100 mL<sup>-1</sup> excepto en la estación 10 en donde el rango estuvo entre  $10^2$  y  $10^3$ . Los coliformes fecales (CF) se presentaron en un rango entre  $<3,0 \times 10^1$  y  $>2,4 \times 10^4$ .

WYER *et al* (1995), reportaron valores de CT entre 0 -  $3 \times 10^6$  y CF entre 0 y  $4 \times 10^6$  en áreas recreacionales en Inglaterra. COMBARRO *et al* (1993), en Rias de Ares Betanzos en Brasil, reportaron hasta  $4,6 \times 10^4$  CT y  $4,6 \times 10^3$  CF 100 mL<sup>-1</sup>. FALCAO *etal* (1993), reportaron valores de CF entre 25 y 719,67 en lagos artificiales. GRIFFIN *et al* (1999) y MONTIEL (2004) reportaron valores similares en aguas superficiales en Florida.

### **2.3. Bacterias Fecales Indicadoras**

Las bacterias fecales indicadoras se usan para evaluar la calidad del agua debido a que normalmente no causan enfermedad pero están correlacionadas con la presencia de varios organismos que transmiten enfermedades a través del agua (patógenos). La concentración de bacterias indicadoras (el término "bacteria indicadora" se usa como sinónimo de bacterias fecales indicadoras en este documento) es una medida de la seguridad del agua en situaciones de contacto recreativo o para consumo. La identificación y enumeración de bacteria indicadora mide la calidad sanitaria del agua (U.S.GEOLOGICAL SURVEY, 2000).

### **2.4. Patógenos presentes en el agua**

A parte de los microorganismos considerados como bioindicadores de la calidad biológica del agua (coliformes, enterococos, estafilococos, salmonellas, mohos y levaduras) se hace necesario la determinación de la

presencia de especies consideradas de riesgo por su patogenicidad. Entre los que indispensablemente deben considerarse están *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium parvum* y *Naegleria fowleri*.

### **2.5. *Vibrio cholerae***

El cólera es una enfermedad infecciosa, aguda, causada por el consumo de agua o alimentos contaminados con la bacteria *Vibrio cholerae* (UVAH, 2008).

*Vibrio cholerae* se encuentra normalmente en los suministros de agua contaminada debido a la eliminación antihigiénica de los excrementos. La transmisión de persona a persona es rara. Normalmente se transmite a través del consumo de alimentos o agua contaminada procedente de:

- Los suministros de agua municipal (de la llave).
- El hielo hecho con agua municipal (de la llave).
- Los alimentos y bebidas comprados de los vendedores ambulantes.
- Los vegetales regados con aguas residuales.
- El pescado crudo o incorrectamente cocinado y el marisco capturado de aguas residuales contaminadas.

La bacteria que causa el cólera normalmente es muy sensible a los ácidos presentes en el estómago y en el tubo digestivo. Los ácidos del

estómago matan pequeñas cantidades de la bacteria antes de que ésta pueda establecerse en el cuerpo. Pero, cuando grandes cantidades de la bacteria sobrepasan las defensas naturales del cuerpo, crecen en el intestino delgado y pasan a las heces de la persona infectada. Las personas infectadas que tienen casos leves o no muestran síntomas de la enfermedad, especialmente aquellas personas que no tienen buenos hábitos higiénicos, propagan la infección por la contaminación directa de los alimentos con el excremento infectado (UVAH, 2008).

## **2.6. *Cryptosporidium sp.***

*Cryptosporidium sp.*, es un coccidio que parasita sobre las células de mucosa gastrointestinal de una gran variedad de vertebrados, incluyendo al hombre. La diarrea acuosa y profusa constituye la principal característica de la criptosporidiosis. Se ha sugerido que algunas personas pueden desarrollar la enfermedad después de la ingestión de tan solo un ooquiste. Esto explica la elevada tasa de ataque (mayor a 62 %) observada en los diferentes brotes (RODRIGUEZ y ROYO, 2000; CALVO *etal.*, 2004).

La criptosporidiosis es una parasitosis producida por *Cryptosporidium sp.*, protozooario intracelular que se reproduce en las células epiteliales del aparato digestivo y respiratorio de una gran variedad de vertebrados (LEDESMA, *etal.*, 2005).

Hasta la década del 80 se describieron solo diecisiete casos de infección humana, cinco de los cuales se trataban de pacientes inmunocomprometidos, por lo cual comienza a considerarse un protozoo oportunista y la enfermedad poco frecuente. A partir de 1980 se produce un aumento de casos de cryptosporidiosis humana asociada a diarrea aguda autolimitada en pacientes inmunológicamente normales y cuadros severos con alta mortalidad en pacientes con SIDA (LEDESMA, *etal.*, 2005).

En Argentina, en el año 1979 se citó por primera vez este parásito en terneros enfermos de diarrea neonatal y en 1983 se registraron los primeros casos humanos en niños con y sin diarrea. En la actualidad es considerado un parásito emergente y constituye la principal causa de diarrea crónica en pacientes con SIDA. Se transmite fundamentalmente por la ingestión de alimentos y agua contaminada contaminados con quistes. Se ha demostrado que los mamíferos constituyen una potencial fuente de infección humana (LEDESMA, *etal.*, 2005).

El *Cryptosporidium* en individuos inmunocompetentes produce una infección auto limitada, pudiendo desarrollar una forma clínica transitoria o cursar en forma inaparente, convirtiéndose en reservorios de la afección, por lo que constituyen del punto de vista epidemiológico individuos de alto riesgo, dado que su hallazgo como portadores se detecta accidentalmente. El rango de detección resulta mayor en niños pequeños de 1 a 5 años y en individuos inmunocomprometidos (LEDESMA, *etal.*, 2005).

## **2.7. *Naegleria fowleri***

La *Naegleria* es una ameba que se encuentra comúnmente en aguas dulces templadas y tierra. Solo una especie de *Naegleria* infecta a las personas, la *Naegleria fowleri*. Causa una infección cerebral muy poco común pero grave. La mayoría de las infecciones son fatales (CDC, 2008).

La *Naegleria* infecta a las personas ingresando al cuerpo a través de la nariz. Por lo general, esto ocurre cuando las personas usan agua dulce templada para actividades como nadar o bucear. La ameba viaja por la nariz hacia el cerebro y la médula espinal, donde destruye el tejido cerebral. Las infecciones no ocurren como consecuencia de beber agua contaminada (CDC, 2008).

## **2.8. Protección Del Agua**

La LEY DE AGUA (D.L. 17752) en la sección Protección del agua (Art.100 al 110) hace hincapié en el resguardo que incluye conservación y preservación de las fuentes de agua.

Asimismo, supervisa y fiscaliza a través de los Consejos de Cuenca el cumplimiento de las normas de calidad ambiental sobre la base de los estándares de calidad ambiental del agua (ECA-Agua).

De la misma manera declara zonas de veda, protección y agotamiento de la fuente, a fin de proteger los ecosistemas y preservar las fuentes de agua.



Finalmente, autoriza solo vertimientos que cumplan los estándares de calidad y ambiental (ECA-Agua) prohibiendo y sancionando cualquier otro vertimiento no autorizado.

## **2.9. Planificación de muestreo para la calidad del agua**

En estrecha vinculación con cualquier regulación sobre la calidad microbiológica de las aguas de recreación se encuentran aspectos de selección de las estaciones, tipo y frecuencia de muestreo, transporte y preservación de las muestras, selección apropiada de los métodos de ensayo y el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos.

La calidad del agua en arroyos y ríos se determina comúnmente mediante análisis químicos y físicos selectos de muestras de agua recolección para representar la masa de agua. Entre los factores a considerar al seleccionar un método de muestreo cabe mencionar: (1) la exactitud del muestreo necesaria para representar satisfactoriamente componentes de la calidad del agua de interés para que pueda lograrse el muestreo específico o los objetivos de datos-información, y (2) los costos de métodos de muestreo alternativos.

Los principales métodos de muestreo para determinar la calidad del agua en aguas circulantes pueden clasificarse como (1) muestreo de superficie tomado al azar en el que se recogen muestras en un envase abierto desde un solo punto en la superficie del agua, o cerca de ésta y (2) muestreos integrados transversalmente, de compuestos de flujo ponderado ("integrados") usando

toma de muestras de integradores de profundidad, con boquillas, que se llenan isocinéticamente. El muestreo isocinético significa que no se produce un cambio en la velocidad del flujo cuando el agua ingresa a la entrada del muestreador (U.S.GEOLOGICAL SURVEY, 2000). En el cuadro siguiente se anota el resumen de métodos de muestreo de garantía de calidad y requisitos de conservación, almacenamiento y manejo.

### Cuadro 3. Método de muestreo garantizado en calidad

Muestras de Garantía de Calidad
Duplicados de Campo
Representa la variabilidad introducida durante el muestreo, la preservación y la manipulación. Una de cada 10 muestras recolección o en base al 10 por ciento.
Tomar dos juegos de muestras de agua de rutina en el mismo lugar, en forma consecutiva, usando los mismos métodos. Las muestras son manipuladas, almacenadas, despachadas y analizadas siguiendo
Procedimientos idénticos.
Esto se aplica a todos los casos de procedimientos de rutina para tomar agua de superficie, incluidas muestras tomadas al azar, muestras tomadas al azar en cubetas desde
Puentes, bombas y otros aparatos de muestreo de aguas o sedimentos.
Cada juego de muestras tiene un número de etiqueta separado. Presentar ambos juegos de muestras de agua al mismo laboratorio para análisis; ROTULAR la etiqueta RFA como DUPLICADO.

Fuente: (U.S.Geological Survey 2000).

El objetivo de la toma de muestras es recoger una porción del material que se desea analizar, suficientemente pequeña para ser transportada adecuadamente y manejada en el laboratorio, mientras todavía represente

fielmente el material muestreado. Ello implica que las proporciones relativas y las concentraciones de cada componente de la muestra deben ser las mismas que en el material original, que la muestra debe ser homogénea y debe ser manipulada de manera que no se produzcan cambios significativos en su composición antes del análisis. Una vez tomada la muestra se debe seguir un protocolo de conservación que permita que la muestra llegue sin alteración al laboratorio. Dicho protocolo incluye procedimientos generales y otros particulares para análisis determinados.

Los programas de muestreo se diseñan con el objetivo de caracterizar el estado de un determinado ecosistema, controlar su calidad, planificar la gestión o investigar los posibles impactos que pueda sufrir el sistema en cuestión (CAMACHO, 2002).

Las muestras tomadas se pueden dedicar a la realización de determinaciones de variables físicas, químicas o biológicas. Cada muestra debe ser tratada de forma individualizada dependiendo de las características de la matriz, de los factores que influyen sobre ella y de las sustancias que deban analizarse (CAMACHO, 2002).

## **2.10. Influencia Del Caudal**

Los contaminantes pueden encontrarse en el agua en diferentes estados. Pueden estar disueltos o en suspensión, lo que significa que se

encuentran en forma de gotas o de partículas. Los contaminantes también pueden estar disueltos en gotas o absorbidos por partículas. Todos los estados de los contaminantes pueden desplazarse grandes distancias en el agua de muchas maneras diferentes (LENNTECH, 2008).

La materia particulada puede caer al fondo de los cauces y lagos o ascender a la superficie, dependiendo de su densidad. Esto significa que mayormente permanece en la misma posición cuando el agua no fluye deprisa. En los ríos, los contaminantes normalmente viajan grandes distancias. La distancia que viajan depende de la estabilidad y el estado físico del contaminante y de la velocidad del flujo del río. Los contaminantes viajan mayores distancias cuando están disueltos en un río de flujo rápido. Las concentraciones en un lugar son entonces generalmente bajas, pero el contaminante puede ser detectado en muchos más sitios que si no hubiera sido transportado tan fácilmente (LENNTECH, 2008).

En lagos y océanos los contaminantes son transportados por las corrientes. Existen muchas corrientes en los océanos, que son producidas por los vientos. Esto permite a los contaminantes viajar de un continente a otro. Normalmente confiamos en la habilidad de los océanos para reducir la concentración de los contaminantes, la así llamada "capacidad autolimpiadora" de los océanos. Pero esto no siempre funciona, porque el movimiento de las corrientes en los océanos no es uniforme. Esto hace que las aguas interiores

tengan a menudo niveles de contaminación sustancialmente superiores a los del mar abierto (LENNTECH, 2008).

Cuando los contaminantes persistentes se acumulan en peces o en pájaros no solo pueden convertirse en un peligro tóxico para las cadenas alimenticias acuáticas, sino que también pueden desplazarse grandes distancias dentro de estos animales y acabar en las cadenas tróficas de áreas no contaminadas.

### **2.11. Clasificación de na Estación De Aforo**

Si se efectúan mediciones del caudal por el método del molinete cuando el río fluye a profundidades diferentes, esas mediciones se pueden utilizar para trazar un gráfico del caudal en comparación con la profundidad de la corriente. La profundidad del flujo de una corriente o de un río se denomina nivel de agua, y cuando se ha obtenido una curva del caudal con relación al nivel de agua, la estación de aforo se describe como calibrada (CHÁVEZ, 1994).

Las estimaciones posteriores del caudal se pueden obtener midiendo el nivel en un punto de medición permanente y efectuando lecturas del caudal a partir de la curva de calibrado. Si la sección transversal de la corriente se modifica a causa de la erosión o de la acumulación de depósitos, se tendrá que trazar una nueva curva de calibrado. Para trazar la curva, es necesario tomar mediciones a muchos niveles diferentes del caudal, con inclusión de caudales poco frecuentes que producen inundaciones. Es evidente

que esto puede requerir mucho tiempo, particularmente si el acceso al lugar es difícil, por lo que es preferible utilizar algún tipo de vertedero o aforador que no necesite ser calibrado individualmente, como se analiza más adelante (CHÁVEZ, 1994).

## 2.12. Aforo con flotadores

CHAVEZ (1994), El aforo es la operación de medición del caudal en una sección de un curso de agua. En los ríos se mide en forma indirecta, teniendo en cuenta que:

$$Q \text{ [m}^3\text{/seg.]} = V \text{ [m/seg.]} \times A \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\text{CAUDAL} = \text{VELOCIDAD} \times \text{AREA}$$

El método consiste entonces en medir la sección del curso y la velocidad en la misma. Ello se hace a través de verticales referidas a las márgenes en las que se mide profundidad y velocidad. Se determinan así áreas parciales y velocidades medias en las áreas parciales con las cuales se determinan caudales parciales, cuya sumatoria arroja el caudal total.

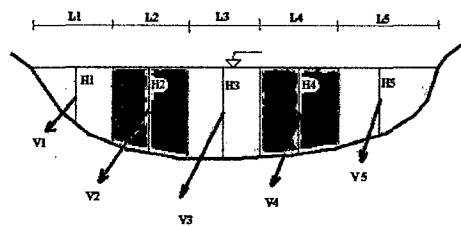


Figura 1. Método de aforo

$$Q = A_1 V_1 + A_2 V_2 + A_3 V_3 + \dots$$

Se debe escoger en lo posible un tramo recto del cauce longitud L.

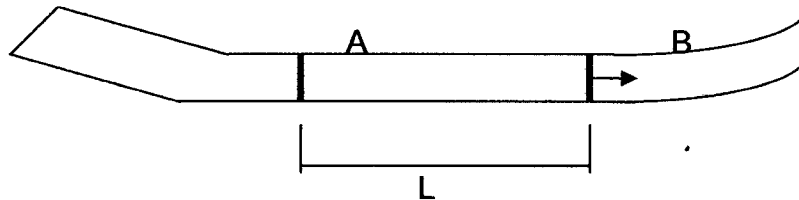


Figura 2. Longitud de un tramo recto

#### 2.12.1. Medición de la velocidad superficial de la corriente

Medir la longitud (L) del tramo AB.

Medir con un cronómetro el tiempo (T), que tarda en desplazarse el flotador (botella lastrada, madera, cuerpo flotante natural) en el tramo AB.

Calcular la velocidad superficial:  $V = L/T$

#### 2.12.2. Cálculo del Área promedio del tramo.

Calcular el área en la sección A (AA)

Calcular el área en la sección B (BB)

Calcular el área promedio.

### 2.12.3. Cálculo del Área en una sección



Figura 3. Área de una sección

Medir el espejo de agua (T).

Dividir (T) en cinco o diez partes (midiendo cada 0.20, 0.30, 0.50, etc.) y en cada extremo medir su profundidad. (H1, H2, H3, ... Hn).

Calcular el área para cada tramo, usando el método del trapecio.

Calcular el área total de una sección.

## 2.13. Norma técnica i.s. 020 tanques sépticos

### 2.13.1. Capítulo I: Generalidades

#### Artículo 1°.- objetivos

El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño, construcción y operación de un tanque séptico, como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales. NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007).

#### Artículo 2°.- alcance

Se utilizará el Tanque Séptico como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales en zonas rurales o urbanas que no cuentan con redes de captación de aguas residuales, o se encuentran tan alejadas como para justificar su instalación. NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007).



**Artículo 3°.- definiciones**

NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007)

**Afluente.-** Aguas negras o parcialmente tratado, que entra a un depósito, estanque.

**Aguas negras domesticas.-** Aguas negras derivadas principalmente de las casas, edificios comerciales instituciones y similares, que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

**Descomposición del agua negra.-** la destrucción de la materia orgánica de las aguas negras, por medio de procesos aeróbicos y anaerobios.

**Efluente.-** Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

**Espacio libre.-** La distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del liquido, en un tanque.

**Estabilidad.-** La propiedad de cualquier sustancia, contenida en las aguas negras, o en el efluente o en los lodos digeridos, que impide la putrefacción. Es el antónimo de putrescibilidad.

**Grasa.-** En aguas negras, el término grasa incluye a las grasas propiamente dichas, ceras ácidos grasos libres, jabones de calcio y de magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasosos.

**Lecho de secado de lodos.-** Una superficie natural confinada o lechos artificiales de material poroso, en los cuales son secados los lodos digeridos de las aguas negras por escurrimiento y evaporación.

Un lecho de secado de lodos puede quedar a la intemperie o cubierto, usualmente, con una armazón del tipo invernadero.

**Lodos.-** Los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

**Pendiente.-** La inclinación o declive de una tubería o de la superficie natural del terreno, usualmente expresada por la relación o porcentaje del número de unidades de elevación o caída vertical, por unidad de distancia horizontal.

**Percolación.-** El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

**Periodo de Retención.-** El tiempo teórico requerido para desalojar el contenido de un tanque o una unidad, a una velocidad o régimen de descarga determinado (volumen dividido por el gasto).

**Sedimentación.-** El proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas negras u otros líquidos, por gravedad. Esto se logra usualmente disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido. También se llama asentamiento.

**Sifón.-** Conducto cerrado, una porción del cual yace por debajo de la línea de nivel hidráulico. Así se origina una presión inferior a la atmosférica en esa porción y por esto requiere que sea creado un vacío para lograr el flujo.

**Sólidos Sedimentables.-** Sólidos suspendidos que se asientan en el agua, aguas negras, u otro líquido en reposo, en el periodo razonable. Tal periodo se considera, aunque arbitrariamente, igual a una hora.

**Tanque Dosificador.-** Un tanque al que se introducen aguas negras parcialmente tratadas, en cantidad determinada y del cual son descargadas después, en la proporción que sea necesaria, para el subsecuente tratamiento.

**Tanque Séptico.-** Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas

negras que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

**a) Tratamiento Primario.-** Proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos.

**b) Tratamiento Secundario.-** Tratamiento donde la descomposición de los sólidos restantes es hecha por organismos aeróbicos, este tratamiento se realiza mediante campos de percolación o pozos.

**Trampas de Grasa.-** El proceso de separa la grasa flotante o espuma, de la superficie de un tanque séptico. NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007).

### **2.13.2. Capítulo II: Diseño de tanques sépticos**

#### **Artículo 5°.- generalidades**

**a)** El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación que necesariamente se instalan a continuación.

**b)** Los tanques sépticos solo se permitirán en las zonas rurales o urbanas en las que no existen redes de alcantarillado, o ésta se encuentren tan alejadas, como para justificar su instalación.

c) En las edificaciones en las que se proyectan tanques sépticos y sistemas de zanjas de percolación, pozos de absorción o similares, requerirán, como requisito primordial y básico, suficiente área para asegurar el normal funcionamiento de los tanques durante varios años, sin crear problemas de salud pública, a juicio de las autoridades sanitarias correspondientes.

d) No se permitirá la descarga directa de aguas residuales a un sistema de absorción

e) El afluente de los tanques sépticos deberá sustentar el dimensionamiento del sistema de absorción de sus efluentes, en base a la presentación de los resultados del test de percolación. NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007).

#### **Artículo 6°.- tiempo de retención**

NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007). El período de retención hidráulico en los tanques sépticos será estimado mediante la siguiente fórmula:

$$PR = 1,5 - 0,3 \cdot \text{Log}(P \cdot q)$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica, en días

P = Población servida

$q$  = Caudal de aporte unitario de aguas residuales, Lt/habitante.día.

El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.

### **Artículo 7°.- volumen del tanque séptico**

a) El volumen requerido para la sedimentación  $V_s$ , en  $m^3$  se calcula mediante la fórmula:

$$V_s = 10^{-3} (P.q) P.R$$

b) Se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos ( $V_d$ , en  $m^3$ ) basado en un requerimiento anual de 70 litros por persona que se calculará mediante la fórmula:

$$V_d = 70 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$$

Donde,

$N$  : Es el intervalo deseado; en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

El tiempo mínimo de remoción de lodos es de 1 año. NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007)

### **Artículo 8°.- dimensiones**

a) Profundidad máxima de espuma sumergida ( $H_e$ , en m)

Se debe considerar un volumen de almacenamiento de natas y espumas, la profundidad máxima de espuma sumergida ( $H_e$ , en m) en el es una función del área superficial del tanque séptico ( $A$ , en  $m^2$ ), y se calcula mediante la ecuación.

$$H_e = \frac{0,7}{A}$$

Donde,

A: área superficial del tanque séptico, en m<sup>2</sup>

b) Debe existir una profundidad mínima aceptable de la zona de sedimentación que se denomina profundidad de espacio libre (Hs, en m) y comprende la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad libre de lodos.

c) La profundidad libre de espuma sumergida es la distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida del tanque séptico (Hes) y debe tener un valor mínimo de 0,1 m.

d) La profundidad libre de lodo es la distancia entre la parte superior de la capa de lodo y el nivel inferior de la Tee o cortina del dispositivo de salida, su valor (Ho, en m) se relaciona al área superficial del tanque séptico y se calcula mediante la fórmula:

$$H_o = 0,82 - 0,26 \cdot A$$

Donde,

Ho, está sujeto a un valor mínimo de 0,3 m

e) La profundidad de espacio libre (HI) debe seleccionarse comparando la profundidad del espacio libre mínimo total calculado como (0,1 + Ho) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (Hs), se elige la mayor profundidad.

$$H_s = \frac{V_s}{A}$$

**f)** La profundidad total efectiva es la suma de la profundidad de digestión y almacenamiento de lodos ( $H_d = V_d/A$ ), la profundidad del espacio libre ( $H_l$ ) y la profundidad máxima de las espumas sumergidas ( $H_e$ ).

La profundidad total efectiva:  $H_d + H_l + H_e$

**g)** En todo tanque séptico habrá una cámara de aire de por lo menos 0,3 m de altura libre entre el nivel superior de las natas espumas y la parte inferior de la losa de techo.

**h)** Cuando en la aplicación de las fórmulas de diseño se obtenga un volumen menor a 3 m<sup>3</sup>, la capacidad total mínima se considera en 3 m<sup>3</sup>.

**i)** Para mejorar la calidad de los efluentes, los tanques sépticos, podrán subdividirse en 2 o más cámaras. No obstante se podrán aceptar tanques de una sola cámara cuando la capacidad total del tanque séptico no sea superior a los 5 m<sup>3</sup>.

**j)** Ningún tanque séptico se diseñará para un caudal superior a los 20 m<sup>3</sup>/día. Cuando el volumen de líquidos a tratar en un día sea superior a los 20 m<sup>3</sup> se buscará otra solución. No se permitirá para estas condiciones el uso de tanques sépticos en paralelo.



k) Cuando el tanque séptico tenga 2 o más cámaras, la primera tendrá una capacidad de por lo menos 50 % de la capacidad útil total.

l) La relación entre el largo y el ancho del tanque séptico será como mínimo de 2:1 NORMA TÉCNICA I.S. 020.(2007).

#### **2.14. Lagunas de Oxidación – Garantía de la calidad del tratamiento**

Se sabe que las lagunas de estabilización son uno de los procesos más eficientes que existen para el tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. Mientras tanto, las lagunas de estabilización por ser consideradas uno de los sistemas de tratamiento de aguas residuales más sencillos que se conocen, tanto operacionales como constructivos, tienen generalmente sus actividades de operación y mantenimiento despreciado.

Estos sistemas comprenden los siguientes procesos:

- Sistemas de lagunas de estabilización, compuesto de lagunas anaerobias, Facultativa y de maduración, en serie;
- Sistema de lagunas aireadas mecánicamente, compuesto de lagunas aireadas facultativas y de maduración, en serie;
- Sistema de zanjas de oxidación, compuesto de zanjas de oxidación, decantadores secundarios y lechos de secado de lodos;
- Sistema de filtración biológica, compuesto de decantadores primarios y secundarios, filtros biológicos, digestores y lechos de secado de lodos.

Las lagunas de estabilización tienen una ventaja enorme sobre los sistemas de tratamiento convencionales (lodos activados y sus variaciones, filtros de escurrimiento, etc.), con relación a la reducción de coliformes fecales y huevos de helmintos. La Organización Mundial de la Salud, OMS (1989) y Mara & Cairncros, (1989), recomiendan que para irrigación irrestricta, los efluentes de las aguas residuales deben contener:

- 1 huevo de nemátodos intestinales por litro (media aritmética, número de huevos por litro) para: riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos y riego de cultivos de cereales industriales y forrajeros, praderas yerbales.

- 1000 coliformes fecales por 100 ml (media geométrica, número de CF/100 ml) para: riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte y parques públicos.

Los sistemas de tratamiento convencionales tienen una baja reducción de organismos patógenos. Esta reducción está comprendida entre 90 a 99 % apenas.

Las aguas residuales domésticas crudas tienen 10<sup>7</sup> a 10<sup>8</sup> CF/100 ml. Admitiéndose una reducción de coliformes fecales del efluente igual a 99 % (valor máximo), el valor de salida estará comprendido entre 10<sup>5</sup> a 10<sup>6</sup> CF/100 ml. Por lo tanto, una remoción de 99 % de coliformes fecales es prácticamente nula. Los sistemas de lagunas de estabilización tienen elevada reducción de organismos patógenos:

- Hasta 6 unidades logarítmicas para remoción de bacterias fecales;
- Hasta 4 unidades logarítmicas para remoción de virus fecales;

- Remoción total (100 %) de huevos de helmintos y quistes de protozoarios.

Admitiéndose una reducción de coliformes fecales del efluente de 99,999%, el valor de salida estará comprendido entre 102 a 103 CF/100 ml. Por lo tanto, las lagunas de estabilización tienen una excelente remoción de coliformes fecales. MENDONÇA, *etal.*,(1990).

## **2.15. Microrelleno sanitario**

Un microrelleno es básicamente un agujero en el suelo. Un agujero de 1 m. de ancho x 1 m. de largo x 1 m. de profundidad, puede servir aproximadamente de 2 a 3 años para una familia o 1 año para 2 a 3 familias. Si se depositan desechos orgánicos, la vida útil del agujero se reduciría mucho. Para mayor protección ambiental hay que asegurar que: La distancia desde el fondo del agujero al nivel del agua subterránea sea como mínimo de 10 metros. La distancia a ríos y lagos sea mayor de 200 metros La distancia a pozos sea mayor de 50 metros CESTA (2003).

### **2.15.1. Relleno sanitario manual**

En este apartado se trata de los componentes más importantes en el proceso de planificar un relleno sanitario manual. Estos elementos son:

- Selección de terreno
- Selección de método
- Operación y mantenimiento
- Clausura del botadero existente

### **2.15.2. Selección del terreno**

La selección de un terreno adecuado para el relleno es de gran importancia. Después de una evaluación para determinar el área necesaria (la duración mínima proyectada para la vida útil del relleno sanitario) se puede iniciar la búsqueda de un terreno. Hay que tomar en cuenta una serie de factores hidrogeológicos, topográficos, climatológicos, de conservación natural y social, en la que será necesario contar con especialistas adecuados. Se recomienda dividir el proceso de selección en dos fases. Primero, se eligen 3 ó 4 terrenos adecuados y posteriormente se realizan análisis comparativos de los sitios potenciales con el fin de poder elegir el mejor lugar. Para elegir el terreno, hay que considerar los siguientes factores:

### **2.15.3. Localización:**

- Distancia de comunidades y viviendas.
- Distancia del centro de la ciudad. Esta debe ser lo más corta posible.

### **2.15.4. Vías de acceso:**

- Distancia de vías principales

### **2.15.5. Condiciones hidrogeológicas:**

- Distancia de nacimientos, ríos y quebradas, etc.
- Distancia con el manto subterráneo o agua que sirve de abastecimiento.
- Distancia de pozos de agua de utilización comunitaria o individual.

- Características hidrogeológicas (Profundidad y flujo del manto freático o aguas subterráneas, etc.)

#### **2.15.6. Vida útil del terreno:**

- La capacidad del terreno debe ser lo suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (más de 5 años).

#### **2.15.7. Material de cobertura:**

- El terreno debe tener disponibilidad de material de cobertura. Este punto es sumamente importante.

#### **2.15.8. Conservación de los recursos naturales:**

- Principalmente el agua, la flora y la fauna.

#### **2.15.9. Condiciones climáticas:**

- Debe tomarse en cuenta la dirección predominante del viento.

#### **2.15.10. Método de zanjas**

Este método se utiliza en terrenos planos. Se excavan zanjas, por ejemplo, de 50 a 200 metros de largo, 4-6 m de ancho y 2-3 m de profundidad. La tierra excavada sirve de material de cobertura. Para evitar inundaciones durante la época de lluvia, es necesario construir canales perimetrales para capturar esta agua y desviarla.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación política del balneario La Alcantarilla**

En la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, Perú.

##### **3.1.2. Institución donde se realizó**

Se desarrolló en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de Tingo María.

#### **3.2. Materiales y equipos**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, se utilizaron diferentes equipos, entre ellos destacamos a Cámara de Flujo Laminar, Espectrofotómetro de absorción atómica y GPS.

### **3.3. Unidad experimental**

Muestras de agua recolectadas del balneario Alcantarilla y la quebrada puente Pérez, una vez por mes desde abril a al mes de agosto del 2008.

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Georeferenciación de la microcuenca**

Durante el primer mes se realizó la georeferenciación del balneario, para la ubicación correcta de la microcuenca, utilizando equipo de sistema de posicionamiento global (GPS), fotografías satelitales y aéreas y Carta Nacional.

#### **3.4.2. Determinación de la contaminación**

Se tomaron muestras de aguas en un volumen de 1000 ml en recipientes apropiados estériles, en una distancia comprendida entre el Recreo El Ensueño y el Balneario La Alcantarilla, para la comprobación del grado de contaminación. Se tomaron 10 muestras, cada muestra se tomó de forma espaciada y uniforme hasta aproximadamente 30 cm por debajo de la superficie del agua a lo largo del cauce de las aguas del balneario según lo recomendado por la U.S.Geogical Survey (2000) y fueron procesadas inmediatamente en el laboratorio para la

comprobación de la presencia de indicadores microbiológicos y fisicoquímicos.

### **3.4.3. Determinación de aforos**

Se realizó la toma de caudales para una mejor referencia del volumen de las aguas que discurren por el balneario, esto con el fin de conocer la cantidad de sedimentos que varían según sea el caudal mayor o menor, se ejecutó mediante el método de aforo con flotadores y de manera diaria a las 14:00 horas, según la metodología descrita por CHAVEZ (1994).

### **3.4.4. Indicadores de calidad del agua**

#### **3.4.4.1. Indicadores biológicos**

##### **a) Coliformes fecales (NMP)**

Se trabajó con caldo BRILA realizándose la técnica del Número Más Probable con serie de tres tubos.

Se distribuyó el medio en 45 tubos de ensayo de 20 x 160 mm, conteniendo en su interior un tubito de Durham, y se llevó a incubación por 24 horas, al término de las cuáles se realizó la lectura respectiva (REFAI, 1981; APHWA, 1999).



### **b) Enumeración de microorganismos aerobios viables totales**

Se llevó a cabo sobre Agar Plate Count previas diluciones decimales de las muestras las cuáles se sembraron y se llevaron a incubación por 24 a 48 horas para la determinación de los microorganismos mesófilos viables totales (REFAI, 1981; APHWA, 1999).

### **c) Investigación de la presencia de Salmonellas**

Se prepararon matraces conteniendo 225 ml de Caldo Lactosa sobre los cuáles se sembraron 25 ml de la muestra de agua en proceso, la cual se incubó a 37° C por 48 horas.

Se prepararon asimismo medios de enriquecimiento, el Caldo Tetrionato y Caldo Cistina-Selenito en matraces conteniendo cada uno un volumen de 50 ml ya sea de uno u otro medio. Se les agregó 10 ml del Caldo Lactosa sembrado previamente con las muestras de agua y se los incubó de 24 a 48 horas a una temperatura de 44.5° C.

Al término de la etapa de enriquecimiento se procedió a sembrar sobre placas con Agar SS y Agar Verde Brillante una alícuota de los medios de enriquecimiento mantenidos en incubación, se llevaron a 44.5 °C por 24 horas para detectar desarrollo de Salmonellas (REFAI, 1981; APHWA, 1999).

**d) Investigación de la presencia *Vibrio cholerae***

Se utilizaron placas conteniendo Agar TCBS, y se llevaron a incubación a 37° C por 48 horas, al término de las cuales se detectarían las colonias compatibles con las características de la bacteria buscada (REFAI, 1981; APHWA, 1999).

**e) Investigación de estafilococos patógenos**

Se sembraron muestras de agua previamente diluidas sobre placas con Agar Baird Parker distribuyéndolo en placas petri e incubándolas a 37° C por 48 horas. Al término de la incubación se detectaría la presencia de colonias de estafilococos.

**f) Investigación de la presencia de *Streptococcus faecalis***

Se preparó Agar Sangre-Azida de Parker y se distribuyó en placas sobre las cuáles se sembraron la muestra de agua en estudio y se llevaron a incubación por 72 horas a 37 °C(REFAI, 1981; APHWA, 1999).

**g) Enumeración de mohos y levaduras**

Se sembraron las muestras de agua, previa dilución decimal, sobre Medio Sabouraud Glucosa al 4 % llevándolas a incubación por una

semana a temperatura ambiente, para la determinación de la enumeración de especies de fungi (REFAI, 1981; APHWA, 1999).

**h) Investigación de la presencia de criptosporidios  
(*Cryptosporidium parvum*)**

Se utilizó el método según VENTURINI et Al., (2006) para lo cual se tomaron 10 ml de muestra de agua, se centrifugó a 3500 rpm por 15 minutos, se eliminó el sobrenadante y con el sedimento se realizó un frotis en laminas portaobjetos coloreándolas con fuccina básica por 5 minutos y posteriormente teñidos con azul de metileno por 5 minutos. La observación se realizó en el microscopio con objetivo de inmersión.

**i) Investigación de la presencia de amebas patógenas  
(*Acanthamoeba sp, Naegleria fowleri*)**

Para este análisis se procedió a tomar 10 ml de muestra de agua, se centrifugó a 3500 rpm por 15 minutos y con la sedimentación se realizó un frotis en láminas portaobjetos, se realizó coloración con azul de metileno por 5 minutos, observándose en el microscopio con mayor aumento e inmersión GOSWICK and BRENNER, (2003).

### **3.4.4.2. Indicadores Fisicoquímicos**

#### **a) Determinación de Dureza**

La dureza se determinó por medio del método N° 2340 APHWA, (1992) en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

#### **b) Reacción (pH)**

Se realizó la medición del pH, inmediatamente de ser recolectada la muestra de agua y llevada al laboratorio, con el pHchímetro marca Extech U.S. GEOLOGICAL SURVEY ,(2000).

#### **c) Partículas sólidas disueltas o suspendidas**

La determinación de las partículas sólidas disueltas de las muestras fueron realizadas en el Laboratorio de Química por el método N° 2540 APHWA, (1992).

#### **d) Determinación de iones o sales minerales**

Para la determinación de los iones: sodio, cobre, potasio, fósforo, fierro, manganeso, magnesio y calcio, se utilizó el equipo espectrofotómetro de absorción atómica del Laboratorio de Espectrofotometría de la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, fue realizada por el personal técnico especializada del laboratorio.

El plomo se determinó por los métodos cualitativos utilizando ácido sulfúrico concentrado y bicromato de potasio al 10 % en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

**e) Oxígeno disuelto**

La determinación del oxígeno disuelto, se realizó in situ con los reactivos del HACH, U.S. GEOLOGICAL SURVEY, (2000).

**f) Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La determinación de DBO se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, con los reactivos del HACH basado en la técnica de Winkler (HACH, 1997) U.S. GEOLOGICAL SURVEY, (2000).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Niveles de Contaminación

En el cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis microbiológicos de las 10 muestras de agua procesadas de la Quebrada Puente Pérez y del Balneario de La Alcantarilla, en los que resaltan la presencia de *Naegleria sp.*, una ameba patógena que podría causar problemas neurológicos así como de *Cryptosporidium parvum*, esporozoo patógeno oportunista generalmente de las vías respiratorias. Asimismo las especies indicadoras bacterianas como coliformes totales, estafilococos, estreptococos y salmonella, e indicadores fungi, se encuentran en cantidades que superan los límites biológicos permisibles (Anexo B, cuadro 11).

Cuadro 4. Promedio de los indicadores biológicos encontrados en el Balneario La Alcantarilla, durante cinco meses.

Muestra	NMP mo/mL	NMAV $\times 10^3$	Staf $\times 10^3$	Streptoc. $\times 10^3$	NML $\times 10^3$	Vibrio	Salmonella	Criptosp..	Naegleria
M1	328	61.6	48.6	102	2.8	Ausencia	Presencia	negativo	negativo
M2	372	28.2	68.4	68	0.8	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M3	249	123	87.8	11	3.2	Ausencia	Presencia	positivo	negativo
M4	222	4.6	103	11	3.6	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M5	804	11.4	27	26	1.8	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M6	234	64.4	53	19	2	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M7	612	105	51.4	13	2	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M8	736	81.8	88.6	98	1.4	Ausencia	Presencia	negativo	positivo
M9	1270	145.8	11.2	78	5	Ausencia	Presencia	negativo	negativo
M10	588	57.4	19.2	22	2.6	Ausencia	Presencia	negativo	negativo

En la Figura 4, se indican en forma fraccionada los niveles porcentuales, de los diferentes microorganismos encontrados en las muestras de aguas procesadas de la Quebrada puente Pérez y el Balneario de La Alcantarilla, sobresaliendo un 60 % para *Naegleria sp.*

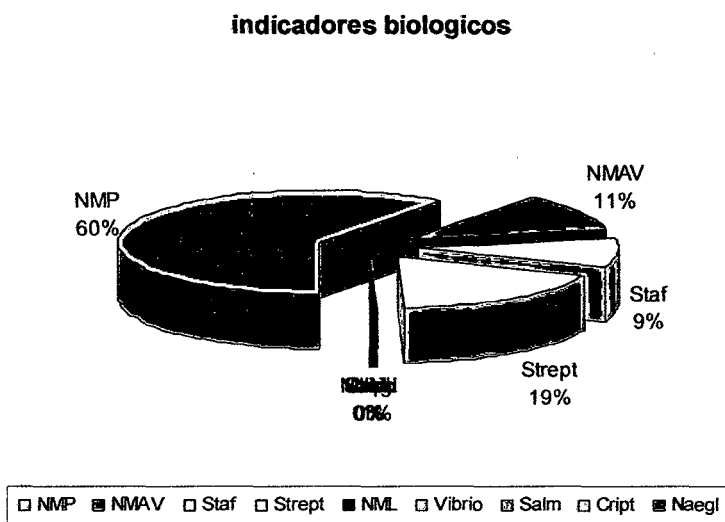


Figura 4. Porcentaje de microorganismos encontrados en aguas de la Quebrada Puente Pérez y el Balneario La Alcantarilla.

Los resultados de los análisis indicadores de las muestras de agua se presentan en el Cuadro 5, donde se puede apreciar desde el punto de vista de límites para aguas de uso recreacional, la dureza esta elevada, manteniéndose los otros cuatro parámetros dentro de lo permisible.

Cuadro 5. Análisis físico - químico

MUESTRAS	Dureza ppm	SDS ppm	pH	Temp °C	Conduc. elec. ( $\mu$ )
M1	198.878	290.6	7.262	25	0.3
M2	200.106	272.6	7.27	25	0.27
M3	199.842	288.6	7.29	25	0.256
M4	201.718	313.6	7.148	25	0.318
M5	204.438	312.8	7.24	25	0.32
M6	190.91	493.2	7.704	25	0.254
M7	182.864	304.4	7.878	25	0.254
M8	197.82	273.2	7.782	25	0.278
M9	189.148	280	7.546	25	0.276
M10	205.146	319	7.536	25	0.274

Los valores porcentuales de los parámetros resultantes de los análisis físico-químico se muestran en la Figura 5.

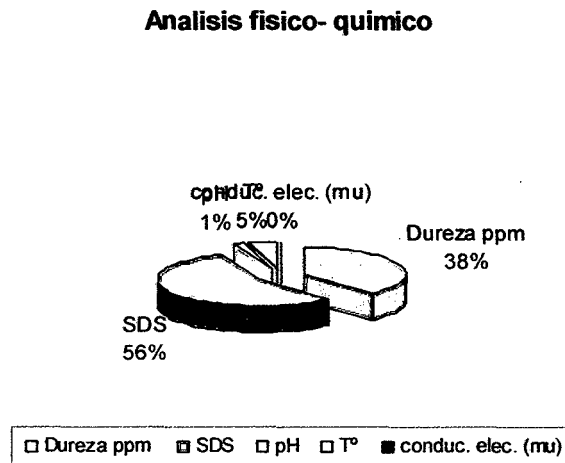


Figura 5. Porcentaje de factores físico - químico encontrados en la Quebrada Puente Pérez y el balneario La Alcantarilla.



Con respecto a la concentraciones de minerales en las muestras procesadas, en el Cuadro 6, se anotan los resultados promedio de los principales iones y/o sales minerales detectados, en los cuáles distinguimos que la muestra 1 presenta una cantidad de cobre (0.04 ppm) sobre el límite permisible así como también la muestra 9 manifiesta una concentración elevada (0.6 ppm) de hierro.

Cuadro 6. Promedio de la determinación de iones o sales minerales durante cinco meses

MUESTRA	Na ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
1	67,2	0,04	0,01	0,01	0,14	17,6	43	12
2	17	0	0,01	0	0,13	16	26	3
3	53	0	0	0,01	0,21	12,9	38	7
4	4,7	0,03	0,01	0	0,18	15,1	37	5
5	5,14	0,02	0	0	0,14	13,3	46	5
6	2,1	0,01	0	0	0,158	14,8	41	5
7	3,6	0,01	0,03	0,01	0,11	14,5	62	7
8	2,7	0,01	0,02	0,01	0,15	13,8	45	6
9	21	0	0,05	0	0,6	13,7	56	10
10	33	0	0,01	0,02	0,18	13,9	45	5

Refiriéndonos a la determinación de oxígeno y a la demanda bioquímica del mismo elemento, las muestras de agua procesadas han mostrado estar dentro de los límites aceptables para aguas de uso recreacional y de ríos de la selva (anexo A), los resultados se anotan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados de la determinación de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno.

MUESTRA	OD mg/L.	DBO mg/L
1	7,04	3,34
2	8,47	2,79
3	10,01	3,74
4	8,58	2,26
5	8,58	3,6
6	9,13	3,1
7	9,68	3,16
8	11,22	3,72
9	9,46	4,12
10	7,37	4

#### 4.2. Relación entre la variación del caudal y los niveles de contaminación

El caudal medido diariamente durante los cinco meses se ha mantenido en cifras constantes con ligeras variaciones, las que se anotan en el Cuadro 8, y se aprecia su conducta en las Figuras 6 a 10.

Cuadro 8. Caudales Promedio Diarios abril –agosto 2008 de la Quebrada Puente Pérez.

FECHAS	CAUDAL	FECHAS	CAUDAL	FECHAS	CAUDAL	FECHAS	CAUDAL	FECHAS	CAUDAL
26/04/2008	7,78	01/05/2008	7,77	01/06/2008	8,2	01/07/2008	5,77	01/08/2008	6,34
27/04/2008	6,78	02/05/2008	7,35	02/06/2008	8,33	02/07/2008	6,49	02/08/2008	6,19
28/04/2008	6,78	03/05/2008	7,79	03/06/2008	6,92	03/07/2008	6,35	03/08/2008	5,91
29/04/2008	6,63	04/05/2008	7,06	04/06/2008	6,33	04/07/2008	6,49	04/08/2008	5,48
30/04/2008	7,35	05/05/2008	7,64	05/06/2008	7,07	05/07/2008	6,34	05/08/2008	5,05
		06/05/2008	7,65	06/06/2008	6,78	06/07/2008	6,2	06/08/2008	5,48
		07/05/2008	7,35	07/06/2008	6,06	07/07/2008	6,2	07/08/2008	6,78
		08/05/2008	7,06	08/06/2008	7,2	08/07/2008	6,19	08/08/2008	5,34
		09/05/2008	7,49	09/06/2008	7,06	09/07/2008	6,05	09/08/2008	6,06
		10/05/2008	7,36	10/06/2008	8,33	10/07/2008	6,06	10/08/2008	6,78
		11/05/2008	6,49	11/06/2008	5,64	11/07/2008	7,06	11/08/2008	7,35
		12/05/2008	6,49	12/06/2008	6,21	12/07/2008	7,06	12/08/2008	6,63
		13/05/2008	6,64	13/06/2008	6,77	13/07/2008	7,63	13/08/2008	7,36
		14/05/2008	10,32	14/06/2008	7,63	14/07/2008	8,49	14/08/2008	6,49
		15/05/2008	8,19	15/06/2008	8,48	15/07/2008	6,91	15/08/2008	6,64
		16/05/2008	8,33	16/06/2008	8,76	16/07/2008	6,34	16/08/2008	5,64
		17/05/2008	6,48	17/06/2008	6,92	17/07/2008	8,20	17/08/2008	6,93
		18/05/2008	9,07	18/06/2008	6,92	18/07/2008	8,34	18/08/2008	6,35
		19/05/2008	8,35	19/06/2008	6,92	19/07/2008	9,07	19/08/2008	5,78
		20/05/2008	6,49	20/06/2008	7,77	20/07/2008	7,77	20/08/2008	5,49
		21/05/2008	6,21	21/06/2008	7,76	21/07/2008	8,05	21/08/2008	5,20
		22/05/2008	6,5	22/06/2008	6,91	22/07/2008	7,62	22/08/2008	5,49
		23/05/2008	6,2	23/06/2008	7,47	23/07/2008	7,63	23/08/2008	5,63
		24/05/2008	6,35	24/06/2008	6,34	24/07/2008	7,2	24/08/2008	6,35
		25/05/2008	6,5	25/06/2008	6,06	25/07/2008	7,2	25/08/2008	5,78
		26/05/2008	6,78	26/06/2008	6,2	26/07/2008	7,49	26/08/2008	5,92

---

	27/05/2008	7,06	27/06/2008	6,2	27/07/2008	7,2	27/08/2008	6,78	
	28/05/2008	6,63	28/06/2008	5,92	28/07/2008	6,77	28/08/2008	7,06	
	29/05/2008	8,05	29/06/2008	6,49	29/07/2008	6,34	29/08/2008	7,34	
	30/05/2008	7,63	30/06/2008	6,2	30/07/2008	7,05	30/08/2008	8,49	
	31/05/2008	6,34			31/07/2008	6,48	31/08/2008	8,06	
PROMEDIO	7,064	PROMEDIO	7,278	PROMEDIO	6,995	PROMEDIO	7,034	PROMEDIO	6,328

---

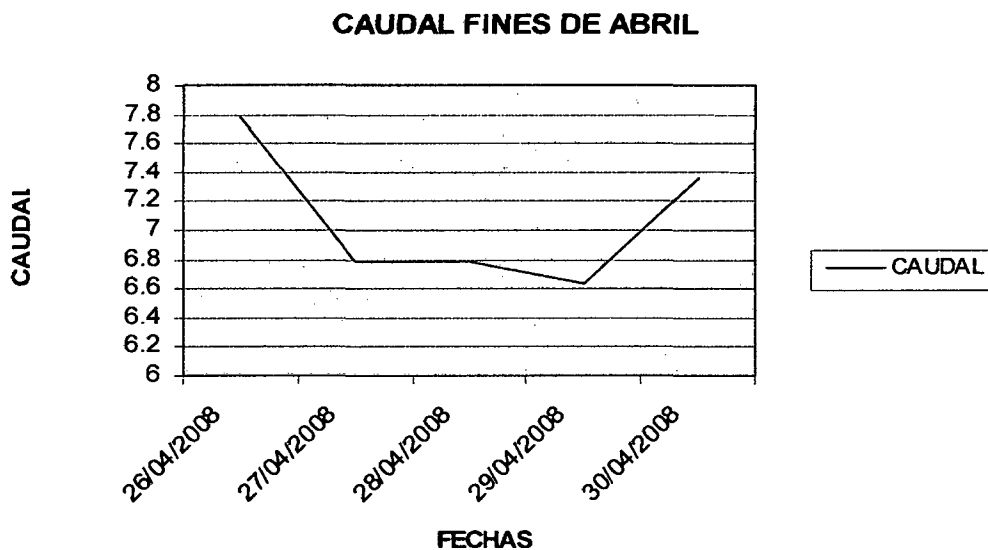


Figura 6. Caudal de la Quebrada Puente Pérez abril 2008.

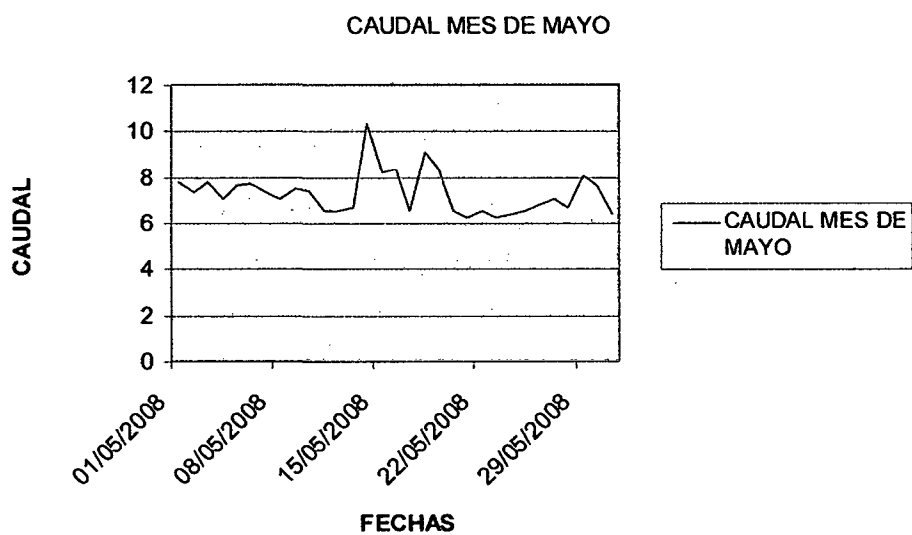


Figura 7. Caudal de la Quebrada Puente Pérez mayo 2008.

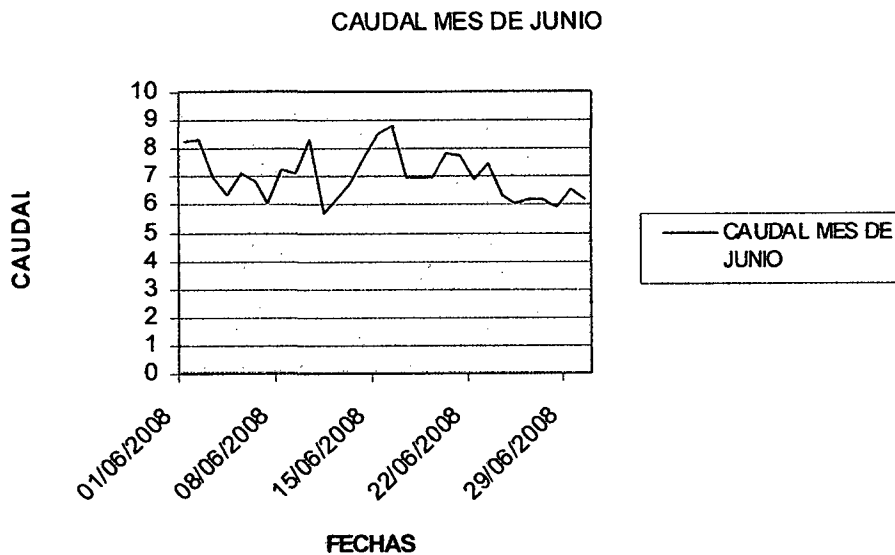


Figura 8. Caudal de la Quebrada Puente Pérez junio 2008.

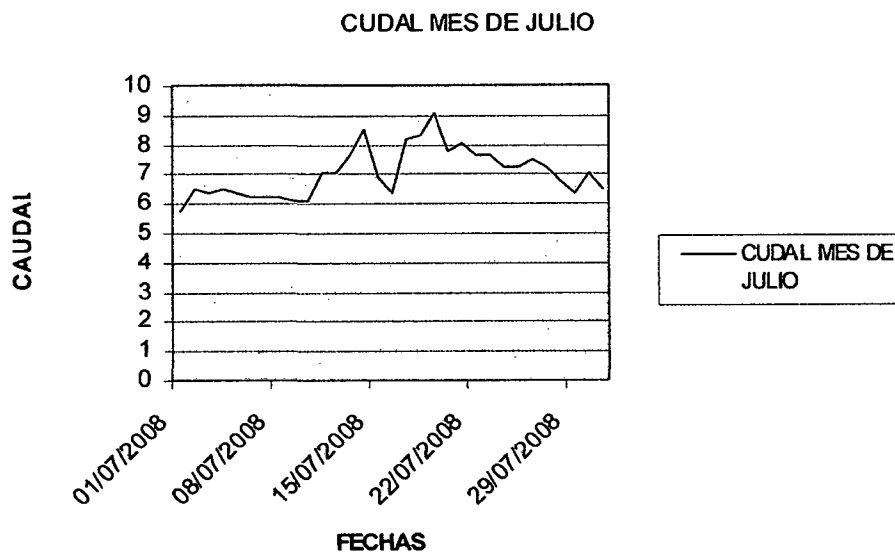


Figura 9. Caudal de la Quebrada Puente Pérez julio 2008

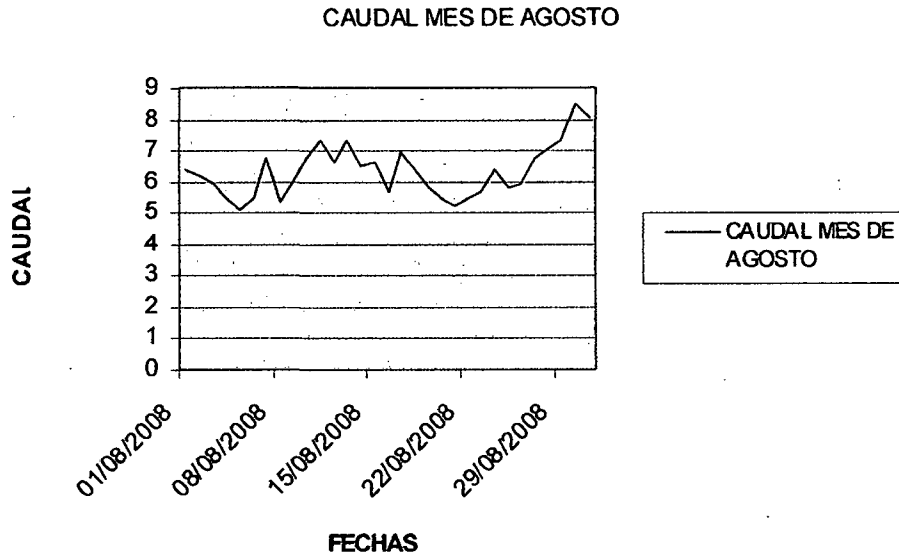


Figura 10. Caudal de la Quebrada Puente Pérez agosto 2008.

Respecto a los caudales, no se encontró relación entre la variación del caudal y la variación de los niveles de contaminación debido a que los caudales obtenidos no muestran significativa variación esto posiblemente se deba a la época en que los caudales fueron tomados (época de estiaje).

#### **4.3. Causas de la contaminación de las aguas de la quebrada puente Pérez**

En el cuadro 9, se presentan los caudales de aguas residuales que del Recreo "El Ensueño", desagüe de baños, dos viviendas (letrinas) y dos chancherías vierten directamente a la quebrada en estudio.

Cuadro 9. Caudal de aguas residuales arrojadas directamente a la Quebrada Puente Pérez.

Desagües	Caudal de aguas residuales m <sup>3</sup> /día
Recreo El Ensueño	37.5
chanchería 1	3.6
chanchería 2	2.59
Vivienda	1.80
Desagüe de baños	2.70

#### 4.4. Planteamiento de Propuesta de método correctivo

El planteamiento de propuestas se da con la finalidad de que las aguas residuales que desaguan los recreos, viviendas, chancherías, etc. a la quebrada Puente Pérez, reciban, en el corto plazo, el correspondiente tratamiento, antes de que se depositen en el curso natural, y así poder disminuir la contaminación que actualmente están causando en la zona, como se encuentra demostrado en los cuadros y figuras del ítem 4.1 del presente trabajo.

##### 4.4.1.-Metodo correctivo para aguas servidas:

- construcción de tanques sépticos.
- construcción de pozos de precolación.

##### a) Recreo “El Ensueño”

- Caudal evacuado: 37.5 m<sup>3</sup>/día
- Número de pozos de percolación: 2
- Tamaño tanque séptico: 42 m<sup>3</sup>



(Ver diseño y detalles de tanque séptico y pozos de percolación en anexos D).

**b) Baños.**

- Caudal: 2.70 m<sup>3</sup>/día
- Tamaño tanque séptico: 3.15 m<sup>3</sup>
- Número de pozos de percolación: 1
- Limpieza de los tanques sépticos: Cada seis meses.

**c) Desague de las viviendas**

- Número de pozos sépticos: 1 (ver anexos D).
- Charlas concientización a los habitantes de alrededores a la fuente de agua Quebrada Puente Pérez.

**d) De las chancherías**

- En el largo plazo su reubicación.
- En el corto plazo: Tratamiento de aguas servidas mediante la construcción de un pozo séptico (ver anexos D).

**4.4.2.- Métodos correctivos para el tratamiento de la basura:**

- Realizar la construcción de un relleno sanitario/ botadero en zonas alejadas del balneario para la basura que cada habitante arroje por día para los habitantes cercanos a la fuente de agua.
- Tamaño de de zanja para micro relleno: 200 m<sup>3</sup>
- Distancia del cauce de agua: 200 m.

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Niveles de contaminación**

Las aguas del Balneario La Alcantarilla a pesar de presentar indicadores físico – químicos dentro de los límites permisibles para el uso recreacional y aparentar ser apta para este uso, no se las pueden considerar de esta manera puesto que la calidad del agua se aprecia luego de realizar los análisis biológicos, los que en este caso, estuvieron fuera de lo normal. En este sentido el autor GONZALES Y GUTIERREZ (2005), refieren que la calidad de agua es determinada con tan solo advertir que uno de los indicadores de calidad sin importar su naturaleza (físico – química o biológica) se encuentren dentro de los límites aceptables.

Con referencia a la presencia de organismos indicadores de contaminación biológica y de patógenos, los resultados obtenidos coinciden con U. S. GEOLOGICAL SURVEY (2000) que establece que las bacterias fecales indicadoras se usan para evaluar la calidad del agua debido a que normalmente no causan enfermedad pero están correlacionadas con la presencia de varios organismos que transmiten enfermedades a través del agua (patógenos). Los resultados fueron obtenidos en 10 muestras de aguas tomadas por mes; en cuanto a coliformes fecales en un promedio de 541.52 m o/ml nos indicarían la

existencia de patógenos causantes de diversas enfermedades considerando lo reportado por GONZÁLES y GUTIERREZ (2005), quienes afirman que en más de 5 muestras tomadas en un período de 30 días el límite de coliformes no debería exceder a 400 m o/100 ml, en masas de aguas interiores.

Nuestros resultados coincidentes con los autores mencionados pueden fundamentarse en que las riberas u orillas de las quebradas, donde se obtuvieron las muestras, son depósitos de residuos orgánicos y de desechos del metabolismo animal, pues en esos lugares existen criaderos rudimentarios de cerdos, viviendas precarias y letrinas.

Los resultados de la presencia de enterococos con una cifra promedio de  $44.8 \times 10^3/\text{mL}$  no es concordante con lo encontrado por MONTIEL DE MORALES *etal* (2005) en aguas recreacional de laguna (Venezuela) con valores de 10 a  $10^4/\text{ml}$ , sumamente más bajas. En cuanto a la determinación de coliformes totales y fecales, los resultados de MORALES *etal* (2005) muestran una cifra de 400 m o/100 ml aproximadamente de coliformes totales y para coliformes fecales > de 3 m o/100 ml, en tanto en nuestro estudio se encontró en promedio una cifra muy superior 541.52 m o./ml.

Estos resultados tan disímiles posiblemente se deban a que las aguas de una laguna son de características lénticas debido al poco movimiento de sus aguas, además no existen en sus riberas asentamientos

domiciliarios ni porquerizas como si lo hay en las zonas de nuestro estudio, además hay que acotar que cerca a la fuente de agua que abastece al Balneario La Alcantarilla están los recreos El Ensueño y Los Delfines, cuyos desechos son arrojados directamente a la quebrada Puente Pérez.

Con respecto a la presencia de *Salmonella* en todas las muestras de agua, nos sugiere que estas agua están contaminadas con material fecal provenientes, de las porquerizas y de las viviendas precarias que se encuentran asentadas en las riberas de la quebrada Puente Pérez, la presencia de *Salmonella* en aguas de uso recreacional no está permitido según los estándares Internacionales (DIGESA, 2005). Nuestro reporte es totalmente distinto con respecto a lo encontrado por MONTIEL DE MORALES *etal.* (2005) quienes verificaron *Salmonella* en 3.05 % de las muestras procesadas de la Laguna Sinamaica (Venezuela), en tanto las aguas de la quebrada Puente Pérez manifiestan el 100 % de presencia a *Salmonella*.

En cuanto a la determinación de la presencia de *Naegleria sp.*, los resultados obtenidos difieren con los de CDC (2008) que nos indica que la *Naegleria fowleri* es una ameba patógena que se encuentra comúnmente en aguas dulces templadas y tierra, pero en nuestro caso la ubicación del balneario de estudio está en zona tropical por lo que la especie no necesariamente sería *Naegleria fowleri* sino otra, pero igualmente nos indicaría que tendría potencialidad patogénica por las características de género (CDC , 2008).

Para la determinación del protozoario *Cryptosporidium parvum*, en una muestra tomada cerca de donde se ubican las porquerizas, nos indica que este microorganismo está presente siempre cuando hay animales sin manejo adecuado, por lo que consideramos que el agua sería fuente de *Cryptosporidium parvum* así como lo refieren LEDESMA (2005), CALVO (2004), RODRIGUEZ (2000), manifestándose en individuos inmunológicamente normales como disenterías agudas fatales incrementándose en pacientes inmunológicamente deprimidos.

## **5.2. Caudal**

La medición del caudal durante la época del presente estudio se mantuvo entre 6.3 y 7.2 m<sup>3</sup>/seg. Representando un caudal moderado debido a la escasez de precipitación pluvial. El caudal no ha tomado influencia sobre la presencia de indicadores biológicos de calidad tal como lo demuestra la correlación efectuada (anexo B).

## **5.3. Causas de la Contaminación**

Con los resultados obtenidos podemos establecer que las aguas que alimentan al balneario La Alcantarilla, no tienen la calidad biológica requerida, puesto que en ellas encontramos un alta carga de microorganismos mesófilos aerobios viables ( $68.32 \times 10^3/\text{ml}$ ), estafilococos ( $55.82 \times 10^3/\text{ml}$ ), estreptococos fecales ( $44.8 \times 10^3/\text{ml}$ ) y fungi ( $2.52 \times 10^3/\text{ml}$ ), de igual manera cualitativamente encontramos presencia en la totalidad de muestras de Salmonella, aunque no se ha detectado *Vibrio cholerae* en ninguna muestra procesada. Con respecto a los protozoarios

patógenos, la determinación de *Cryptosporidium* ha sido en menor medida, mientras que la presencia de *Naegleria sp.*, ha sido tomada con preocupación debido a que se presenta en un 60 % (en 6 de 10 muestras).

Si comparamos aguas del balneario con lo especificado en La LEY DE AGUA (D.L. 17752) en la sección Protección del agua, Arts.100 al 110, donde hace hincapié en el resguardo que incluye la conservación y preservación de las fuentes de agua, argumentamos que por la presencia de protozoos patógenos es suficiente para considerar que las aguas del Balneario La Alcantarilla deben ser consideradas dentro de la categoría VI, es decir no aptas para el uso actual que se le está dando.

Este nivel de contaminación se debe a los volúmenes de aguas servidas directamente eliminados el recreo turístico, desagüe de baños y dos chancherías que desarrollan sus actividades a orillas de la Quebrada Puente Pérez, y al cercanía de dos letrinas de dos viviendas que se ubican en los alrededores de la misma Quebrada, contraviniendo lo dispuesto por el Capítulo I, Art 1 al 3 y Capítulo II, Art. 5 al 8 del Reglamento de Saneamiento. En el plano (anexos) se muestran los puntos de toma de muestras coincidentes con los puntos de ubicación de estas fuentes de contaminación de las aguas que alimentan al balneario.

De acuerdo a nuestros resultados podemos establecer que las aguas del balneario La Alcantarilla no son deben ser usadas para la

recreación, tal como se lo está haciendo actualmente pues no cumple con los requisitos establecidos por la Ley de Aguas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Las aguas que abastecen el Balneario La Alcantarilla, tienen coliformes totales (541.52 m o/ml), estreptococos ( $44.8 \times 10^3$ /ml), estafilococos ( $55.82 \times 10^3$ /ml), mesófilos aerobios viables ( $68.32 \times 10^3$ /ml), fungi ( $2.52 \times 10^3$ /ml) y presencia de salmonella en su totalidad, se encuentran fuera de los estándares internacionales para aguas de uso recreacional.
2. La determinación de *Naegleria sp.* en un 60 % y *Cryptosporidium parvum* (10 %) en las aguas indican la peligrosidad de estas para los usuarios del Balneario La Alcantarilla.
3. Los indicadores físicos - químicos y las sales minerales en las aguas están dentro de los límites aceptables para aguas cuyo uso es el recreacional, no constituyendo causal de contaminación.
4. Por el alto nivel de contaminación y la presencia de patógenos protozoos, estas aguas no son adecuadas para la recreación (nado, buceo, etc.) ni para consumo humano pudiendo ubicarlas en la categoría VI según el D.L. de Aguas N°17752.



5. La causa principal de la contaminación es la eliminación de basura y evacuación de aguas servidas hacia la fuente Quebrada puente Pérez que alimenta el balneario.
  
6. Las fuentes directas de contaminación deben instalar tanques sépticos y pozos de percolación, de las dimensiones recomendadas, para el tratamiento de sus aguas servidas, reubicar las letrinas a no menos de 20 m de la quebrada y construir un micro rellenos sanitarios para el tratamiento de la basura generada en la zona adyacente al Balneario.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1. Prohibir la presencia de bañistas en el balneario por los niveles de contaminación encontrados, mientras no se realice la implementación de las medidas de saneamiento sugeridas.**
- 2. Declarar en emergencia la zona donde se ubica el balneario a fin de implementar las medidas sugeridas en el presente trabajo, tales como la construcción de tanques sépticos y pozos de percolación para: los dos recreos, las viviendas y para las chancherías existentes.**
- 3. Determinar la correlación entre caudal y carga biológica contaminante por los menos durante dos años considerando épocas de precipitación y de estiaje.**
- 4. Considerar la reubicación de las porquerizas, letrinas y desagües de los recreos aledaños a la quebrada Puente Pérez.**
- 5. Solicitar una campaña sanitaria para detectar cuadros clínicos comprometidos por el uso de las aguas del Balneario.**

6. Concientizar a la población que desarrolla sus actividades y visitantes a éste Balneario a fin de propiciar el mantenimiento adecuado de las instalaciones a construir.

## VIII. ABSTRACT

The recess La Alcantarilla, has become one of the spas more converged in the city of Tingo María, it is visited so much on the part of the same population as for tourists and of the surroundings. With the purpose of determining the contamination of their waters carrying out biological and physical analysis - chemical through the taking of 10 samples, with five repetitions for sampling place. The obtained results show fecal coliformes in an average of 541.52 m.o/mL, 100% salmonella presence, 60% of Naegleria sp, 10% of Cryptosporidium sp, microorganisms viable aerobic mesófilos ( $68.32 \times 10^3/\text{mL}$ ), estafilococos ( $55.82 \times 10^3/\text{mL}$ ), fecal streptococci ( $44.8 \times 10^3/\text{mL}$ ) and fungí ( $2.52 \times 10^3/\text{mL}$ ), indicating the danger of the use of this water for recreation and human consumption.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA/AWWA/7WAB, 1999. *Metodos Estandares de Analisis de Agua*, American Public Health Amociation, N.W. Washington. USA. 1v

BARRIENTOS, Y., SUÁREZ, C., RUIZ, S., DEVIA, B., PERDOMO, Y., 2005. *Calidad Microbiológica Del Agua Y Riesgo Sanitario De Dos Acueductos Rurales En El Estado Vargas, Venezuela*. 85p.

BUDNICK, G.E., HOWARD, R.T., MAYO, D.R., 1996. *Appl Environ Microbiol*. 126p.

CALVO, M., CARAZO, M., ARIAS, M. L, CHAVES, C, MONGE, R, CHINCHILLA, M., 2004. *Prevalencia de Cyclospora sp., Cryptosporidium sp., microsporidos y determinación de coliformes fecales en frutas y vegetales frescos de consumo crudo en Costa Rica* Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud. 219 p.

CAMACHO, A. 2002. *Recomendaciones para la toma de muestras de agua, biota y sedimentos en humedales Ramsar*. Edita. Dirección General de Conservación de la Naturaleza (DGCN). Madrid, España. 58p.

CHAVEZ, D. R.1994. Hidrología para Ingeniero. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima, Perú. 75 p.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).2008.Parasitos en Agua.[Enlínea]:CDC,([http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/Naegleria/factsheet\\_naegleria.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/Naegleria/factsheet_naegleria.htm). 12set. 2008.)

CESTA, 2003. Rellenos sanitarios manuales y microrellenos, San salvador. 64 p.

COMBARRO M.P., SUEIRO R.A., ARAÚJO, M., PARDO, F., GARRIDO, M.J. 1993. *Microb SEM*. p.152 - 152

ELAGUA.2007.[Enlínea]:CEPIS,(<http://www.cepis.opsoms.org/bvsacq/e/elaguan.html>, 20 Feb.2008)

FALCAO, D.P., FUJIMURA, C.Q., SILVA, M.A., SOARES, M.J., VALENTINI, S.R. 1993. *Sci Total Environ*. p. 116-120

FAQ CONTAMINANTES DEL AGUA., 2008. [Enlínea]:LENNTech (<http://www.lenntech.com/espanol/FAQ-contaminantes-del-agua.htm>. 12 Set. 2008).

GONZÁLEZ, M. I.; GUTIÉRREZ, J., 2005. Metodo Gráfico Para La Evaluación De La Calidad Microbiologica De Las Aguas Recreativas, Centro Habana, CIP 10300, Cuba. 132 p.

GOSWICK, S. M. and BRENNER, G. M. 2003. Activities of Azithromycin and Amphotericin B against *Naegleria fowleri* In Vitro and in a Mouse Model of Primary Amebic Meningoencephalitis Antimicrobial Agents and Chemotherapy. p.45-52

GRIFFIN, D.W., GIBSON, III, C.J., LIPP, E.N., RILEY, K., PAUL III, J.H., ROSE, J.B. 1999. *Appl Environ Microbiol.* 58p.

LEDESMA, A. E., GORONDER, J. O., FERNANDEZ, G. J., 2004. *Cryptosporidium* Sp. En infantes de Barrios Perifericos de Resistencia chaco. Instituto de Medicina Regional. Argentina. 88p.

MENDONÇA, S.R., CEBALLOS, B.S.O., KÖNIG, A. & SOUTO, R.C. (1990), *Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos*, ed. S.R. Mendonça, João Pessoa, Brasil. 43p.

MONTIEL DE MORALES, M., ZAMBRANO, J. L., CASTEJÓN, O., OLIVEROS, C., BOTERO DE LEDESMA, L. 2005 Indicadores bacterianos de contaminación fecal y colifagos en el agua de la Laguna de Sinamaica, Estado Zulia, Venezuela. 123p.

NAJAR, K. R. 2007 *Ley del Agua, Cap. VI Protección Del Agua. Congreso de la República del Perú Comisión Agraria D. Ley N° 17752.*

NORMA TÉCNICA I.S. 020.2007. Tanques Sépticos. [Enlínea]: saneamiento ([http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento\\_nacional\\_de\\_edificaciones/IS.020.pdf](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/IS.020.pdf). 07, Ene. 2009)

NORMA PERUANA, D.S N° 003-SA.\* Temas De Ciencia Y Tecnologia. Vol. No.7.(ABRIL2005) En línea]: DEGESA. (www.digesa. minsa.gob.pe/norma\_consulta/gesta/Grupo\_Uso\_04.pdf 20 Feb. 2008).

OMS. 1989. Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura, OMS, Serie de Informes Técnicos, Ginebra. p. 125-135.

PIETRO, C. J. 2002. El Agua sus Formas, Efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación. Edición Fundación Universidad Central 1 ed. Bogota, D.C., Colombia. 95p

REFAI, M. K. 1981. Manual para el Control de la Calidad de Alimentos. Edicion Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 60p.

RODRÍGUEZ, J. C., ROYO, G.2004. Cryptosporidium y criptosporidiosis Control Calidad Seimc Servicio de Microbiología. Hospital General Universitario de Elche. Universidad Miguel Hernández. Elche (Alicante). [Enlínea]: Crypostoridium. ([http://www.seimc.org/control/revi\\_Para/crypto.htm](http://www.seimc.org/control/revi_Para/crypto.htm), 16 Nov. 2008)

VENTURINI L., BACIGALUPE, D., BASSO, W., UNZAGA, J. M., VENTURINI, M.C. y MOREÉ, G. 2006., Cryptosporidium parvum en animales domésticos y en monos de un zoológico Parasitol Latinoam. 26p.



WYER, M.D., KAY D., JACKSON, G.F., DAWSON, H.M., YEO, J.,  
TANGUY, L. 1995. *J Appl Bact.* 38p.

## **X. ANEXOS**

## Anexo A.

Cuadro 11. Límites permisibles para aguas de uso recreacional.

PARAMETROS	UNIDADES	LIMITES
Oxig.disul.	mg/l	$\geq 5$
pH	unidad	6,5 - 8,5
cobre	mg/l	0.03
DBO	mg/l	15
fosforo	mg/l	0.5
SDT	mg/l	1000
Zinc	mg/l	0.2
CT	NMP/100mL	1000
salmonella	ause./presen	ausencia
magnesio	mg/l	0.4
hierro	mg/l	0.3
dureza	mg/l	
sodio	mg/l	200
enterococo	NMP/100mL	200
giardia	ause./presen	ausencia
criptosporidium	ause./presen	ausencia
amebas	ause./presen	ausencia
estafilococos		

## Anexo B. fotos

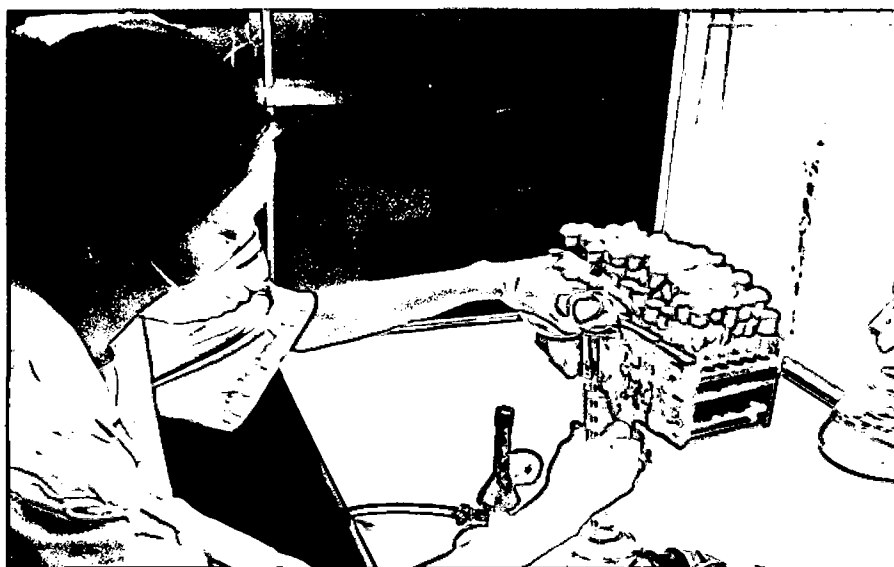


Figura 11. Enriquecimiento de medio para salmonella



Figura12. Coliformes fecales



Figura 13. Estafilococos



Figura 14. Microorganismos aerobios

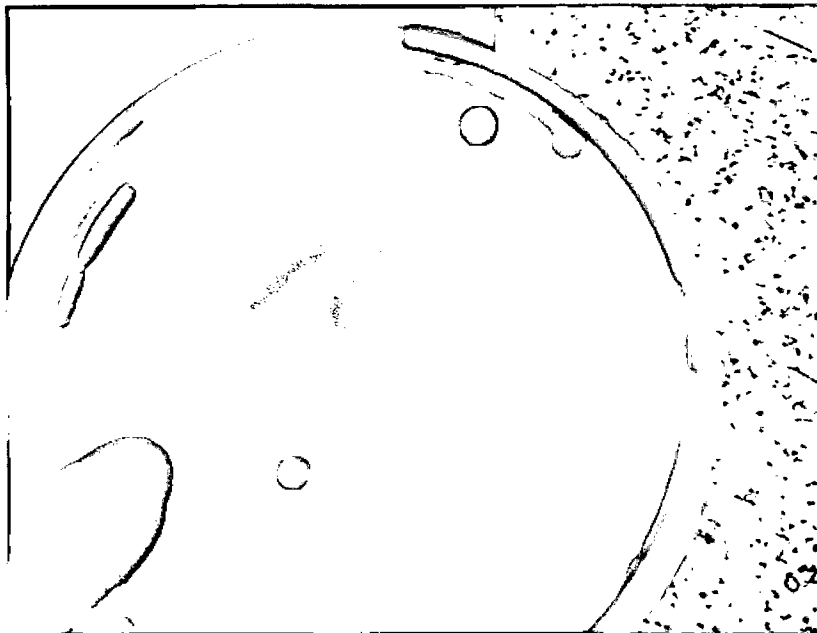


Figura 15. Estreptococos

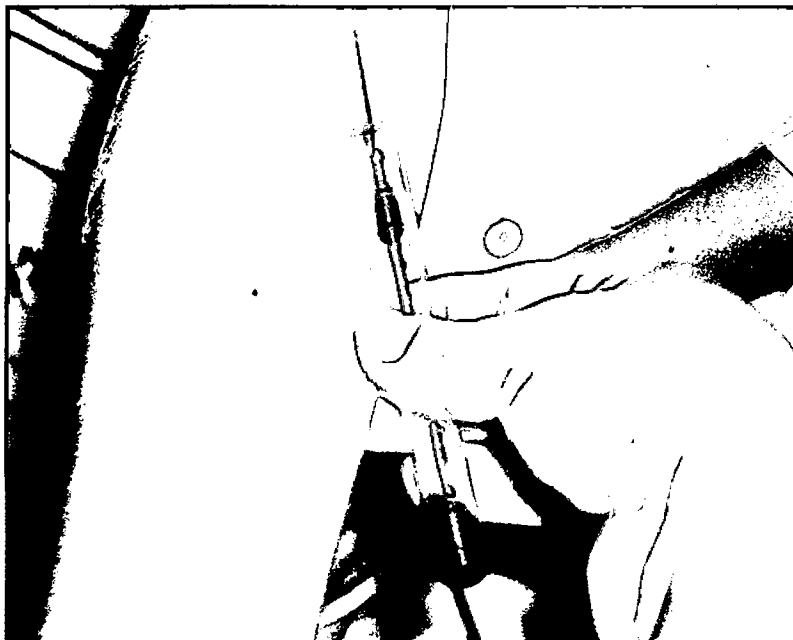


Figura 16. Extracción de sangre para preparación de medio para estreptococos



Figura 18. Mohos y Hongos

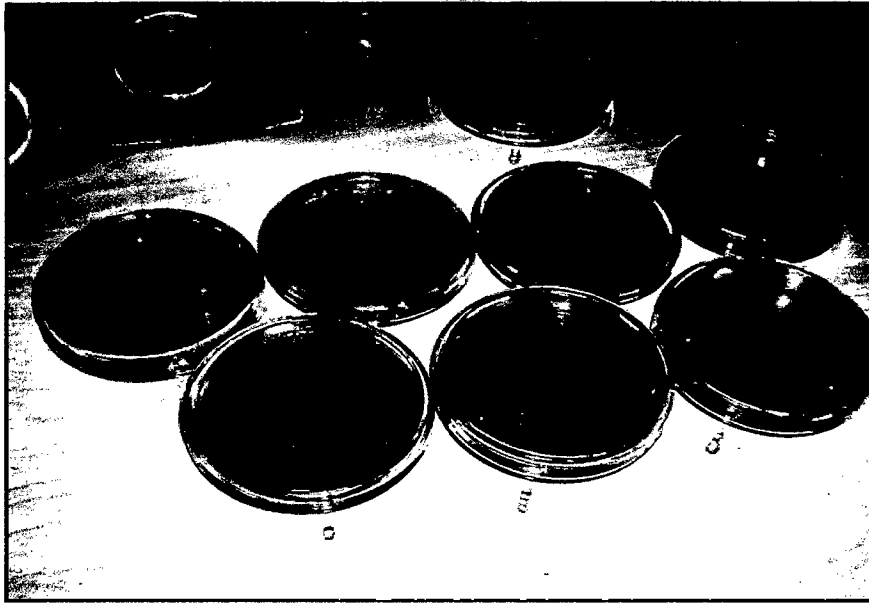


Figura 19. Presencia de Salmonella

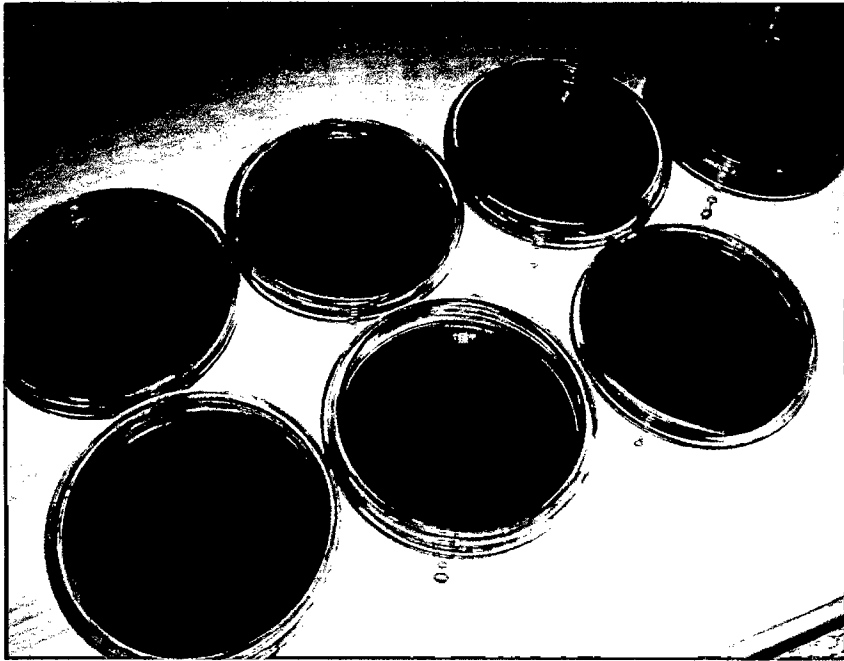


Figura 20. Ausencia de Vibrio colera

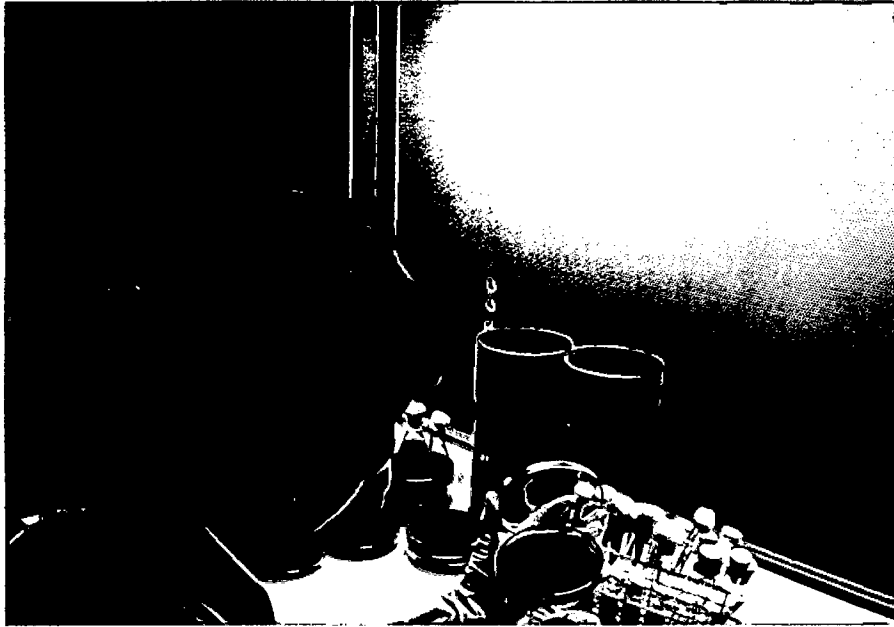


Figura 21. Siembra de vibrio colera

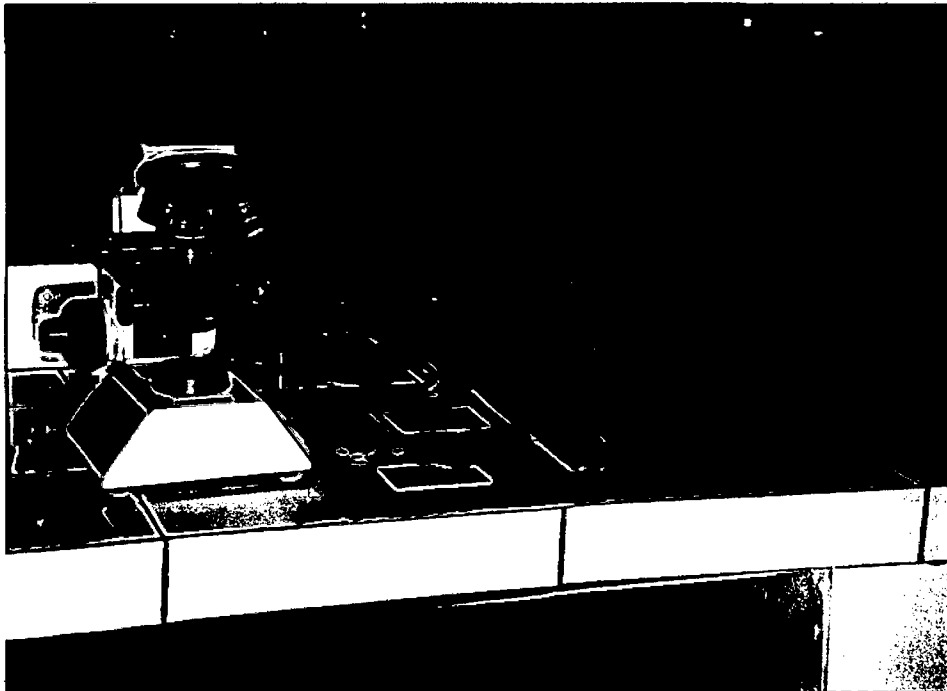


Figura 22. Identificación de Cryptosporidium y Naegleria





Figura 23. Presencia de *Cryptosporidium*



Figura 24. Presencia de *Naegleria*



Figura 25. Laboratorio de Espectro Fotometria



Figura 26. Lectura de minerales



Figura 27. Desechos en el cause de agua



Figura 28. Chancherías



Figura 29. Cerdos cerca al cause de agua



Figura 30. Letrina cerca del cause de agua



Figura 31. Desagüe de baño

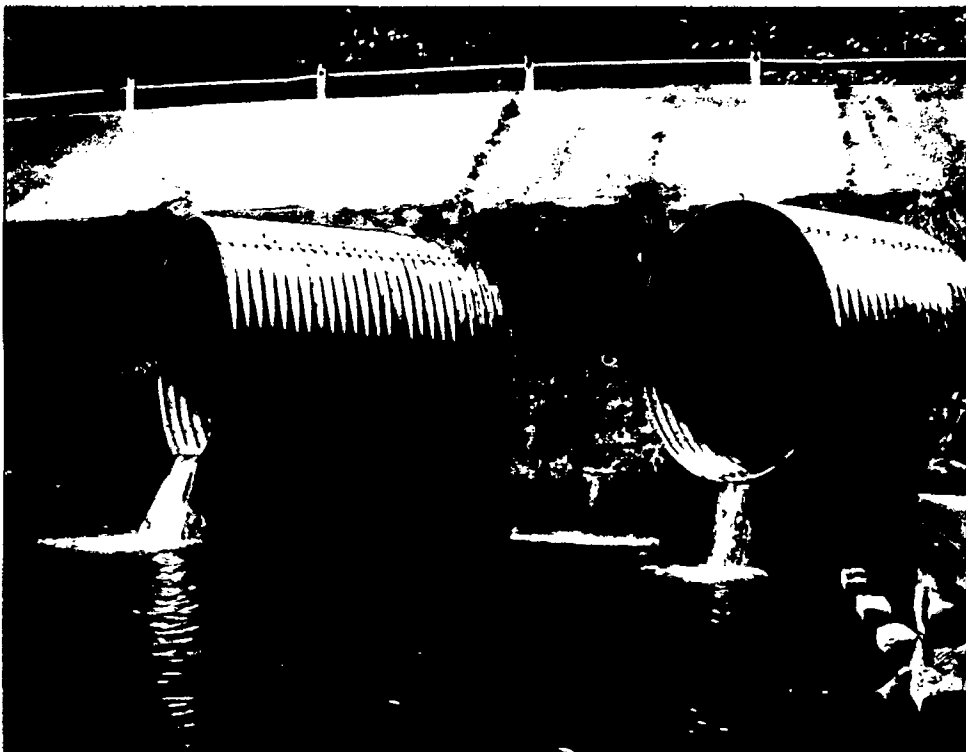


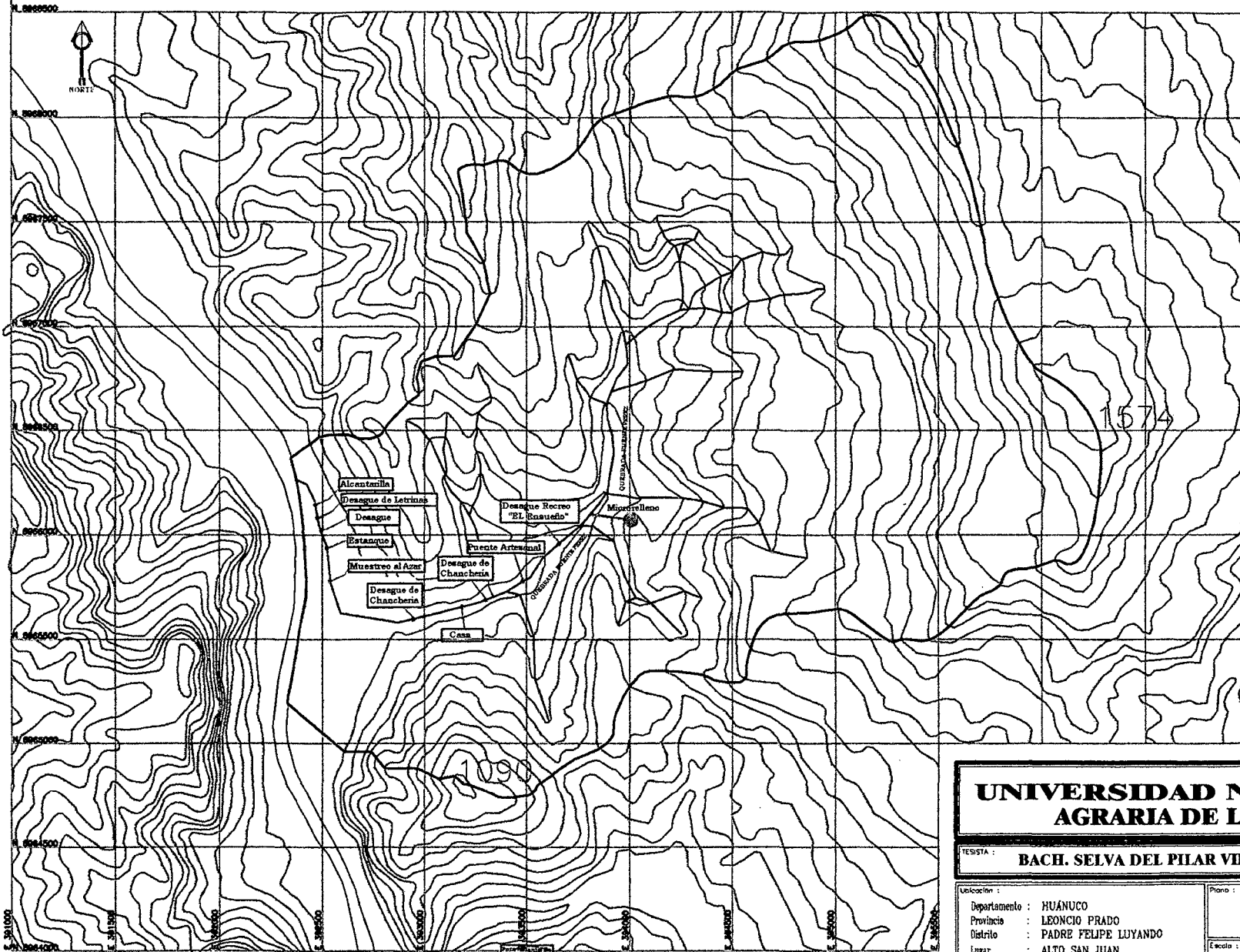
Figura 32. Balneario La Alcantarilla



Figura 33. Recolectando muestra de agua

## **Anexo c. Mapa de zona de estudio**

# ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA - QUEBRADA PUENTE PEREZ



## LEYENDA

DESCRIPCION	SIMBOLO.
Quebrada	
Muestras	
Delimitación	
Curvas de Nivel	

AREA (Ha)	PERIMETRO (mi)
891	13 264.3

## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TESISTA : **BACH. SELVA DEL PILAR VILLACORTA TABOADA**

Ubicación :  
 Departamento : HUÁNUCO  
 Provincia : LEONCIO PRADO  
 Distrito : PADRE FELIPE LUYANDO  
 Lugar : ALTO SAN JUAN

Piano :  
**MICROCUCENA PUNTEPEREZ**  
 Escala : 1000 : 25000  
 Fecha : **DICIEMBRE 2008**

Dibujó : \_\_\_\_\_ Revisado : \_\_\_\_\_ Tiempo de Ejecución : \_\_\_\_\_



Anexo D.

**CALCULOS PARA TANQUES SEPTICOS**

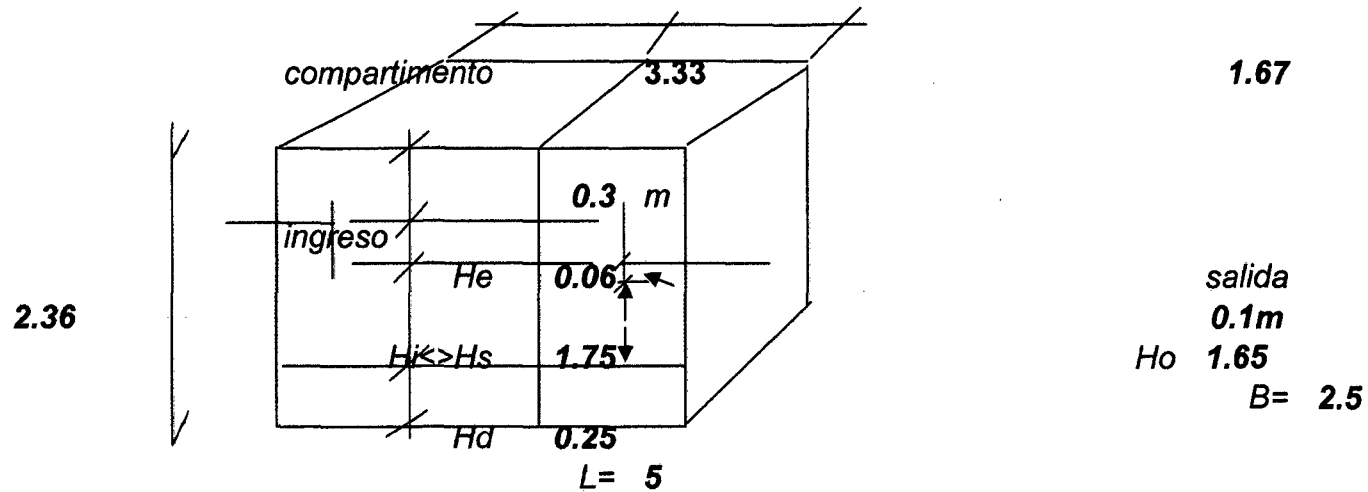
1.- NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCCION DE POZO SEPTICO recreo "El Ensueño"	
2.- NUMERO DEL EXPEDIENTE		
3.- OFICINA ZONAL		
A.- POBLACION ACTUAL		250
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		2.5
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		10
D.- POBLACION FUTURA		313
	$Pf = Po * ( 1 + r*t/100 )$	
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA), inc lluvias, inf, conex errad.		150
F.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)		
	$Q = 0.80 * Pob. * Dot./1,000$	37.50
(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SEPTICO		
G.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)		1
H.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (m3)		
	$V1 = Q (m3/d) * PR (d)$	37.50
I.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)		40
J.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)		0.5

K.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS $V2 = P_{ob} * TAL * PL/1000$	6.25 m3/dia
L.- VOLUMEN TOTAL $V1 + V2$	43.75
M.- RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION (MIN.)	1
N.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLAS (M2) PARA POZOS DE PERCOLACION	289.47
O.- DIAMETRO DEL POZO DE PERCOLACION ( MTS ).	3
Nro. de POZOS:	1
PROFUNDIDAD: $H = AREA REQ./PI*DIAM$	31
P.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLA ADJUNTA PARA ZANJAS DE ABSORCION	
Q.- LONGITUD ZANJA DE ABSORC. DE ANCHO 1 MT. $L = AREA REQ./ ANCHO DE ZANJA$	
N° DE TANQUES SEPTICOS < 20M3=	2.00

*Conclusiones y recomendaciones*

*se proyecta el tratamiento de aguas servidas para la mitad de la población futura , por cuestiones de disposicion presupuestal, proyectandose la construcción de un segundo modulo para el tratamiento de aguas servidas al alcansar la población de diseño*

## CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL TANQUE SÉPTICO



No tanques	2.00 un	Haltura util = $H_u = H_e + H_i + H_d$	
vol sed. /tanque	3.13 m <sup>3</sup>		
Vol C/Tanque	21.88 m <sup>3</sup> /dia		$H_u = 2.06$ m
B=	2.5 m	$H_t = H_u + 0.3$	2.36 m
L=2B=	5 m		
Area=B*L=	12.5 m <sup>2</sup>		
$H_e = 0.7/A =$	0.056 m		
$H_o = 0.82 - 0.26A =$	-2.43 m		
$H_s = V_s/A =$	1.75 m		
$H_i = 0.1 + H_o =$	-2.33 m		
$H_d = V_{sed}/(B*L) =$	0.25 m		

## CALCULOS PARA TANQUES SEPTICOS

1.- NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCCION DE POZO SEPTICO chancheria 1	
2.- NUMERO DEL EXPEDIENTE		
3.- OFICINA ZONAL		
A.- POBLACION ACTUAL		15
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		10
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		10
D.- POBLACION FUTURA		30
	$Pf = Po * ( 1 + r*t/100 )$	
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA), inc lluvias, inf, conex errad.		150
F.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)		
	$Q = 0.80 * Pob. * Dot./1,000$	3.60
(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SEPTICO		
G.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)		2
H.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (m3)		
	$V1 = Q (m3/d) * PR (d)$	7.20
I.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)		40
J.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)		0.5

K.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS

$$V2 = P_{ob} * TAL * PL/1000$$

0.60 m3/dia

L.- VOLUMEN TOTAL V1 + V2

7.80

M.- RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION (MIN.)

1

N.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLAS (M2)

16.6

7

PARA POZOS DE PERCOLACION

O.- DIAMETRO DEL POZO DE PERCOLACION ( MTS ).

3

Nro. de POZOS:

1

PROFUNDIDAD:

$$H = AREA REQ./PI*DIAM$$

2

## CALCULOS PARA TANQUES SEPTICOS

1.- NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCCION DE POZO SEPTICO chancheria 2	
2.- NUMERO DEL EXPEDIENTE		
3.- OFICINA ZONAL		
A.- POBLACION ACTUAL		12
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		8
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		10
D.- POBLACION FUTURA		22
$Pf = Po * ( 1 + r*t/100 )$		
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA), inc lluvias, inf, conex errad.		150
F.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)		
$Q = 0.80 * Pob. * Dot./1,000$		
(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SEPTICO		2.59
G.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)		2
H.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (m3)		
$V1 = Q (m3/d) * PR (d)$		
		5.18
I.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)		40
J.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)		0.5
K.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS		
$V2 = Pob * TAL * PL/1000$		
		0.43 m3/dia

L.- VOLUMEN TOTAL V1 + V2		5.62
M.- RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION (MIN.)		1
N.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLAS (M2)		12.01
PARA POZOS DE PERCOLACION		
O.- DIAMETRO DEL POZO DE PERCOLACION ( MTS ).		3
Nro. de POZOS:		1
PROFUNDIDAD:	H = AREA REQ./PI*DIAM	1

### CALCULOS PARA TANQUES SEPTICOS

1.- NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCCION DE POZO SEPTICO viviendas	
2.- NUMERO DEL EXPEDIENTE		
3.- OFICINA ZONAL		
A.- POBLACION ACTUAL		12
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		2.5
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		10
D.- POBLACION FUTURA		15
$Pf = Po * ( 1 + r*t/100 )$		
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA), inc lluvias, inf, conex errad.		150
F.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)		1.80
$Q = 0.80 * Pob.* Dot./1,000$		
(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SEPTICO		

G.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)	2
H.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (m3) V1 = Q (m3/d) * PR (d)	3.60
I.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)	40
J.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)	1.0
K.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS V2 = P <sub>ob</sub> * TAL * PL/1000	0.60 m3/dia
L.- VOLUMEN TOTAL V1 + V2	4.20
M.- RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION (MIN.)	1
N.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLAS (M2) PARA POZOS DE PERCOLACION	8.34
O.- DIAMETRO DEL POZO DE PERCOLACION ( MTS ).	3
Nro. de POZOS:	1
PROFUNDIDAD:                    H = AREA REQ./PI*DIAM	1



## CALCULOS PARA TANQUES SEPTICOS

1.- NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCCION DE POZO SEPTICO para desagües de baños	
2.- NUMERO DEL EXPEDIENTE		
3.- OFICINA ZONAL		
A.- POBLACION ACTUAL		18
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)		2.5
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)		10
D.- POBLACION FUTURA		23
$Pf = Po * ( 1 + r*t/100 )$		
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA), inc lluvias, inf, conex errad.		150
F.- CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (M3/Dia)		2.70
$Q = 0.80 * Pob. * Dot./1,000$		
(*) SI EL CAUDAL ES <20M3 USAR TANQUE SEPTICO		
G.- PERIODO DE RETENCION (DIAS)		1
H.- VOLUMEN DE SEDIMENTACION (m3)		2.70
$V1 = Q (m3/d) * PR (d)$		
I.- TASA DE ACUMULACION DE LODOS (L/H/AÑO)		40
J.- PERIODO DE LIMPIEZA (AÑOS)		0.5
K.- VOLUMEN DE ACUMULACION DE LODOS		

$$V2 = P_{ob} * TAL * PL/1000$$

0.45 m3/dia

L.- VOLUMEN TOTAL V1 + V2

3.15

M.- RESULTADO DEL TEST DE PERCOLACION (MIN.)

1

N.- AREA REQUERIDA SEGUN TABLAS (M2)

12.51

PARA POZOS DE PERCOLACION

O.- DIAMETRO DEL POZO DE PERCOLACION ( MTS ).

3

Nro. de POZOS:

1

PROFUNDIDAD:

$$H = AREA REQ./PI*DIAM$$

1