

# EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA EN AGUA Y SEDIMENTO DEL ESTUARIO, Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA COMUNA CERRITO DE LOS MORREÑOS, GOLFO DE GUAYAQUIL-ECUADOR

*Victor Arcos Cobos*  
*Mariuxi Mero Valarezo*  
*Mónica Machuca De la Torre*  
*Lenín Vera Sari*  
*Andrea Fuentes*  
*Evelyn Flores*  
*Fidel Egas*  
*Johanna Feys Espinoza*  
*Vicente Velasteguí*



**Investigación  
Tecnología e Innovación**

Revista de divulgación de la Dirección de Investigaciones y Proyectos Académicos



# EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA EN AGUA Y SEDIMENTO DEL ESTUARIO, Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA COMUNA CERRITO DE LOS MORREÑOS, GOLFO DE GUAYAQUIL-ECUADOR

## EVALUATION OF THE LEVEL OF BACTERIOLOGICAL POLLUTION IN WATER AND SEDIMENT OF THE ESTUARIO, AND HIS RELATION WITH THE QUALITY OF THE UNDERGROUND WATER OF THE COMMUNE CERRITO DE LOS MORREÑOS, GULF OF GUAYAQUIL - ECUADOR

*Víctor Arcos<sup>1</sup>, Mariuxi Mero<sup>1</sup>, Mónica Machuca<sup>2</sup>, Lenín Vera<sup>2</sup>, Andrea Fuentes<sup>3</sup>, Evelyn Flores<sup>3</sup>, Fidel Egas<sup>3</sup>, Johanna Feys Espinoza<sup>3</sup>, Vicente Velasteguí<sup>3</sup>.*

### RESUMEN

La Comuna Cerrito de los Morreños recibe la influencia de las aguas servidas vertidas directamente por los comuneros y de las provenientes de la ciudad de Guayaquil lo que incide en la calidad del agua, los sedimentos y la biota del área de estudio, produciendo la proliferación de microorganismos patógenos, los cuales tendrán efectos directos sobre la población, debido al consumo de agua subterránea (pozos) y al uso de los servicios ambientales que otorga el ecosistema acuático y del manglar que rodea esta comunidad. En el presente trabajo se recurrió a las bacterias *coliformes* como indicadores de contaminación orgánica, aplicando la técnica del Número Más Probable (NMP). Los resultados promedio analizados, comparados y correlacionados con la matriz agua de las cuatro estaciones seleccionadas del estuario es la siguiente: las bacterias totales presentaron concentraciones de  $9.3$  a  $43.8 \times 10^2$  UFC/ml, los coliformes totales se encontraron en concentraciones de  $22$  a  $54 \times 10^2$  NMP/100ml y los coliformes fecales de  $9.3$  a  $92 \times 10^2$  NMP/100ml, con respecto al uso del agua del estuario, según las estaciones, las numero 3 y 4 por su bajo nivel de concentración

1 Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales. e-mail: iirn@hotmail.com

2 Investigadores Asociados.

3 Becario de la Facultad de Ciencias Naturales.

bacteriológica se puede aprovechar en actividades recreativas (natación y pesca), mientras que los análisis en el agua del pozo comunitario las concentraciones fueron  $< 1.8$  NMP/100ml para coliformes totales y fecales, sin embargo en el pozo privado se observó la presencia de *coliformes* totales en concentraciones mayores a 1600 NMP/100ml y de 33 a 240 NMP/100ml para *coliformes* fecales. Lo que permite concluir que la calidad del agua del pozo comunitario que consumen los habitantes de la Comunidad es apta para el uso doméstico, mientras que el agua del pozo privado necesita de un tratamiento previo para su consumo. Los datos de sedimento muestran la tendencia de ser sitios propios para el desarrollo de bacterias, las cuales tienen relación con las descargas directas de aguas residuales domésticas y de los desechos orgánicos de los animales de corral de la comunidad.

**Palabras Claves:** Bacterias, coliformes, agua y sedimentos estuarinos.

### SUMMARY

The Commune Cerrito de los Morrefios is influenced by sewage discharged directly by the villagers and from the city of Guayaquil, which affects water quality, sediment and biota of the study area, resulting in the proliferation of pathogens, which will have direct effects on the population because consumption of ground water (wells) and use of ecosystem services afforded by mangrove aquatic ecosystem and surrounding community. In the present work was used to coliform bacteria as indicators of organic pollution, applying the technique of Most Probable Number (NMP). The average results analyzed, compared and correlated with the water matrix of the four selected stations of the estuary is as follows: the total bacteria concentrations were from 9.3 to 43.8 x 10<sup>2</sup> UFC/ml, total coliforms were found in concentrations of 22-54 x 10<sup>2</sup> NMP/100ml and fecal coliforms from 9.3 to 92 x 10<sup>2</sup> NMP/100ml, regarding the use of water in the estuary, according to the seasons, the number 3 and 4 by a low level of bacterial concentration can be utilized in recreational activities (swimming and fishing), while the analysis in community well water concentrations were  $< 1.8$  NMP/100ml for total and fecal coliforms, however, in the private well showed the presence of total coliforms in concentrations greater than 1600 NMP/100ml and 33-240 NMP/100ml for fecal coliforms. What can be concluded that the quality of community well water consumed by residents of the community is suitable for domestic use, while the private well water pre-treatment needs for consumption. Sediment data show a tendency to be the sites themselves for the development of bacteria, which are related to direct discharges of domestic wastewater and organic waste from farm animals in the community.

**Key words:** bacteria, coliforms, water and estuarine sediments.

### 1. INTRODUCCIÓN

La zona costera es un amplio espacio de interacciones entre el mar, la tierra, aguas continentales y la atmósfera; la transición de estas fases incide profundamente en las condiciones de la dinámica ambiental, a las cuales se le agrega la influencia del hombre como agente transformador (Yáñez-Arancibia, 1986) .

En los ecosistemas acuáticos, los efectos tóxicos de los contaminantes sean estos orgánicos o inorgánicos en los organismos varían desde alteraciones enzimáticas hasta intoxicaciones que pueden provocar la muerte (Bárceñas, 1992).

Algunos microorganismos patógenos como *Shigella*, *Salmonella* y *Vibrios*, pueden llegar a ser fuentes potenciales de infecciones severas en forma directa, sobre todo cuando el agua es utilizada para fines recreacionales o indirectamente cuando están presentes en otros organismos que son consumidos por el hombre, como son los peces, crustáceos y moluscos (Becerra & Botello, 1995). Estos patógenos provocan enfermedades intestinales como la fiebre tifoidea, el cólera, la disentería bacilar e infecciones, principalmente cutáneas (Bensen, 1994).

El grupo bacteriano coliforme presenta a los bioindicadores de contaminación orgánica mejor caracterizados (Ford & Colwell, 1996) e incluyen a los coliformes totales y coliformes fecales.

Se ha sugerido que el sedimento es un biotopo que puede proveer un ambiente favorable para la sobrevivencia de microorganismos de procedencia fecal en cuerpos de agua costeros (Davies, 1995) [6], los cuales aun en estado viable, por acción del oleaje y las corrientes, son resuspendidos a la columna de agua, aumentando de manera considerable la densidad de las bacterias en áreas de uso recreativo (Gruber *et. al.* 2005).

En el presente estudio se da a conocer el nivel de contaminación por agentes patógenos en el ecosistema acuático de la comuna Cerrito de los Morreños y la calidad de agua de los pozos de la comunidad y al mismo tiempo dar a conocer a los habitantes del sector sobre la importancia que tiene el medio ambiente, el cuidado que debemos tener para no ocasionar impactos negativos que lleguen a perjudicarnos sobre todo en los ámbitos salud, económico y ambiental.

### 2. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

La investigación según el nivel de conocimiento es exploratoria, descriptiva, explicativa y correlacional. Se utilizó metodología espacio temporal. Se recurrió a las bacterias *coliformes* como indicadores de contaminación orgánica, aplicando la técnica del Número Más Probable (NMP). Para el análisis de macronutrientes

se utilizó la metodología propuesta por Fishman & Downs en “Methods for Analysis of Selected Metals in Water by Atomic Absorption” 1996.

## 2.1. Área de Estudio

La comunidad “Cerrito de Los Morreños” se encuentra asentada geográficamente en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Puná, al sur del Puerto Marítimo a orillas de la Isla Chupadores Grande, en el Golfo de Guayaquil.

Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo para la colecta de agua superficial y de sedimento; al mismo tiempo se realizó la colecta de agua de los pozos subterráneos ubicados dentro de la comunidad. (Figura 1).

Cabe destacar que el área de estudio se encuentra íntimamente relacionada con dos ecosistemas acuáticos, el estuario o río Guayas y el complejo de esteros de agua salobre asociados al Estero Salado.

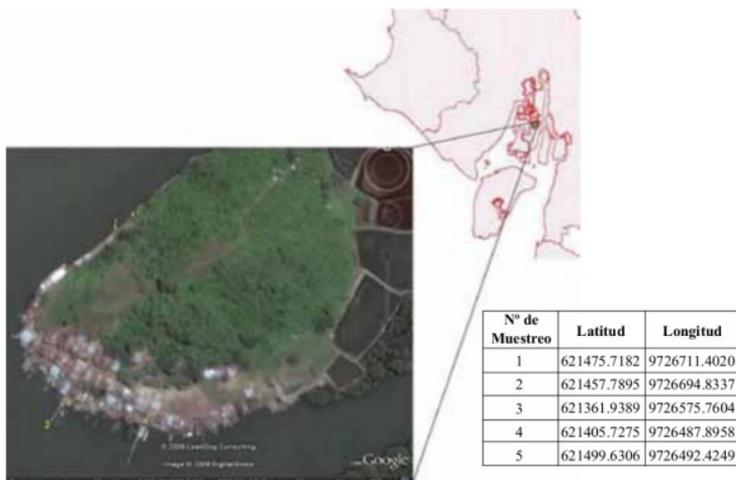


Figura1. Área de Estudio

## 2.2 Metodología de muestreo

### 2.2.1. Agua

Se colectaron un total de 12 muestras de agua del estuario y 6 muestras de agua de los pozos durante tres monitoreos. Adicionalmente se realizaron dos colectas de agua en las diferentes estaciones para determinar parámetros físico – químicos.

Las muestras fueron colectadas en frascos estériles y en envases de polietileno de 1000 ml de capacidad, previamente tratadas y rotuladas, basándose en la metodología recomendada por Solórzano L. (1983) y en el Standard Methods 21st Edition.

Los parámetros de temperatura, oxígeno disuelto y pH fueron medidos *in situ* con el equipo Orion 1230, la salinidad se la registró mediante refractómetro (Atago) con medición de 0 a 100‰.

A las muestras para determinación de macronutrientes se les agregó 1 ml de ácido nítrico calidad reactivo y las muestras para los análisis microbiológicos fueron refrigeradas y se las conservó a aproximadamente 8°C, hasta su posterior análisis en el laboratorio.

### 2.2.2. Sedimento

Se colectaron 4 muestras de sedimento en dos monitoreos, durante marea baja, la colecta se realizó con espátulas de plástico, se colocaron en fundas de cierre hermético y se conservaron refrigeradas en cajas térmicas aproximadamente a 8°C hasta su análisis en el laboratorio.

## 2.3. Metodología de análisis

Las muestras de agua fueron previamente filtradas mediante el sistema de filtración de membrana con poros de 0,45 µm de diámetro (VWR).

El análisis de agua para la cuantificación de macronutrientes (calcio, magnesio, sodio y potasio) se realizó siguiendo lo indicado en el manual de Métodos Analíticos Perkin Elmer del espectrofotómetro de Absorción Atómica AA100, el cual se basa en M.J. Fishman y S. C. Downs, “Methods for Analysis of Selected Metals in Water by Atomic Absorption, y en el cual se detalla lo siguiente:

*“Filtrar cada muestra a través de filtro de membrana con poro de 0.45 µm, para sodio y potasio aspirar directamente mediante el capilar del espectrofotómetro de absorción atómica, mientras que para calcio y magnesio, diluir con Lantano*

al 5% y HCl concentrando y llevar a una concentración final de La al 0.25% y HCl al 5%, y aspirar mediante el capilar del equipo, los datos que genera el equipo son las concentraciones finales en  $\mu\text{g/ml}$  o ppm”.

Para recuento de aerobios totales se utilizo la técnica ASTM 21-9215 B, para los coliformes totales la ASTM 21-9221B, para los coliformes fecales ASTM 21- 9221 E, para *E. coli* USP 31-62, mientras que para *Salmonella* en agua y sedimento se utilizó la USP 31-62 y en los moluscos la BAM 2006, estos análisis se realizaron en un laboratorio acreditado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Agua de estuario

##### 3.1.1. Parámetros físicos.

La temperatura promedio superficial del agua fue de  $26.43 \pm 0.50$  °C, la salinidad promedio del área de estudio fue de  $26.10 \pm 0.74$  ‰. El promedio de pH obtenido de los tres monitoreos fue de 7.32, mientras que el oxígeno disuelto se mantuvo en un rango de 6.15 a 8.15 mg/l. (Cuadro 1).

##### 3.1.2. Parámetros químicos.

Al ser el ecosistema de Cerrito de los Morreños zona estuarina, las concentraciones de nutrientes son elevadas, es así que el calcio se encuentra en un promedio de 399.25 ppm, el sodio en 5770.00 ppm, el potasio en 295.00 ppm y el magnesio en 630.00 ppm. (Cuadro 1).

##### 3.1.3. Análisis microbiológicos.

Los valores mínimos para los parámetros de bacterias totales, coliformes totales y coliformes fecales se encontraron en la estación 4 en los tres monitoreos, mientras que los valores máximos obtenidos a través de los análisis fueron de  $43.8 \times 10^2$  UFC/ml para bacterias totales, para coliformes totales fue de  $54 \times 10^2$  NMP/100ml en las estaciones 2 (primer monitoreo) y 1 (tercer monitoreo) y para coliformes fecales fue de  $92 \times 10^2$  NMP/100ml en la estación 2 durante el tercer monitoreo, la *Escherichia coli* en el primer monitoreo se presentó en las estaciones 1, 3 y 4, en el segundo monitoreo en los puntos 2 y 3; y, en el tercer monitoreo en todas las estaciones, por último la *Salmonella sp.* solo estuvo presente en las estaciones 3 y 4 del primer monitoreo (Cuadros 2, 3 y 4).

Cuadro 1. Análisis físico - químico del agua del estuario

Monitoreo	Estaciones	Oxígeno Disuelto (mg/l)	pH	Salinidad (%‰)	Temperatura (°C)	Dureza total	Calcio (ppm)	Sodio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)
<b>PRIMER MONITOREO</b>	1	8.16	7.0	27.00	26.00	> 71.2ºF (muy dura)	302.50	6050.00	700.00	207.50
	2	8.15	7.3	27.00	26.00	> 71.2ºF (muy dura)	290.00	5350.00	650.00	212.50
	3	8.20	7.1	26.00	26.00	> 71.2ºF (muy dura)	295.00	5225.00	650.00	210.00
	4	8.10	7.4	27.00	26.00	> 71.2ºF (muy dura)	272.50	2100.00	625.00	202.50
	5	8.15	7.2	26.00	26.00	> 71.2ºF (muy dura)	257.50	4975.00	600.00	197.50
<b>SEGUNDO MONITOREO</b>	1	6.18	7.3	25.0	26.30	> 71.2ºF (muy dura)	550.00	7000.00	750.00	675.00
	2	6.30	7.6	25.0	27.00	> 71.2ºF (muy dura)	575.00	6500.00	625.00	400.00
	3	6.15	7.5	26.0	27.00	> 71.2ºF (muy dura)	525.00	6500.00	600.00	300.00
	4	6.18	7.4	26.0	27.00	> 71.2ºF (muy dura)	475.00	7000.00	550.00	300.00
	5	6.20	7.4	26.0	27.00	> 71.2ºF (muy dura)	450.00	7000.00	550.00	250.00

**Cuadro 2. Primer monitoreo de agua de estuario**

PARÁMETROS	Unidades	E1	E2	E3	E4
Recuento de Aerobios totales	UCF/ml	70	965	18.6	9.3
Coliformes totales*	NMP/100ml	540	5400	33	40
Coliformes fecales*	NMP/100ml	350	5400	13	9.3
<i>E. coli</i>		Presencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Presencia / 50 ml	Presencia / 50 ml
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Presencia / 50 ml

**Cuadro 3. Segundo monitoreo de agua de estuario**

PARÁMETROS	Unidades	E1	E2	E3	E4
Recuento de Aerobios totales	UCF/ml	4380	324	519	817
Coliformes totales*	NMP/100ml	94	1700	49	22
Coliformes fecales*	NMP/100ml	46	1100	17	17
<i>E. coli</i>		Ausencia / 50 ml	Presencia / 50 ml	Presencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml

**Cuadro 4. Tercer monitoreo de agua de estuario**

PARÁMETROS	Unidades	E1	E2	E3	E4
Recuento de Aerobios totales	UCF/ml	324	1910	125	42
Coliformes totales *	NMP/100ml	5400	> 1600**	70	49
Coliformes fecales*	NMP/100ml	3500	9200	33	13
<i>E. coli</i>		Presencia / 50 ml	Presencia / 50 ml	Presencia / 50 ml	Presencia / 50 ml
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml	Ausencia / 50 ml

### 3.2. Agua de pozos

#### 3.2.1. Análisis microbiológicos.

Las aguas de pozo fueron positivas para los análisis de bacterias totales, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*; encontrándose esta última presente solo en dos monitoreos (primero y tercero) de las aguas del pozo privado (Cuadros 5, 6 y 7).

El conteo de bacterias totales presentó valores mayores a 100 UFC/ml en los dos pozos de agua. El valor más bajo para coliformes totales y fecales es <1.8 NMP/100ml en el pozo de la comunidad, mientras que los valores máximos fueron > 1600 para coliformes totales y 240 NMP/100ml para coliformes fecales en el pozo privado.

**Cuadro 5. Primer monitoreo de agua de pozo**

PARÁMETROS	Unidades	COMUNITARIO	PRIVADO	TULAS*
Recuento de Aerobios				
totales	UCF/ml	2670	22900	---
Coliformes totales	NMP/100ml	< 1,8	1600	3000
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1,8	130	600
<i>E. coli</i>		Ausencia /50 ml	Presencia /50 ml	---
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia /50 ml	Ausencia /50 ml	---

**Cuadro 6. Segundo monitoreo de agua pozo**

PARÁMETROS	Unidades	COMUNITARIO	PRIVADO	TULAS*
Recuento de Aerobios				
totales	UCF/ml	2480	79100	---
Coliformes totales	NMP/100ml	< 1.8	> 1600	3000
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1.8	240	600
<i>E. coli</i>		Ausencia /50 ml	Ausencia /50 ml	---
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia /50 ml	Ausencia /50 ml	---

**Cuadro 7. Tercer monitoreo de agua pozo**

PARÁMETROS	Unidades	COMUNITARIO	PRIVADO	TULAS*
Recuento de Aerobios				
totales	UCF/ml	106	4820	---
Coliformes totales	NMP/100ml	< 1.8	> a 1600	3000
Coliformes fecales	NMP/100ml	< 1.8	33	600
<i>E. coli</i>		Ausencia /50 ml	Presencia /50 ml	---
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia /50 ml	Ausencia /50 ml	---

\* TULAS.- Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

### 3.2.2. Sedimento.

Las muestras de sedimento presentaron valores de  $11.7 \times 10^4$  a  $30.4 \times 10^5$  UFC/g para bacterias totales; de  $< 3$  a  $11 \times 10^3$  NMP/100g para coliformes totales y para los fecales de  $< 1.8$  a  $11 \times 10^3$  NMP/100g.

La *Salmonella sp.* sólo se presentó en la primera estación durante el primer monitoreo, mientras que en el segundo monitoreo solo se obtuvo la presencia de *E. coli* en las dos estaciones.

En el segundo grupo de ostiones se obtuvo 1420 UCF/g para bacterias totales, para coliformes totales y fecales coincidió el resultado en 460 NMP/100g y los ensayos cualitativos dieron como resultado la presencia de *E. coli*. (Cuadros 8 y 9).

**Cuadro 8. Primer monitoreo de sedimento**

PARÁMETROS	Unidades	E1	E2
Recuento de Aerobios totales	UCF/g	$19,7 \times 10^4$	$17,7 \times 10^4$
Coliformes totales	NMP/100g	6.8	< 3
Coliformes fecales	NMP/100g	< 1,8	< 3
<i>E. coli</i>		Ausencia /50 g	Ausencia /50 g
<i>Salmonella sp.</i>		Presencia /50 g	Ausencia /50 g

**Cuadro 9. Segundo monitoreo de sedimento**

PARÁMETROS	Unidades	E1	E2
Recuento de Aerobios totales	UCF/g	$11,7 \times 10^4$	$304 \times 10^4$
Coliformes totales	NMP/100g	43	11000
Coliformes fecales	NMP/100g	43	11000
<i>E. coli</i>		Presencia /50 g	Presencia /50 g
<i>Salmonella sp.</i>		Ausencia /50 g	Ausencia/50 g

## 4. DISCUSIÓN

### 4.1 Agua del ecosistema

*Escobar (2002) en el informe sobre la “Contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar” menciona que el río Guayas constituye la principal fuente de introducción de contaminantes en el Golfo de Guayaquil, introduce una cantidad equivalente al 75% de todas las descargas domésticas e industriales que se realizan en el litoral, en base a esto y con los resultados obtenidos podemos indicar que los parámetros microbiológicos varían de acuerdo a las estaciones de muestreo y monitoreos, debido posiblemente a las corrientes de agua, la temperatura, niveles de marea y la salinidad del área de estudio durante los monitoreos, sin embargo podemos indicar que el nivel máximo permisible según la legislación ambiental TULAS (2003) para calidad de agua destinadas a fines recreativos de contacto primario (natación y buceo) y secundario (deportes náuticos y pesca) para Coliformes fecales es de 200 NMP/100ml y 1000 NMP/100ml respectivamente y los coliformes totales de 1000 NMP/100ml y 4000 NMP/100ml para cada criterio, por lo tanto los resultados indican que las estaciones uno y dos no son aptas para realizar ningún tipo de actividad recreativa.*

*En investigaciones realizadas por Rodríguez (2002) en el Río Atacames se presentaron valores de coliformes totales y fecales de 8.400 y 8.900 NMP/100ml y 5.100 y 5.600 NMP/100ml respectivamente, los mismos que son producto de las descargas de aguas servidas y residuales sin previo tratamiento, los cuales están muy encima del límite máximo permisible (200 NMO/100ml de coliformes fecales) establecidos en la legislación ecuatoriana, lo que nos indica que las descargas residuales influyen directamente en el aumento de colonias bacterianas en los ecosistemas acuáticos, por lo tanto las descargas domésticas que genera la comunidad Cerrito de los Morreños incide en el aumento de las colonias bacterianas.*

*En el estudio realizado por Montaña et. al., 2006 nos indica que altos niveles de Coliformes fecales (No Detectables - 1,000,000 NMP/100ml) fueron encontrados en todos los cuerpos de agua muestreados (desembocadura del estero El Morro, en la ZEM Playas- Posorja-Puerto El Morro y en el río Esmeraldas) por el grupo de trabajo. Niveles tan altos que indican que un cuerpo de agua es esencialmente receptor de descargas sin tratar.*

### 4.2 Agua de pozos

Aunque los valores de muestras de aguas dieron positivos, estos al ser comparados con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso



doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional; muestra que las aguas de los dos pozos se encuentra por debajo de los límites máximo permisibles para coliformes totales y fecales (3000 NMP/100ml y 600NMP/100ml; respectivamente); aunque durante el primer monitoreo el agua de pozo privado registró un valor de 16 000 NMP/100ml para coliformes totales, sobrepasando el límite permisible, por lo que se considera importante realizar un tratamiento previo antes del consumo.

*Orozco C. 2008, en el estudio sobre “Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas México” indica que los resultados demuestran que el 100 % de los pozos estudiados se encuentra fuera de norma (0 UFC/100 mL), registrándose el nivel más alto en el punto 6 que se encuentra pasando la población Álvaro Obregón (4,358 UFC/100mL). Sin embargo, la existencia de alguna correlación de influencia puede deberse a factores, que además del basurero municipal, pueda deberse a la descarga directa de las aguas negras de las comunidades a los efluentes, esto nos ayuda a ratificar que las descargas domésticas influyen en la calidad de agua del pozo artesanal en la comunidad Cerrito de los Morreños.*

### 4.3 Sedimento

Los datos de sedimento muestran la tendencia de ser sitios propios para el desarrollo de bacterias, las cuales tienen relación con las descargas directas de aguas residuales domésticas y de los desechos orgánicos de los animales de corral; encontrando concentraciones de bacterias totales y coliformes totales en el área que se encuentra asentada la comuna.

*Según Rodríguez (2002), los sedimentos del río Atacames presentan una severa contaminación por microorganismos patógenos, ya que ellos también registran valores altos.*

No hay una legislación que indique cuáles son los valores máximos permisibles en sedimentos estuarinos.

## 5. CONCLUSIONES

- La calidad del agua del pozo comunitario que consumen los habitantes de la Comunidad es apta para el uso doméstico, mientras que el agua del pozo privado necesita de un tratamiento previo para su consumo.
- Con respecto al uso del agua del estuario, las estaciones 3 y 4 por su bajo nivel de concentración bacteriológica se puede aprovechar en actividades recreativas (natación y pesca).

- Los datos de sedimento muestran la tendencia de ser sitios propios para el desarrollo de bacterias, las cuales tienen relación con las descargas directas de aguas residuales domésticas y de los desechos orgánicos de los animales de corral; encontrando concentraciones de bacterias totales y *coliformes* totales en el área que se encuentra asentada la comuna.

### 6. RECOMENDACIONES

- La importancia que representa para la salud pública asegurar la potabilidad del agua requiere una metodología objetiva, para evaluar la eficacia de los procedimientos de tratamiento y establecer normas de seguridad del agua potable, por lo que nuestra recomendación en el caso del agua proveniente del pozo privado de Cerrito de los Morreños es la filtración y desinfección.
- Es importante rediseñar la construcción del pozo privado.
- Debe impedirse la contaminación fecal del suministro de agua de forma directa, esto es manteniendo los animales domésticos alejados del pozo, cerrarlo cuando no se lo esté utilizando y mantener el reservorio de agua limpio.
- Es importante que se generen procesos internos para la depuración de las aguas residuales, debido a que la comunidad vierte directamente al ecosistema dichos residuos y esto afecta directamente al entorno en el que ellos se desenvuelven.
- Se recomienda dar continuidad y seguimiento en los parámetros microbiológicos para determinar la calidad de los moluscos de consumo humano. Además se debería tomar en cuenta el no ingerir moluscos sin previa cocción para evitar enfermedades gastrointestinales.
- Es necesario que la comunidad, instituciones públicas, tales como el Ministerio de Salud y Ministerio de Educación y de más actores tomen en cuenta los resultados y recomendaciones aquí descritas para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en este sector.

### 7. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Unidad de Postgrado Investigación y Desarrollo (UPID) y a las autoridades de la Facultad de Ciencias Naturales por proporcionarnos el apoyo económico e intelectual para llevar a cabo este proyecto. Un agradecimiento especial al Cuerpo de Guardacostas de la Armada Nacional por el apoyo logístico brindado durante la ejecución del proyecto y nuestra gratitud a los estudiantes de Ingeniería Ambiental y Biología: Andrea Fuentes, Evelyn Flores y Fidel Egas por su ayuda durante el desarrollo del presente trabajo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Barceñas, C., 1992. Los modelos de simulación en la ecotoxicología de zonas costeras, citado en en Becerra-Tapia N. y A. Botello, 1995. Bacterias Coliformes, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.
- Becerra-Tapia N. y A. Botello, 1995. Bacterias Coliformes, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.
- Bensen, H., 1994. Microbiological applications, citado en Figueroa-Zavala B., 2007. Contaminación de Origen Fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México .
- Davies, C.M., 1995, Microbiology, citado en Figueroa-Zavala B., 2007. Contaminación de Origen Fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México.
- Escobar, J., 2002, La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar, División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, Naciones Unidas.
- Fishman M. and S. Downs, “Methods for Analysis of Selected Metals in Water by Atomic Absorption”, Geological Survey Water Supply Paper 1540-C, U, S. Government Printing Office, Washington, D. C. , 1996, citado en Perkin Elmer, 1996, Analytical Methods. Atomic Absorption Spectroscopy.
- Ford T., y Colwell, 1996. A global decline in microbiological safety of water: a call for action, citado en Figueroa-Zavala B., 2007. Contaminación de Origen Fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México.
- Gruber. S.L, et. al., 2005. Sediments as a reservoir of indicator bacteria in a coastal embayment. Citado en Figueroa-Zavala B., 2007. Contaminación de Origen Fecal en el corredor costero Barra de Tonameca-bahía de Puerto Ángel-La Mina, Oaxaca, México.
- Montaño M., et. al., 2006. Monitoreo y manejo de la calidad de agua costera. PMRC.
- Orozco C. 2008. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas (México), Higiene y Sanidad Ambiental, 8: 348-354 (2008).
- Rodríguez, A., 2002. Caracterización de la calidad de las aguas y sedimentos del río Atacames, INOCAR-Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 12 (1) 2003-2004, pp. 13 -20.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005, Edición 21.
- Solórzano L., Boletín Científico y Técnico Vol. VII, No. 1 “Instrumentación y Análisis Químico de Agentes Contaminantes en el Mar”, Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL, 2003, Libro VI Anexo 1-Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Yanez-Arancibi. A y J. Zárate, 1992. Implicaciones ecológicas y de impacto ambiental, citado en Becerra-Tapia N. y A. Botello, 1995. Bacterias Coliformes, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.