

## DISTRIBUCIÓN DE COLIFORMES FECALLES EN EL ÁREA MARINA DE LA COSTA ECUATORIANA EN LAS PROVINCIAS DE ESMERALDAS Y MANABÍ, 2008-2013

*Carmen Palacios<sup>1</sup>*

### RESUMEN

Se describe una evaluación del estado de contaminación por bacterias coliformes fecales en las provincias de Esmeraldas y Manabí en el área marino-costera ecuatoriana, entre los meses de marzo a mayo del 2008 al 2013, de una muestra de n=109 datos. De los resultados obtenidos se evidencia contaminación bacteriana en sitios muy puntuales como desembocadura del río Esmeraldas, estuario del río Chone y frente a las poblaciones de Esmeraldas, La Chorrera en Pedernales, Bahía de Caráquez, Jaramijó y Manta. Se establece un criterio de evaluación en base al límite máximo permisible de 200 NMP/100ml para aguas de mar y estuarinas, descritas en el libro VI anexo 1 del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), dando como resultado que las estaciones más alejadas de la costa representan el 65% de áreas no contaminadas por bacterias, por lo que son consideradas como ambientes saludables, y que el 35%, localizadas muy cerca de las poblaciones, presentan contaminación consideradas de moderadas a severas.

### ABSTRACT

Here, we describe an evaluation of fecal coliform bacteria contamination state in the ecuadorian river side area in the provinces of Esmeraldas and Manabí, between march and may from 2008 to 2013, from an n = 109 data samples. From the results, it is pretty obvious the bacteria contamination in very specific places such as Esmeralda's river mouth, Chone's river estuary and the opposite side of the main population from the studied areas such as Esmeraldas, La Chorrera in Pedernales, Bahia de Caraquez, Jaramijo and Manta. It provides an evaluation based on the maximum limit allowed of 200 NMP/100 ml for estuarine and sea waters as it's described on the chapter VI annex 1 of Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), as a result the 65% of the stations far away from the offshore don't show bacterial contamination, been considered healthy environments, and the 35% located in close proximity from population show from moderate to severe contamination.

**Palabras claves:** coliformes fecales, número más probable (NMP), límite máximo permisible (LMP), Texto Unificado de la Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

---

<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico de la Armada. Base Naval Sur-Vía a Pto. Marítimo-Av. 25 de Julio. Guayaquil-Ecuador  
e-mail: carmen.palacios@inocar.mil.ec

## INTRODUCCIÓN

La población asentada a lo largo de la zona costera ecuatoriana está dedicada a actividades de pesca, turismo, agrícola, industrial, entre otras, producto de lo cual se generan aguas residuales que son descargadas directa o indirectamente los cuerpos de agua cercanos como ríos, estuarios o al mar. Esto conlleva a que los ecosistemas se afecten de manera negativa con problemas de contaminación ambiental.

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), en el 2010 la proporción de viviendas ecuatorianas con acceso a servicio de recolección de basura fue de 77% a nivel nacional, aunque con grandes diferencias en detrimento de las poblaciones de zonas rurales, donde apenas 45% de las viviendas cuentan con dicho servicio. La principal fuente de contaminación de los ríos son –además del vertido incontrolado de residuos industriales que aún no está cuantificado– los residuos sólidos de origen doméstico, que en 23% de los hogares no es recolectado, mientras que las aguas servidas de origen doméstico, en un 10% de los hogares no tiene servicio higiénico y descargan directamente al mar, río, lago o quebrada. A esto se suma que de las aguas servidas que sí son eliminadas a través de la red de alcantarillado (66,6%), solo 5% efectivamente recibe tratamiento (OPS. 2012).

Existen muchos parámetros indicadores de calidad de agua, siendo uno de los más importantes el grupo coliforme, que son microorganismos relativamente inofensivos que viven en grandes cantidades en los intestinos de seres humanos y animales de sangre caliente o fría. Dentro de este grupo, existe un subgrupo que son los coliformes fecales, donde su bacteria principal es la *Escherichia coli*. La presencia de estas bacterias en el agua nos indica contaminación fecal, siendo su fuente principal las descargas de aguas residuales domésticas e industriales y la presencia de basura (Orellana, J. 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 109 estaciones durante los años 2008 al 2013 correspondientes al proyecto Caracterización Oceanográfica en el área marino-

costera frente a las provincias de Esmeraldas y Manabí durante los meses de marzo a mayo, de las cuales 33 se localizaron frente a Esmeraldas, y 76 distribuidas frente a Pedernales, Bahía de Caráquez, Jaramijó y Manta. Tabla No.1.

| Provincia      | Lugar                                                | Fecha      | No. Estaciones |
|----------------|------------------------------------------------------|------------|----------------|
| Esmeraldas     | Frente a la población                                | Mayo 2012  | 13             |
| Esmeraldas     | Desembocadura de río Esmeraldas y frente a población | Marzo 2010 | 20             |
| Manabí         | Pedernales                                           | Abril 2013 | 21             |
| Manabí         | Bahía de Caráquez                                    | Marzo 2012 | 25             |
| Manabí         | Bahía de Jaramijó                                    | Abril 2008 | 15             |
| Manabí         | Manta                                                | Marzo 2011 | 15             |
| Total de datos |                                                      |            | 109            |

Tabla No. 1. Áreas estudiadas durante 2008 a 2013

Para la obtención de las muestras de agua superficial se realizó un muestreo simple y directo en envases limpios y estériles, luego fueron preservadas en refrigeración y transportadas al laboratorio. Para el análisis se utilizó el método de Tubos Múltiples por Fermentación (9221E) descrito en el Standard Methods más los respectivos controles de calidad para blancos, medios de cultivos y ambiente.

## RESULTADOS

**En Esmeraldas**, se aprecian concentraciones bajas de coliformes fecales en las estaciones más lejanas a la costa en un rango de <3 NMP/100ml (mínimo detectable, prácticamente ausencia de coliformes), mientras que las concentraciones más altas se localizaron cercanas a la población y desembocadura del río Esmeraldas con valores que fluctúan entre 93 a 4600 NMP/100ml. El Puerto Artesanal Pesquero de Esmeraldas conocido como PAPES, presentó también concentraciones altas de coliformes entre 400 a 11000 NMP/100ml.

**En la provincia de Manabí** se recolectó información en cuatro poblaciones importantes, asentadas a lo largo del perfil costanero:

**Pedernales.-** se registraron concentraciones entre  $<3$  hasta 150 NMP/100ml en toda el área estudiada no evidenciando contaminación por coliformes fecales, a excepción del punto muestreado frente a Punta La Chorrera donde se obtuvo una concentración de 1200 NMP/100ml, cabe indicar que en esta área se asienta una población pequeña (La Chorrera) dedicada a la pesca por lo que en el sector se acoderan embarcaciones menores.

**Bahía de Caráquez.-** las concentraciones más bajas entre  $<3$  a 150 NMP/100ml se ubicaron lejanas a la costa y en los perfiles extremos del área estudiada, mientras que las más altas fluctuaron entre 240 a 2400 NMP/100ml encontrándose muy cerca a las poblaciones de Bahía de Caráquez, San Vicente, y en el Estuario del río Chone hasta la altura de la Isla Corazón, sitio donde se ubicaron las últimas estaciones estudiadas en esta área.

**Jaramijó.-** Esta área se presentó casi libre de coliformes fecales con valores mínimos de  $<3$  a 40NMP/100ml, a excepción de dos estaciones muy puntuales localizadas frente a la población con concentraciones de 1200 NMP/100ml y 240 NMP/100ml.

**Manta.-** Las concentraciones de coliformes fecales estuvieron entre  $<3$  a 120 NMP/100ml, a excepción de dos estaciones muy puntuales localizadas cercana al muelle de la Autoridad Portuaria (1200 NMP/100ml) y otra más distante al muelle (240 NMP/100ml).

En la Figura No. 1 se presenta una distribución de coliformes fecales, utilizando dispersión de datos, que nos permite identificar los sitios puntuales contaminados por estas bacterias, observando una tendencia de rangos altos a bajo de norte (Esmeraldas) a sur (Manabí).

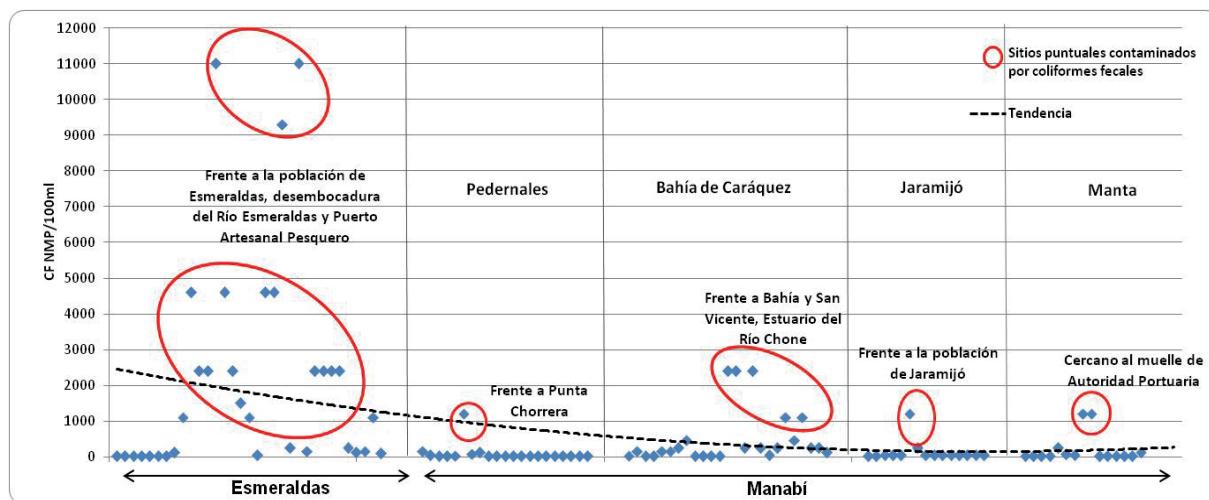


Figura No. 1. Distribución de coliformes fecales y determinación de sitios contaminados por esta bacteria.  
Fuente: Datos INOCAR 2008 a 2013.

## DISCUSIÓN

Los ambientes marino-costeros están sujetos a procesos continuos de contaminación por aguas servidas debido al aumento de la población a nivel mundial y al incremento en la demanda de los recursos marinos para usos turísticos (Herrera, A. y P. Suárez. 2005).

En Ecuador, el 92% de las aguas residuales generadas en viviendas e industrias son descargadas de manera directa a los cuerpos de agua sin tratamiento previo, que en algunos casos como los ríos son la fuente de abastecimiento del líquido vital para la población, causando un aumento significativo en el número de enfermedades por infecciones estomacales. A pesar de que en estos últimos años, se ha trabajado bastante en el mejoramiento de servicio

de alcantarillado, el problema de contaminación del agua por bacterias es latente (Ortega, G. y S. Poveda. 2012).

La estimación de las bacterias del grupo de los coliformes en los cuerpos de agua se ha utilizado a nivel mundial durante varias décadas como indicadores de su calidad bacteriológica. Uno de los fundamentos para establecer este parámetro como indicador de calidad, es que estos microorganismos provienen principalmente de los tractos digestivos de animales de sangre caliente, por lo que su presencia está relacionada con descargas muy recientes de aguas residuales no tratadas, de tipo doméstico y pecuario, además

que están relacionadas con varios patógenos más difíciles de detectar, como son *Salmonella*, *Shigella* y *Vibrio*. La Organización de las Naciones Unidas considera a los coliformes fecales entre sus Indicadores de Desarrollo Sustentable (ONU. 2004; AWWA. 2002).

En Ecuador, se tiene un criterio de calidad para aguas de mar y estuarianas descrito en el libro VI Anexo 1, Tabla 3 del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, con un límite máximo permisible de 200 NMP/100ml, lo que permitió establecer un criterio de evaluación para este estudio definido en la tabla No.2. y graficado en la Figura No.2.

| Coliformes Fecales NMP/100 ml | Escala de colores | Criterio de evaluación                                                                        |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| >3 a 100                      |                   | Aguas no contaminadas                                                                         |
| 100 a 200                     |                   | Aguas no contaminadas, con tendencia a sobrepasar el LMP                                      |
| 200                           | LMP               | Límite máximo permisible. Criterio de calidad para aguas marinas y estuarianas (TULSMA. 2003) |
| 200 a 1100                    |                   | Aguas contaminadas                                                                            |
| <1100                         |                   | Aguas muy contaminadas                                                                        |

Elaborado: Palacios C., 2013.

Tabla No. 2.- Criterio de evaluación para calidad microbiológica  
Elaborado: Palacios C., 2013.

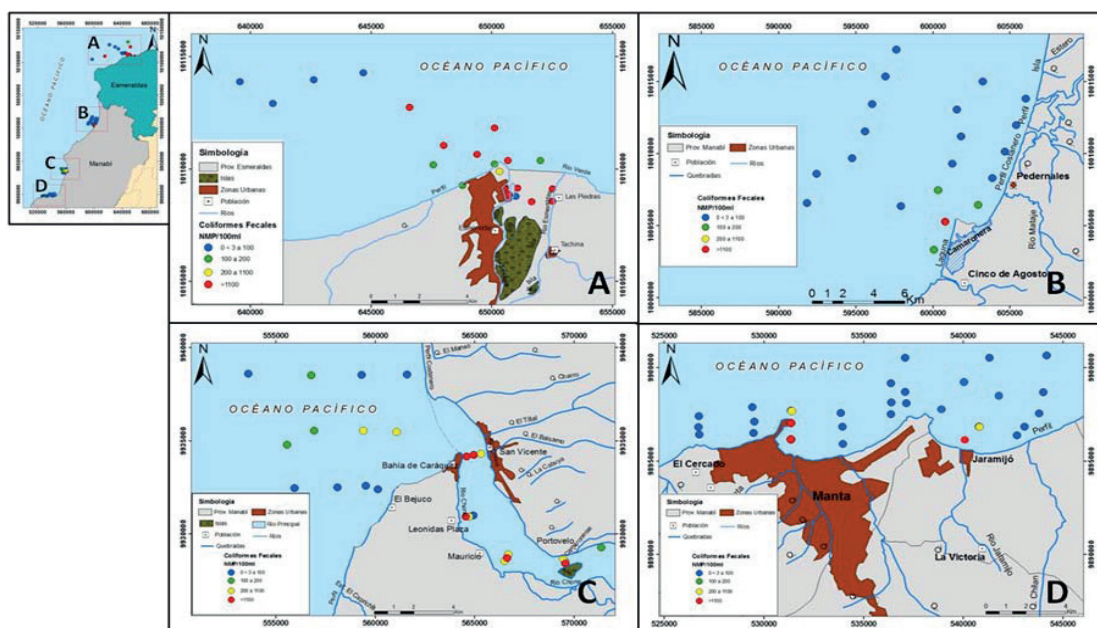


Figura No. 2.- Evaluación de calidad microbiológica en las áreas: Provincia de Esmeraldas: A) Frente a la población y río Esmeraldas; Provincia de Manabí: B) Pedernales; C) Bahía de Caráquez y río Chone; D) Jaramijó y Manta.

Fuente: Datos INOCAR 2008 a 2013.

La evaluación de calidad microbiológica de un número de 109 mediciones, indica que en las áreas estudiadas el 53% no presenta contaminación por coliformes fecales (rango de <3 a 100 NMP/100ml), un 12% a pesar de no estar contaminadas tiene una tendencia a sobrepasar el límite máximo permisible (rango de 100 a 200 NMP/100ml), un 10% presenta contaminación por bacterias moderadas (rango de 200 a 1100 NMP/100ml) y un 25% indica una alta contaminación por bacterias, considerada como severa.

## CONCLUSIONES

Se concluye que las áreas más alejadas de la costa no presentan contaminación, pero al tener un acercamiento a las mismas, se evidencia una tendencia a sobrepasar el límite máximo permisible de 200 NMP/100ml. Se identifican sitios puntuales que registran valores superiores al límite máximo permisible, localizados muy cercanos a la costa, siendo de norte a sur en el perfil costero estudiado: frente a la población de Esmeraldas, desembocadura del río Esmeraldas y Puerto Artesanal Pesquero (Provincia de Esmeraldas), frente a punta La Chorrera en Pedernales, frente a las poblaciones de Bahía de Caráquez y San Vicente, estuario del río Chone, frente a la población de Jaramijó, frente al muelle de Autoridad Portuaria en Manta (Provincia de Manabí).

Los datos máximos obtenidos fueron producto del aporte antropogénico de las poblaciones principales en las áreas estudiadas, además de la influencia del ríos o estuarios, cabe indicar que a esto se suma que las fechas de muestreos realizados fueron en la época húmeda, coincidentes con la temporada vacacional y feriados como Carnaval y Semana Santa, cuando aumenta considerablemente la afluencia de turistas hacia las playas de estas localidades.

De la evaluación de calidad microbiológica realizada en las áreas marino costeras estudiadas, se concluye que el 65% no presenta contaminación por bacterias considerando estos ambientes como saludables, mientras que el 35%

con sitios muy puntuales presenta contaminación de moderada a severa.

## AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a los Directivos del INOCAR por el apoyo brindado en las campañas de muestreo, a la Lcda. Evelina Peña por la traducción del abstract, y a la Ing. Geo. María Fernanda Quiñónez por la elaboración de los mapas.

## BIBLIOGRAFÍA

**AWWA American Water Works Association. 2002.** "Calidad y tratamiento del agua". Manual de suministro de agua comunitaria". 5ta Edición. Madrid.

**Herrera, Antonio y Paula Suarez. 2005.** Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. Revista Interciencia ISSN 0378-1844.

**INOCAR. 2008.** Datos de coliformes fecales del Informe técnico de calidad de agua en el área de Jaramijó. Proyecto Caracterización Oceanográfica.

**INOCAR. 2010.** Datos de Memorias técnicas del puerto de Esmeraldas- Calidad de agua.

**INOCAR. 2011.** Datos de coliformes fecales del Informe técnico de calidad de agua en el área de Manta. Proyecto Caracterización Oceanográfica

**INOCAR. 2012.** Datos de coliformes fecales de la campaña marzo 2012 en el área de Bahía de Caráquez, proyecto Caracterización Oceanográfica.

**INOCAR. 2012.-** Datos de coliformes fecales del Informe de calidad de agua y sedimento del área de Esmeraldas.

**INOCAR. 2013.** Datos de coliformes fecales de la campaña abril 2013 en el área de Pedernales, proyecto Caracterización Oceanográfica.

**ONU. 2004.** Indicadores de los aspectos sociales del desarrollo sostenible. Organización de las Naciones Unidas.

**OPS. 2012.** Salud en las Américas. Publicación científica y técnica No. 636 Organización Panamericana de la Salud. Situación de la salud ambiental en el Ecuador (referencia del Ministerio de Salud Pública, 2009).

**Orellana, Jorge. 2005.-** Ingeniería Sanitaria-UTN – FRRO. Contaminación Versión: 2005.

**Ortega, Glenda y Sylvia Poveda. 2012.** La calidad y el tratamiento a paso lento. Artículo revista Vistazo.

**TULSMA. 2003.** Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, actualizado a Diciembre 2008. Corporación de Estudios y Publicaciones. Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3516, publicado en el Registro Oficial N° E 2, de 31 de marzo de 2003.