



**Medición y evaluación de los parámetros del indicador  
de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el  
modelo del índice de calidad ambiental de playas  
turísticas (ICAPTU)**

**Kriss Carolina Ovalle Socarras**

**Universidad Magdalena**

Facultad, Ingeniería  
Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.  
Santa Marta, Colombia  
2019



# **MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL SANITARIA (ICAS) CONTENIDO EN EL MODELO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURÍSTICAS (ICAPTU)**

**KRISS CAROLINA OVALLE SOCARRAS**

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Ambiental y Sanitario.**

Director (a):

PhD. Camilo-Mateo Botero Saltarén

Codirector (a):

Diana Carolina Tamayo Bastamente

Línea de Investigación:

Convocatoria Colciencias 748 de 2016

“Construcción de un Indicador de Calidad Ambiental Ecosistémica en las Playas  
Turísticas del Caribe Norte Colombiano - ICAPTU III”.

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación en Sistemas Costeros

Universidad del Magdalena

Facultad de Ingeniería.

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Santa Marta, Colombia

2019

# Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario.

---

Jurado

---

Jurado

Santa Marta, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

*(Dedicatoria o lema)*

*Esto se lo dedico a Dios, mis padres que ha sido mi principal apoyo. Y a mi alma mater, Unimagdalena que me formo profesionalmente.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Toda la gloria y cada triunfo siempre será para Dios, sin el nada hubiese sido posible. Mis padres que son el motor de mi vida, mis hermanas, mi sobrina y familia en general, todo lo hago por y para ustedes siempre. A Marlon Mendoza, por todo el apoyo durante estos cinco años de carrera, mi compañero de pasantía Luis Angel Guerra. Y a todas las personas que siempre me apoyaron y creyeron en mí.

Agradezco también a mi querida Universidad de Magdalena por su excelente formación, pero no hubiese sido posible sin la ayuda de los docentes esforzados que con su dedicación sembraron conocimientos y valores para mi crecimiento personal y profesional. al grupo de investigación Sistemas Costeros por brindarnos la oportunidad, A Colciencias por apoyar e incentivar la investigación.

# RESUMEN

En la Costa Caribe existen muchas playas internacionalmente conocida por su belleza paisajista, convirtiéndola en un atractivo turístico para ser el destino de miles de personas anualmente que hacen uso de ese recurso, es importante que las condiciones en que se desarrollen las actividades recreativas o económicas como la pesca se desplieguen de manera adecuada, sin causar ningún tipo de afectación a la salud humana. Debido a eso, se ha presentado una propuesta que busca identificar y conocer las condiciones sanitarias de las playas, para identificar los riesgos que puede tener en la salud humana logrando así conservar las condiciones ambientales del medio. La propuesta del modelo del Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas – ICAPTU- dispone de herramientas metodológicas para la valoración de un Índice de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS), El proyecto ha enmarcado su plan de trabajo en la medición y evaluación de los parámetros que conforman el ICAS, entre los que se encuentran parámetros como, *E. Coli*, *Enterococcus*, Parásitos en arena (Seca/húmeda), Residuos Sólidos Flotantes, Microplásticos de lo cual se realizaron cuatro (4) monitoreos en dos (2) playas turísticas de la ciudad de Santa Marta (Playa Blanca y Playa Pozos Colorados).obteniendo indicadores favorables en las muestras microbiológicas, pero de la cual se deben realizar los respectivos controles y seguimiento o implementación de políticas encaminadas al manejo adecuado de los desechos orgánicos e inorgánicos. No se encontró presencia de residuos sólidos flotables ni parásitos en arena. Se encontró presencia de microplásticos en las 2 playas, las cuales corresponden en un 60% a fibras de plástico.

**Palabras claves:** ICAPTU, ICAS, playas turísticas, Costa Caribe, Contaminación microbiológica, Sanitarias, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## Abstract

In the Caribbean Coast there are many beaches internationally known for its scenic beauty, turning it into a tourist attraction to be the destination of thousands of people annually who make use of this resource, it is important that the conditions in which recreational or economic activities such as fisheries are deployed in an appropriate manner, without causing any type of affectation to human health. Due to that, a proposal has been presented that seeks to identify and know the sanitary conditions of the beaches, to identify the risks that can have on human health, thus achieving to conserve the environmental conditions of the environment. The model proposed by the Tourism Quality Environmental Quality Index - ICAPTU - has methodological tools for the evaluation of an Environmental Health Quality Index (ICAS). The project has framed its work plan in the measurement and evaluation of the parameters that make up the ICAS, among which are parameters such as, E. Coli, Enterococcus, Parasites in sand (Dry / wet), Floating Solid Residues, Microplásticos of which four (4) monitored in two (2) tourist beaches of the city of Santa Marta (Playa Blanca and Pozos Colorados Beach). Obtaining favorable indicators in microbiological samples, but from which the respective controls must be carried out and follow-up or implementation of policies aimed at the adequate management of organic and inorganic waste. There was no presence of floating waste or parasites in sand

**Keywords:** ICAPTU, ICAS, tourist beaches, Caribbean Coast, microbiological contamination, Sanitary, Playa Blanca, Pozos Colorados.

# Contenido

Pág.

Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
Área de Estudio.....	4
Metodologías de Muestreo .....	6
<b>1. Capítulo 1: Evaluación del parámetro Escherichia Coli .....</b>	<b>11</b>
1.1 Introducción.....	11
1.2 Resumen .....	13
1.3 Metodología.....	14
1.3.1 Etapa pre – muestreo: Preparación de Medios de Cultivo y Esterilización de Materiales. ....	14
1.6 Bibliografía.....	24
<b>2. Capítulo 2: Evaluación del parámetro Enterococcus. ....</b>	<b>27</b>
2.1 Introducción.....	27
2.2 Resumen .....	28
Abstact.....	28
2.3 Metodología.....	29
2.3.1 Etapa pre – muestreo: Preparación de medio - Esterilización de Materiales....	29
2.3.2 Toma de Muestras .....	30
2.4 Resultados y discusión .....	31
2.5 Conclusiones y recomendaciones .....	35
2.6 Bibliografía.....	36
<b>3. Capítulo 3: Evaluación del parámetro parásitos.....</b>	<b>39</b>
3.1 Introducción.....	39
3.2 Resumen .....	40
Abstract .....	40
3.3 Metodología.....	41
3.3.2 Toma de Muestras .....	42
3.4 Resultados y discusión .....	43
2.5 Conclusiones y recomendaciones .....	45
2.6 Bibliografía.....	46
<b>4. Capítulo 4: Evaluación del parámetro Residuos Sólidos Flotantes.....</b>	<b>48</b>
4.1 Introducción.....	48
4.2 Resumen .....	50
Abstract .....	50
4.3 Metodología.....	51
4.4 Resultados y discusión .....	54

4.5	Conclusiones y recomendaciones .....	55
4.6	Bibliografía.....	57
<b>5.</b>	<b>Capítulo 5: Evaluación del parámetro Microplásticos .....</b>	<b>59</b>
<b>5.4</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>69</b>
<b>5.5</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
	<b>Conclusiones .....</b>	<b>73</b>
	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>74</b>

# Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> mapa georreferenciado de las playas del departamento a monitorear.....	4
<b>Figura 2.</b> Monitoreos en área de estudio de Playa Blanca.....	9
<b>Figura 3.</b> toma de muestra en área de estudio.....	10
<b>Figura 4.</b> Refrigeración de muestras microbiológicas en el área de estudio.....	10
<b>Figura 5.</b> Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Figura 6.</b> Evolución mensual de la calidad del agua marino-costera evaluada con el ICAM en las estaciones de monitoreo de la zona costera del departamento del Magdalena durante el año 2015.....	17
<b>Figura 7.</b> Niveles de E.coli en la Playa Blanca y Pozos Colorados en los cuatro monitoreos.....	18
<b>Figura 8.</b> Niveles de E.coli en agua y arena en Pozos Colorados , durante en los cuatro monitoreos.....	20
<b>Figura 9.</b> Niveles de E.coli en agua y arena en Pozos Colorados , durante en los cuatro monitoreos.....	21
<b>Figura 10.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro E.coli en Playa Blanca.....	22
<b>Figura 11.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro E.coli en Pozos Colorados.....	22
<b>Figura 12.</b> Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.....	30
<b>Figura 13.</b> Niveles de Enterococcus en la Playa Blanca y Pozos Colorados en los cuatro monitoreos.....	31
<b>Figura 14.</b> Valores de Enterococcus y E.coli en Playa Blanca cada monitoreo.....	32
<b>Figura 15.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Pozos Colorados.....	34
<b>Figura 16.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Playa Blanca.....	34
<b>Figura 17.</b> Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.....	42
<b>Figura 18.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro de parásitos en Pozos Colorados.....	44
<b>Figura 19.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Pozos Colorados de Parásitos en Playa Blanca.....	44
<b>Figura 20.</b> Esquema de dispositivo multifilamento para toma de muestras.....	51
<b>Figura 21.</b> Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.....	52
<b>Figura 22.</b> Esquema de muestreo perpendicular a la línea de costa.....	53
<b>Figura 23.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro residuos flotantes Playa Blanca.....	54
<b>Figura 24.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro residuos flotantes Pozos Colorados.....	54
<b>Figura 25.</b> zona de toma de muestra.....	62
<b>Figura 26.</b> Metodología NALG para la clasificación de playas según los residuos sólidos.....	63

<b>Figura 27.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en Pozos Colorados.....	64
<b>Figura 28.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro microplásticos en Playa Blanca. ....	65
<b>Figura 29.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en Pozos Colorados en relación con el tamaño de la partícula. ....	65
<b>Figura 30.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en playa Blanca en relación con el tamaño de la partícula. ....	66
<b>Figura 31.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en relación con el tamaño de la partícula Pozos Colorados. ....	67
<b>Figura 32.</b> Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en relación con el tamaño de las partículas Playa Blanca. ....	68

# Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> frecuencias y horarios de recolección de muestras. ....	6
<b>Tabla 2.</b> Directiva del consejo 76/160/EEC. ....	19
<b>Tabla 3 :</b> Relación E.coli y Enterococcus B. horizonte y Playa Blanca .....	33
<b>Tabla 4.</b> Reactivos Solución Sheather.....	41

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>%</b>	Porcentaje
<b>E</b>	Enterococos
<b>E.coli</b>	Escherichia Coli
<b>EC</b>	Escherichia Coli
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental (Estados Unidos)
<b>ICAPTU</b>	<b>Indice de Calidad Ambiental Sanitaria</b>
<b>ICAS</b>	Metro
<b>ml</b>	Mililitro
<b>MP</b>	Microplásticos
<b>SISCO</b>	Ordenados alfabéticamente; siglas en glosario.
<b>UFC</b>	Unidades formadoras de colonias



## Introducción

El turismo, el crecimiento demográfico e industrial a nivel mundial ha generado impactos sobre medio natural incluyendo a las zonas costeras. Las playas del Caribe colombiano se han convertido en objetivos de estudio por parte de la comunidad científica. Evaluado la calidad ambiental de las playas a través de parámetros microbiológicos del agua, llegando a la conclusión de que la calidad de las aguas en las zonas costeras en Colombia, se ha visto impactada por la degradación física y ecológica de las áreas terrestres costeras y el aumento de la contaminación de las aguas profundas y cercanas a las costas a partir de fuentes terrestres (Marín et al., 2004).

Las playas se convirtieron en un atractivo recreacional para el ser humano, el crecimiento desmedido de infraestructuras e industrias en zonas cercanas a la costa indujeron a que algunas actividades antrópicas como vertimientos, inadecuado manejo de residuos sólidos y escorrentías terminaran en los cuerpos de agua ocasionando la proliferación de muchos microorganismos, así mismo algunos estudios demuestran que si existe el riesgo de infección, debido a que la contaminación bacteriana en aguas por contacto primario o para uso recreativo (natación, turismo, recreación, etc.) agregando que es una de las principales causas de infecciones gastroentericas, dermatológicas, respiratorias y de los oídos de los bañistas (Henrickson et al., 2001).

A pesar que la calidad ambiental de las playas es un problema de conocimiento global y de carácter común, es de resaltar que entidades ambientales se han encargado de evaluar la calidad de las zonas marinas y costeras en la ciudad, pero puntualmente no existen datos medidos dentro de la zona de baño que nos den los valores de concentración de contaminantes y su dispersión sobre el área de estudio, que nos permita emitir juicios sobre las calidad ambiental de las playas para ejecutar así medidas de alerta y prevención que posteriormente, no se convierta en un problema de salud pública.

Debido a la importancia de realizar estudios sanitarios dentro de las playas, el Grupo de Investigación en Sistemas Costeros – SISCO- que participa en el desarrollo del programa “Índice de Calidad Ambiental en Playas Turísticas” (ICAPTU), diseñó un modelo para evaluar e identificar los riesgos potenciales a los que se encuentra expuesto el grupo de bañistas cuando están en sus actividades de recreación. En este proceso se ejecutó la

metodología planteada analizando los resultados de las condiciones encontradas en cada una de las playas, para que se sirvan de base para futuras políticas y controles de las autoridades competentes.

Conscientes de su compromiso regional, Debido a la carencia de parámetros que existía, un grupo de investigadores en el 2010 desarrollo un proyecto ICAPTU, que busca establecer un modelo por medio del cual desarrollar otros parámetros que nos ayuden a entender el comportamiento, las características de todo el sistema e incorporar un análisis integral de la calidad ambiental de las playas turísticas en el Caribe Norte Colombiano. La Universidad del Magdalena en cooperación con la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, la Universidad de la Guajira han adelantado gestiones para el desarrollo de un programa de investigación conjunto que se concentra en conocer las condiciones de calidad ambiental de las playas del Caribe norte colombiano, a través del monitoreo permanente de parámetros ambientales específicos y su representación por medio de indicadores. Con esta iniciativa se busca respaldar el trabajo de las instituciones competentes y promover a nivel nacional la discusión sobre la calidad ambiental en las playas turísticas (Botero et al., 2012).

El proyecto ha enmarcado su plan de trabajo en la medición y evaluación de los parámetros que conforman el ICAS, entre los que se encuentran parámetros como *E. Coli* en agua, *Enterococcus* en arena, Parásitos en arena (Seca/húmeda), Residuos Sólidos Flotantes y Microplásticos. Que se desarrolló en dos playas de Santa Marta, Pozos Colorados y Playa Blanca del departamento del Magdalena. El presente informe muestra los resultados de los 4 monitoreos realizados en dos playas de la ciudad en los meses de julio a noviembre del 2018. para estimar la magnitud que han tenido los impactos ambientales origen de las actividades antrópicas.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

Medir y evaluar los parámetros del Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas (ICAPTU).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar el monitoreo de los cinco (5) parámetros del Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS), en las playas turísticas de Pozos Colorados y Playa Blanca de Santa Marta, Magdalena.
- Compilar los datos del monitoreo de los cinco (5) parámetros del Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) de las dos (2) playas turísticas de Santa Marta monitoreadas en el proyecto ICAPTU III.
- Realizar el procesamiento estadístico de los datos obtenidos en el monitoreo de los cinco (5) parámetros del Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) para (2) playas de Santa Marta consideradas en el proyecto ICAPTU III.
- Analizar los cinco (5) parámetros del Indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) con base en los resultados obtenidos en los monitoreos de las dos (2) playas turísticas consideradas en el proyecto ICAPTU III.

## Área de Estudio

### Departamento del Magdalena

El Departamento del Magdalena está situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe; localizado entre los 08°56'21" y 02°18'24" de latitud norte y a los 73°32'59" y 74°55'51" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.188 km<sup>2</sup> lo que representa el 2.0 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe, por el este con los departamentos de La Guajira y Cesar, por el Sur y Oeste con el río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Bolívar y Atlántico (Martinez, 2018).

**Figura 1.** mapa georreferenciado de las playas del departamento a monitorear.



**Fuente.** *Elaboración propia a partir de Google Earth, 2018.*

### **Playa Blanca**

Playa Blanca es una de la playa más visitada en la ciudad de Santa Marta, por su atractivo turístico compuesto bellos escenarios naturales que contienen especies marinas y arrecifes coralinos, está situada aproximadamente a 11°13'8.68" latitud N y 74°14'17.62" longitud O, se encuentra al sureste de la ciudad de Santa Marta, y se llega desde el balneario el Rodadero descrito anteriormente, luego de un viaje de a próximamente 10 minutos en lancha, posee una longitud de 423 metros de línea de costa, con un ancho seco promedio de aproximadamente 20 metros, la toma y recolección de los datos correspondientes a los parámetros se realizaron en todo el largo de la playa. Presenta múltiples establecimientos posterior a la zona de servicios, incluidos servicio de baños, cuenta con cada uno de los espacios establecidos para el ordenamiento de playas y se presentan múltiples servicios a las personas locales y visitantes, tales como servicio de restaurantes, artefactos e instalaciones mecánica para la recreación, venta de alimentos, fotografía, careteo entre otros.

### **Pozos Colorados**

Pozos Colorados se encuentra ubicado aproximadamente a 11° 9'57.72" latitud N y 74°13'49.59" longitud O, es una playa de gran extensión, aproximadamente 5 kilómetros y entre 150 a 140 metros de anchura, y ocupada por enclaves turísticos como Irotama y Santamar (López, 2011). Sin embargo, para la toma de muestras de esta playa se hizo en un tramo de 1.100 metros de longitud que van desde la zona de mangles, hasta el hotel los Veleros. En este lugar se presenta una gran variedad de servicios muy comunes en este tipo de espacios, como restaurantes, actividades mediante el uso de artefactos recreativos, servicio de carpas, hoteles y venta de alimentos como cocteles, bebidas, entre otros.

Se debe hacer una descripción de las dos (2) playas turísticas monitoreadas incluyendo, entre otras cosas, su ubicación geográfica, dimensiones (longitud/ancho/área) del tramo específico donde se hicieron los muestreos, vías y/o rutas de acceso a la playa, descripción del área de influencia directa, descripción de las actividades y servicios ofrecidos en la playa, descripción de la infraestructura sanitaria (baños, ducha, otros) disponibles en la playa y descripción del nivel de organización existente (cooperativas, asociaciones, otros) en la playa en cuanto a los prestadores de servicios turísticos. En esta sección se deberá incluir un mapa georreferenciado para cada una de las áreas de estudio.

## Metodologías de Muestreo

En este momento empieza la ejecución de la segunda fase, que consta de llevar a campo lo establecido en los protocolos y los que se encuentran las referencias bibliográficas para poder llevar a cabo cada uno de lo que se ha trazado para el desarrollo de la pasantía, como se establece en la tabla 1 donde se establecen la frecuencia y los días de monitoreos de Playa Blanca y Pozos Colorados. En este cuadro se describe cada uno de los puntos de monitoreos:

**Tabla 1.** frecuencias y horarios de recolección de muestras.

Indicador	Día	Frecuencia	Horario	
			Mañana	Tarde
Parásitos	Domingo	Mañana/Tarde	8:00 a. m.	3:00 p. m.
<i>E.coli</i>	Domingo	Mañana/Tarde	8:00 a. m.	3:00 p. m.
Residuos sólidos flotantes	Sábado	Mañana/Tarde	11:00 a. m.	3:00 p. m.
Enterococos	Domingo	Mañana/Tarde	8:00 a. m.	3:00 p. m.
Microplásticos	Domingo	Mañana/Tarde	10:00 a. m.	2:00 p. m.

*Fuente.* Elaboración propia, 2018.

En la figura 2 se muestran los puntos destinados para hacer el monitoreos de Microplásticos en el punto 1 en Playa Blanca, se encontraba como referencia una caseta de salvavidas que se destinaba como la parte central de la playa donde existía mayor presencia de turistas, el punto 2 estaba direccionado hacia el extremo donde existía un significativo asentamiento de turistas porque se encontraban cercanos a restaurantes, y el punto 3 estaba donde empieza la zona de reposo.

**Figura 2.** área de estudio en Playa Blanca con los puntos monitoreados.



**Fuente.** Google Earth.

Para los puntos de Pozos Colorados se encontraron en el Punto 1 un edificio el Punto 2 la entrada de la población hacia el mar y el punto 3 que se encontraba en la zona de reposo y era identificada por el espolón que tenía en el mar.

**Figura 3.** área de estudio en Pozos Colorados con los puntos monitoreados



**Fuente.** Google Earth.

**Tabla 2.** Coordenadas de los puntos de monitoreos de Playa Blanca

Parámetros	Coordenadas		Descripción
<b>Microplásticos</b>	11 ° 13'8.24 "N	74 ° 14'18.79" O	Punto 1
	11 ° 13'6.82 "N	74 ° 14'17.95" O	Punto 2
	11 ° 13'9.46 "N	74 ° 14'19.80" O	Punto 3
<b>Escherichia Coli</b> <b>Enterococos</b> <b>Parásitos</b>	11 ° 13'8.24 "N	74 ° 14'18.79" O	Punto 1
<b>Residuos Sólidos Flotantes</b>	11 ° 13'8.16 "N	74 ° 14'18.72" O	Punto 4
	11 ° 13'6.82 "N	74 ° 14'17.95" O	Punto 5
	11 ° 13'8.48 "N	74 ° 14'18.82" O	Punto 6
	11 ° 13'9.81 "N	74 ° 14'18.72" O	Punto 7

**Tabla 3.** Coordenadas de los puntos de monitoreos de Pozos Colorados.

Parámetros	Coordenadas		Descripción
<b>Microplásticos</b>	11 ° 9'55.56 "N	74 ° 13'50.24" O	Punto 1
	11° 9'57.14"N	74°13'50.58"O	Punto 2
	11 ° 9'58.78 "N	74 ° 13'50.83" O	Punto 3
<b>Escherichia Coli</b> <b>Enterococos</b> <b>Parásitos</b>	11 ° 9'55.56 "N	74 ° 13'50.24" O	Punto 1
<b>Residuos Sólidos</b> <b>Flotantes</b>	11 ° 9'55.56"N	74 ° 13'50.14" O	Punto 4
	11° 9'56.14"N	74°13'50.68"O	Punto 5
	11 ° 9'58.25 "N	74 ° 13'50.73" O	Punto 6
	11 ° 9'58.25 "N	74 ° 13'50.73" O	Punto 7
	11 ° 9'58.25 "N	74 ° 13'50.73" O	Punto 8

**Figura 4.** Monitoreos en área de estudio de Playa Blanca.

**Fuente:** Playas Corporación Ltda., 2018.

**Figura 5.** toma de muestra en área de estudio.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

**Figura 6.** Refrigeración de muestras microbiológicas en el área de estudio.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

# 1. Capítulo 1: Evaluación del parámetro Escherichia Coli

## 1.1 Introducción

El estudio de la calidad microbiológica de las aguas marinas que bañan las playas de cualquier ciudad es de vital importancia para conocer los potenciales impactos que tendrá sobre la salud pública de la población que usa las franjas costeras como sitio de esparcimiento (Osores et al., 2009). Las bacterias que se encuentran frecuentemente en el agua son las bacterias que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por lo tanto su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha usado el grupo de las bacterias coliformes como indicadores, ya que su detección es más rápida y sencilla aquí se debe presentar de forma organizada y detallada la conceptualización del parámetro, incluyendo las variables que este considera (Apella & Araujo, 2015).

Los microorganismos que conforman el grupo de los coliformes totales; *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Edwardsiella* y *Citrobacter*, viven como saprofitos independientes o como bacterias intestinales; los coliformes fecales (*Escherichia*) son de origen intestinal (Murell, 2013). *Escherichia coli* crece y se divide en su hábitat primario, pero tiene una proporción neta negativa de crecimiento en el hábitat secundario, con una supervivencia de aproximadamente un día en agua (Aotake, 1975) Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los Coliformes Fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Éstos últimos se denominan termo tolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas (Camacho, 2005).

Un número considerable de estas bacterias indica:

- Tratamiento inadecuado y/o contaminación posterior al tratamiento.
- Multiplicación microbiana que pudiera haber permitido el crecimiento de toda la serie de microorganismos patógenos y toxigénicos, por deficiente higiene.

La filtración por membrana está completamente aceptada y aprobada como procedimiento para el monitoreo de la calidad del agua en muchos países. Este método consiste en la filtración de la muestra de agua a través de una membrana estéril con un poro de diámetro igual a 0,45  $\mu\text{m}$ , el cual retiene las bacterias. Esta membrana se incuba sobre la superficie de un medio selectivo y posteriormente, se enumeran las colonias típicas crecidas sobre la membrana en unidades formadoras de colonias (UFC) (Vergaray et al., 2007).

En la actualidad, se han desarrollado medios comerciales que permiten la detección rápida y simultánea de *E. coli* y coliformes totales en agua, los cuales emplean sustratos cromogénicos o fluorogénicos, y se han descrito diversas aplicaciones de estos sustratos en la identificación de microorganismos. Dentro de estos medios de cultivo pueden ser citados los medios Agar Fluorocult ECD, Agar Chromocult y el Rapid *E. coli* 2. En el medio Agar Chromocult, después de un período de incubación de 24 h a 37 °C, las colonias azul-violetas se consideran posibles *E. coli*. Esta coloración resulta de la ruptura del sustrato X-GLUC por la enzima GUD. En el medio Rapid *E. coli* 2 aquellas colonias de color púrpura son el resultado de la hidrólisis del sustrato SalmónGlu por la misma enzima, tras una incubación de 24 h a 44 °C.

Debido a que un gran número de enfermedades son transmitidas por vía fecal-oral utilizando como vehículo los alimentos y el agua, es necesario contar con microorganismos que funcione como indicador de contaminación fecal. Estos deben de ser constantes, abundantes y exclusivos de la materia fecal, deben tener una sobrevivencia similar a la de los patógenos intestinales y debe de ser capaces de desarrollarse extraintestinalmente

*E. coli* es actualmente el indicador más confiable de la contaminación bacteriana fecal de las aguas superficiales en los E. U. de acuerdo con los estándares de calidad del agua establecidos por la EPA. Los estándares bacterianos de calidad del agua de la EPA se basan en un nivel de *E. coli* en el agua por encima del cual el riesgo para la salud y enfermedades transmitidas por el agua es inaceptablemente alto (Nadal, 2012).

## 1.2 Resumen

La contaminación microbiana es uno de los factores principales para las enfermedades dermatológicas y gastroentericas, siendo E. coli uno de las bacterias gram positivas que sirven como indicador para detectar la presencia de contaminación en los cuerpos de agua, es por esto que el grupo de investigación Sistemas Costeros desarrolló un modelo del Índice de la Calidad Ambiental de Playas Turísticas del Caribe Colombiano (ICAPTU), donde se tomaron muestras en Pozos Colorados y Playa Blanca. Playas turísticas de la ciudad de Santa Marta que se destacan por la afluencia de visitantes que demarcada durante todo el año. Los monitoreos se realizaron durante cuatro meses que comprenden de Julio a noviembre del 2018, utilizando como metodología de laboratorio la filtración por membrana, de lo cual se obtuvieron resultados máximos de 69 UFC/100 ml los cuales no sobrepasan los límites permisibles de la normativa colombiana, además de identificar que existe poca variación de la presencia de estos organismos en las horas de la mañana y de la tarde. Siendo los valores más altos para Pozos Colorados.

**Palabras claves:** ICAPTU, playas turísticas, Contaminación bacteriana, E. coli, Playa Blanca, Pozos Colorados.

### Abstract

Microbial contamination is one of the main factors for dermatological and gastroenteric diseases, with E. coli being one of the gram-positive bacteria that serve as an indicator to detect the presence of contamination in water bodies, which is why the research group Coastal Systems developed a model of the Environmental Quality Index of Tourist Beaches of the Colombian Caribbean (ICAPTU), where samples were taken in Pozos Colorados and Playa Blanca. Tourist beaches of the city of Santa Marta that are highlighted by the influx of visitors that demarcated throughout the year. The monitoring was carried out during four months, from July to November 2018, using membrane filtration as a laboratory methodology, which resulted in maximum results of 69 CFU / 100 ml, which do not exceed the permissible limits of Colombian regulations. , in addition to identifying that there is little variation in the presence of these organisms in the morning and afternoon hours. Being the highest values for Pozos Colorados.

**Keywords:** ICAPTU, tourist beaches, bacterial contamination, E. coli, Playa Blanca, Pozos Colorados

## 1.3 Metodología

### 1.3.1 Etapa pre – muestreo: Preparación de Medios de Cultivo y Esterilización de Materiales.

El Chromocult es un agar selectivo para la detección simultánea de *coliformes totales* y *E. coli* en el agua. Para la preparación de 500 ml de medio es necesario suspender 13.250 g en 500 ml de agua desionizada estéril en ebullición. El pH final debe estar entre  $6.8 \pm 2$ .

Una vez homogenizado el medio de cultivo en el agua, se sirvió inmediatamente en las cajas de petri. La solidificación del medio se produjo a los 25 minutos aproximadamente. Se rotulo el recipiente con la siguiente información:

- Fecha de preparación:
- Nombre del Medio:
- Proyecto al que pertenece:

Adicional a este procedimiento se debe preparar y esterilizar todos los materiales de laboratorio a utilizar en el análisis de las muestras y los recipientes de vidrio en los cuales se almacenaron los mismos.

### 1.2.2 Toma de Muestras

Las tomas de muestras de agua se realizaron en dos jornadas: En la mañana (Entre 8:00 y 10:00 a.m) y en la tarde (Entre 3:00 y 4:00 p.m), utilizando recipientes previamente lavados, enjuagados con agua destilada y esterilizados, con el fin de evitar alteraciones en los datos recolectados. Estas muestras se tomaron en la zona de bañistas (Ver figura 7 y Figura 8):

**Figura 7.** Punto de monitoreo de bacterias en Playa Blanca.



*Fuente: Elaboración propia. extraída de Google Earth, 2018.*

**Figura 8.** Punto de monitoreo de bacterias en Pozos Colorados.



*Fuente: Elaboración propia. extraída de Google Earth, 2018.*

Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se pegaron en los recipientes etiquetas adhesivas con la siguiente información:

- Punto de Monitoreo:
- Fecha y Hora:

Posteriormente, se procedió a tomar las muestras en el punto de muestreo de las playas seleccionadas. La profundidad del agua litoral debe ser de 1,2 m.

El recipiente se introdujo a 0,3 m de profundidad, colocado de manera cerrada bajo la superficie del agua y abriendo la tapa (solo dentro del agua) para permitiendo el llenado. Se sugiere no llenar el envase completamente.

Luego fueron guardadas en una cava con hielo mientras son transportadas al laboratorio. Al llegar a este se almacenaron en la nevera hasta la hora del análisis (máximo 24 horas después de tomada la muestra).

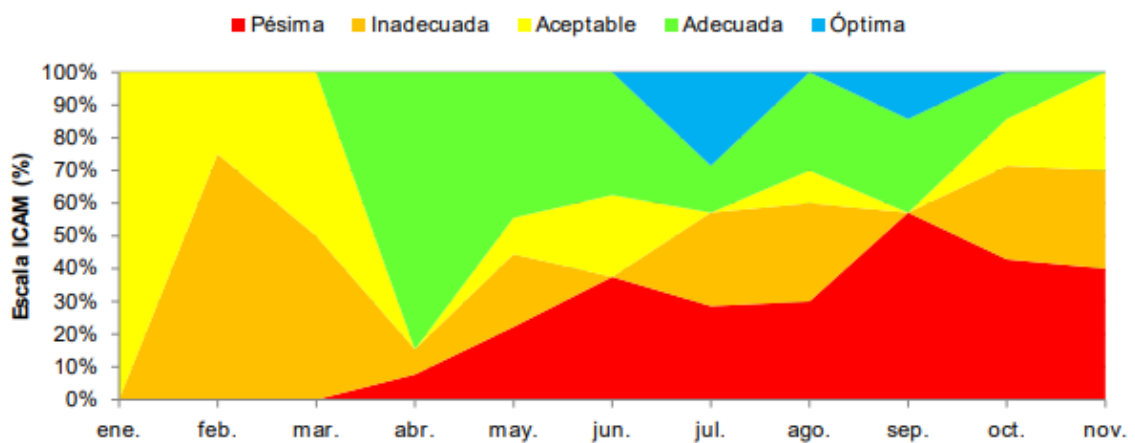
### **1.2.2 Preservación y almacenamiento**

Para la correcta conservación y prevenir irregularidades en las muestras estas se protegieron de las altas temperaturas y transportarse en condiciones de refrigeración a 4°C hasta el laboratorio. Las muestras fueron procesadas en un lapso aproximado de 8 a 24 horas, refrigeradas a < 10 °C.

## 1.4 Resultados y discusión

Para el parámetro *E. coli* las muestras de Pozos Colorados se obtuvieron como valores máximos 69 UFC/100 ml en el segundo monitoreo realizado el 2 de septiembre de 2018, en Playa Blanca sucedió lo mismo, siendo 66 UFC/100 ml el máximo valor registrado durante los 4 monitoreos. Esto puede presentarse por un episodio de leve precipitación del .Como lo especifica la escala ICAM realizada por CORPAMAG e INVEMAR en el año 2015 (Imagen), en los meses junio y septiembre disminuye la calidad del agua de los cuerpos de agua del Magdalena, esto debido a la época de lluvias que se presenta durante estos meses, por ende, aumenta las descargas realizadas al emisario 8 de Santa Marta, además se presentan procesos de escorrentía superficial de aguas lluvias terminaron en los cuerpos de agua..

**Figura 9.** Evolución mensual de la calidad del agua marino-costera evaluada con el ICAM en las estaciones de monitoreo de la zona costera del departamento del Magdalena durante el año 2015.

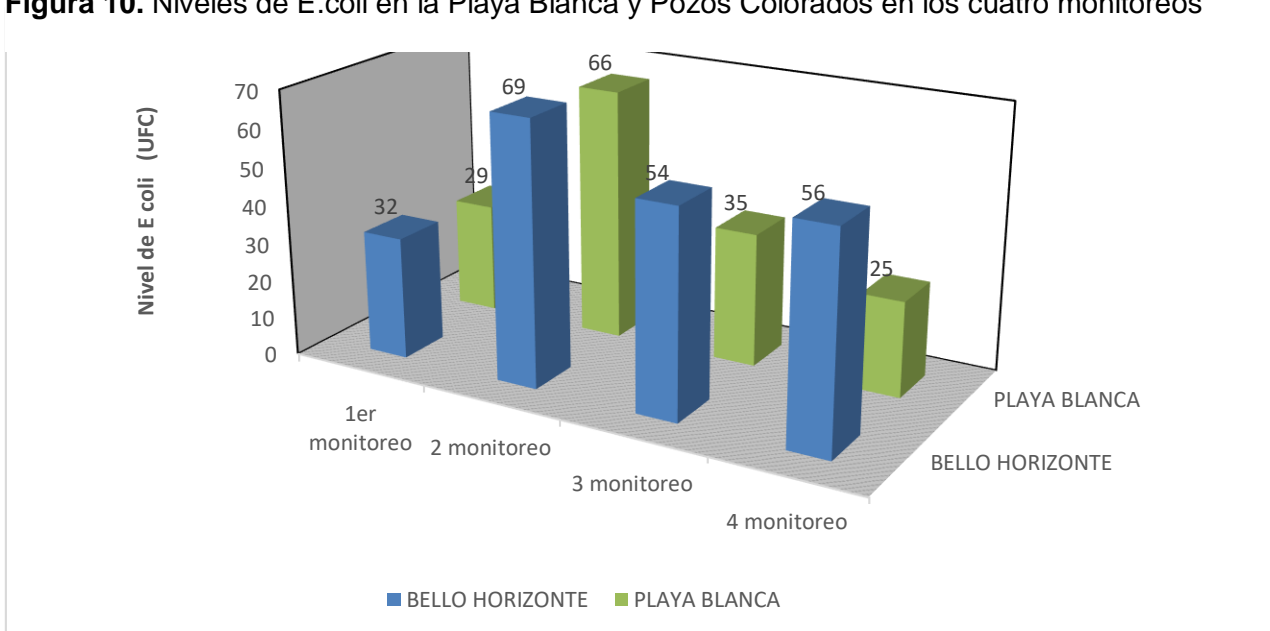


**Fuente:** Informe de atención a eventuales emergencias ambientales en la zona marino-costera del departamento del Magdalena INVEMAR,2015

Como se observa en el Figura 7. Los valores mínimos para Playa Blanca fueron de 25 UFC/100, y para Pozos Colorados es 32 UFC/100. Teniendo en cuenta lo anterior, las bajas concentraciones de bacterias coliformes en agua marina se han atribuido a la dilución que posee el mar, al choque osmótico y al efecto antibacteriano de diversos factores que actúan simultáneamente como cambios de la temperatura, hasta la presencia de

antibióticos específicos producidos por las algas que conllevan a que disminuyan los niveles de estos (Barrera & Santillan, 2004).

**Figura 10.** Niveles de E.coli en la Playa Blanca y Pozos Colorados en los cuatro monitoreos



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la normativa colombiana, se tiene como referente el Art. 42 del Decreto 1594 de 1984 que establece los valores permisibles para el uso recreativo primario. Así pues, dentro de los parámetros microbiológicos se encuentran coliformes totales y coliformes fecales expresados en UMN. A su vez, en el contexto internacional se cuenta con en el anexo de la Directiva 76/160/EEC del Concilio Europeo se contemplan unos indicadores para el agua de uso recreativo, además contar con una clasificación que permite jerarquizar la calidad de la misma. Para este caso puntual las playas monitoreadas no superan los 250 UFC/100ml es decir, se encuentra en calidad *excelente* (Ver tabla 2), a pesar que cuenta con una buena caracterización está sujeta a que se puedan presentar procesos contaminantes, como lo revelan algunos estudios donde determinan que es posible cursar cuadros agudos de diarrea, producto de la ingesta de estos microorganismos. Es importante adoptar medidas de vigilancia y control ante posibles eventos futuros (Martinez et al., 2015

**Tabla 4.** Directiva del consejo 76/160/EEC.

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
	Parámetro	Calidad Excelente	Calidad buena	Calidad suficiente	Métodos de análisis de referencia
<b>1</b>	Enterococos intestinales (UFC/100ml)	100	200	185	ISO 7899-1 ISO 7899-2
<b>2</b>	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	250	500	500	ISO 9308-3 ISO 9308-1

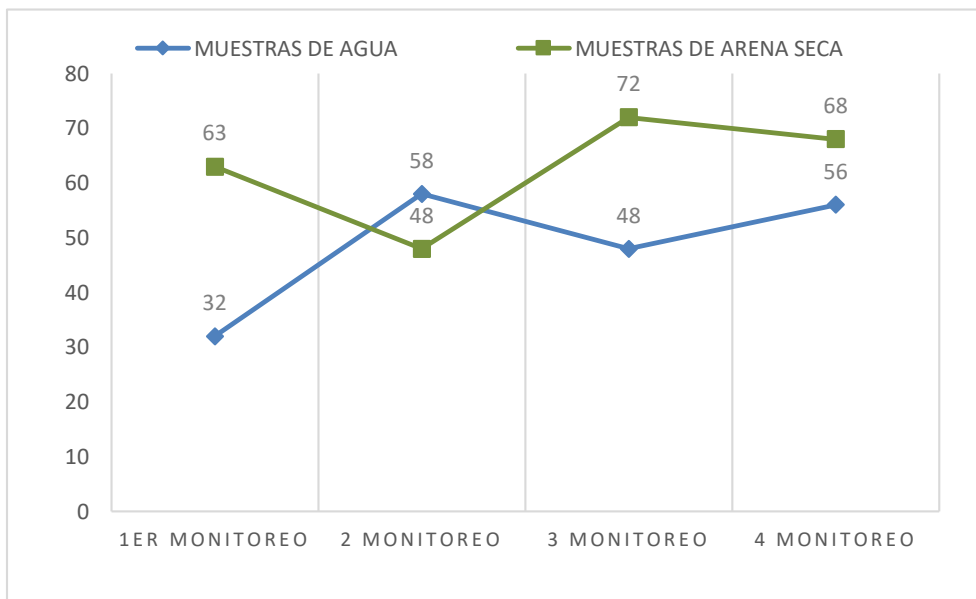
**Fuente.** Unión Europea, 1965.

En los monitoreos se observa una marcada diferencia de las concentraciones de *E. coli* en las dos playas siendo Pozos Colorados donde se presentaron los valores más altos, esto puede ser ocasionado por la ubicación que presenta dicha playa con respecto a otros cuerpos de agua marinos que presentan un alto grado de contaminación por Coliformes fecales (INVEMAR,2015), además de las actividades económicas que se desarrollan en las zonas aledañas, ubicada en una zona hotelera bastante densa. Apoyando la idea anterior, INVEMAR (2004) afirma: “*los residuos oleosos provenientes de la actividad del transporte marítimo y los puertos, así como los aportes de los ríos, afectan significativamente la calidad de sus aguas y los ecosistemas asociados*”. Además de resaltar a las playas turísticas de Santa Marta como uno de los lugares que posee sus playas con una alta contaminación microbiológica, alcanzando a identificar la contaminación proveniente de fuentes terrestres y marítimas causantes de dichos hechos.

Además del alto riesgo que esto representa para la población y los recursos naturales marinos y costeros, ya que estos residuos también contienen otros microorganismos que en su mayoría pueden ser patógenos y causar problemas de salud pública (Molina et al., 2014). Como se observa en el *Figura 7* los valores maximos registrados de *E. coli* en agua tiene un valor de 72 UFC/100ml en Pozos Colorados y 66 UFC/100 ml. Un estudio realizado por Mangala *et al.*(2013) determinaron que concentraciones entre 0 y 90 UFC/100 ml de

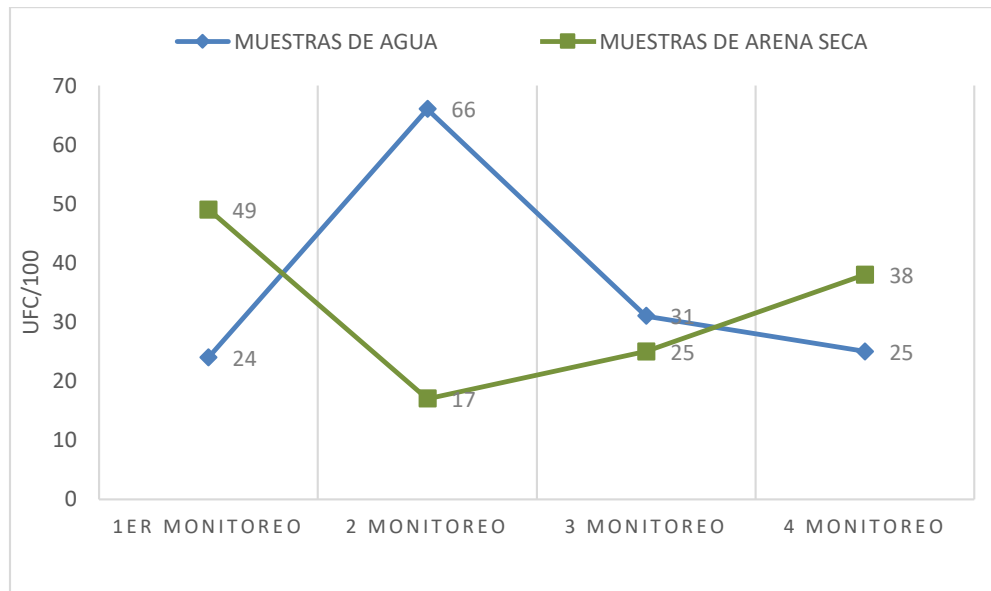
*E.coli* pueden reportar síntomas por bañistas como irritación en la piel y los ojos. Además la relación entre los colifagos somáticos, virus indicadores de presencia de materia fecal y *E.coli* indican que a niveles bajos de contaminación bacteriana, mayor presencia de este virus (Lopez, 2015) por esta razón es importante realizar los respectivos controles a los microorganismos porque aun registrando valores bajos pueden indicar presencia de otros microorganismos.

**Figura 11.** Niveles de *E.coli* en agua y arena en Pozos Colorados, durante en los cuatro monitoreos.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 12.** Niveles de *E.coli* en agua y arena en Pozos Colorados , durante en los cuatro monitoreos.

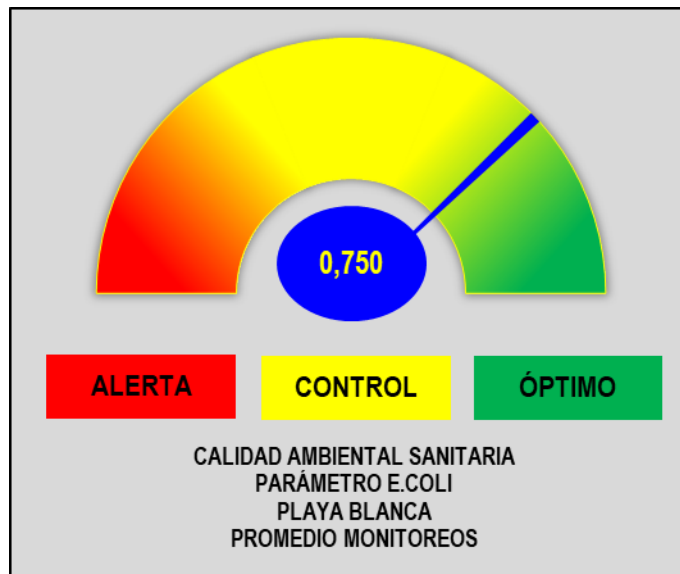


**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

La comparación de las muestras de arena y agua muestran que en un 50% de los monitoreos realizados para Playa Blanca existe mayor presencia de *E.coli* en arena . En Pozos Colorados el 75% de las muestras de arena superaban a las tomadas en agua, distintos estudios han demostrado que la contaminación microbiológica es mayor en la arena que en las aguas adyacentes ya que la arena actúa como un puerto pasivo para la contaminación acumulativa y en este se sedimentan los residuos provenientes de las fuertes brisas, que muchas veces por las fuertes brisas o solo por escorrentías (Oliveira y Mendes, 1991, 1992).

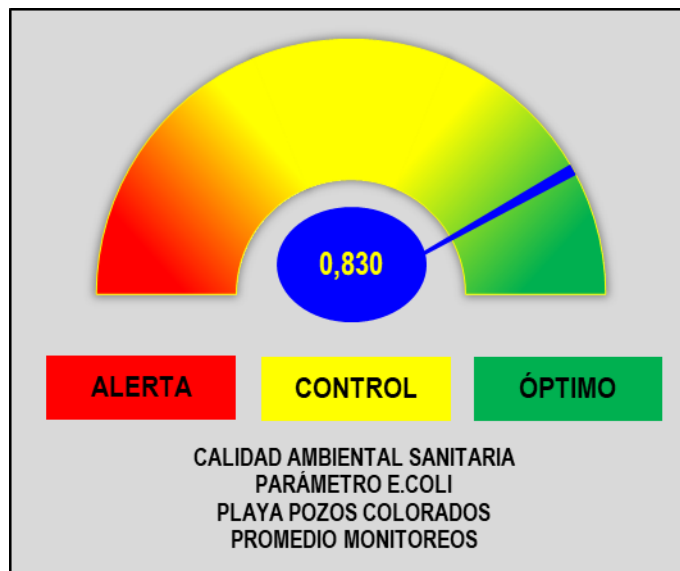
El índice de calidad ambiental para el parámetro *E.coli*, desde el punto de vista sanitario en Pozos Colorados, se encuentra en un valor optimo pero tiene una pequeña diferencia con Playa Blanca, debido a que se encuentra con un valor muy cercano a 1, esto debido a que no se encuentra ningún tipo de vertimiento puntuales en las playas siendo esta la fuente de contaminación puntal, que puede llegar a tener valores mayores los cuales deteriorarían las condiciones que posee.

**Figura 13.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro E.coli en Playa Blanca.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018*

**Figura 14.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro E.coli en Pozos Colorados.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

## 1.5 Conclusiones y recomendaciones

De la evaluación del Indicador Ambiental Sanitario en el parámetro *E.coli* realizada en las playas turísticas Pozos Colorados y Playa Blanca, se puede evidenciar que:

- Pozos Colorados presenta los valores más altos de *E. coli* a diferencia de Playa Blanca, aunque no son valores muy significativos estas playas suelen tener condiciones y características diferentes los cuales pueden incurrir en que se presente esa discrepancia.
- La zona de reposo donde se encuentra la arena es uno de los puertos pasivos en la cual se encuentran la mayor cantidad de contaminación.
- El índice de calidad ambiental sanitario para *E. coli* en las dos playas fue optimo.
- Aunque los valores obtenidos son considerados “aptos para recreación”, la condición general de las aguas no es adecuada, por esto se recomienda tomar medidas de prevención para que no se continúen aumentando los niveles de *E. coli* en las respectivas playas.
- Establecer e implementar medidas de control y/o vigilancia para conocer las condiciones de *E. coli* que presenta.

---

## 1.6 Bibliografía

- Apella, C. M., & Araujo, Z. P. (2005). Microbiología del agua. Conceptos Básicos. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, Page33-50.
- Barrera, G., & Namihira, P. (2004). Contaminación microbiológica en la zona costera de Akumal, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 14(1), 27-35.
- Botero, C., Zielinski, S., Pereira, C. y Escudero, M. (2012). Informe del Programa de Investigación en Calidad Ambiental de Playas Turísticas (Capt) En El Caribe Norte Colombiano 2010 – 2013. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Camacho, A., M.Giles., A.Ortegón., M.Palao., B.Serrano y O.Velázquez. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.
- Canosa, A.(1995). Indicadores bacteriológicos de eutrofización en los embalses de Chuza, Neusa y Tomine, y en la laguna de Chingaza. Bogotá., Colombia: Fundación Universidad de Bogotá· Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas.
- Díaz, Á., Izquierdo,S., Fernández, T., & Izquierdo ,M,. (2013). Características clínicas y epidemiológicas de las infecciones por Enterococos en el niño. Rev Cubana Pediatr. 79(1) :<http://scielo.sld.pdf/ped/v79n1/ped08107.pdf>.
- Faust, A., Aotaky, A., & Hargadon, T.,(1975). Effect of physical parameters on the *in situ* survival of *Escherichia coli* MC-6 in an estuarine environment. Appl Microbiol; 30:800-806.
- Fewtrell, L y J. Bartram. (2002). Water quality. Guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water–related infections disease. *World Health Organization*. 424 p.
- GAUTHIER,. (1980). Poluciones bacterianas en el medio marino In: Perès, J.M. (Ed.). *La polución de las aguas marinas*. Ed. Omega, S.A., España, pp. 127-141

- Herrera, Antonio y Paula Suarez. (2005). Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. *Revista Interciencia* ISSN 0378-1844.
- INVEMAR .2004. la calidad ambiental marina y costera en Colombia .
- Larrea, A., Rojas M., Romeu, B., Rojas, M., y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3).
- Martínez, R., Villalobos, L., & Castillo, I., (2015). *Escherichia coli* diarreogénicas procedentes de aguas marinas recreacionales caracterizadas por reacción en cadena de la polimerasa .(23) 3, 248-254.
- McGann, P., Snesrud, E., Maybank, R., Corey, B., Ong, AC, Clifford, R., y Schaecher, K. (2016). *Escherichia coli* que alberga *mcr-1* y *blaCTX-M* en un nuevo plásmido IncF: primer informe de *mcr-1* en los Estados Unidos. *Agentes antimicrobianos y quimioterapia* , 60 (7), 4420-4421.
- More, C., & Liseth, K. (2014). Contaminación fecal por enterococos en agua de mar de las playas de huanchaco y huanchaquito de agosto 2013.
- Pulido, A., Navia, C., Estupiñán, C., & Prieto, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA en Ciencias Biomédicas*, 3(4), 69-79.
- Selvakumar, A y M. Borst. 2006. Variation of microorganism concentrations in urban stormwater runoff with land use and seasons. *Journal of Water and Health*. 4:109-¿
- Suárez, L., (1993). Membrane filtration method validation to total coliforms and *Escherichia coli* microbiological analysis in seawaters.
- Vergaray, G., Méndez, C. R., Morante, H. Y., Heredia, V. I., & Béjar, V. R. (2007). *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20), 82-86.
- Vivas, L., Tasic, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L.,( 2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la

conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR. 208.

Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno. 2014. Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. Hig. Sanid. Ambient., 14 (2): 1191-1195.

Rocha S, Pinto M, Petrollini F, Teixeira L, Bassili B, Martinez A. 2011. Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil.

Celis Trejo C.; C. Núñez; A. García Contreras; G. Mendoza Barrera. 2012. Soil contamination by *Toxocara* spp. eggs in a University in Mexico City. Rev. Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal. 21 (3), p. 298-30.

## 2. Capítulo 2: Evaluación del parámetro *Enterococcus*.

### 2.1 Introducción

Los *Enterococcus* son bacterias Gram positivas, anaerobios facultativos, que forman parte de la microbiota del tracto genitourinario, de la saliva y del tracto gastrointestinal del hombre y de animales de sangre caliente. Son cocos, no formadores de endosporas y no móviles. Además, son quimiorganotrofos, con metabolismo fermentativo. Su crecimiento óptimo es a 37 °C. Tienen la habilidad de crecer en presencia de 6,5 % de NaCl, a 10 y 45 °C y pH 9,6. Son capaces de hidrolizar la esculina en presencia de 40 % de bilis y poseen la enzima pirrolidonil arilamidasa (Quiñones et al., 2008).

Comúnmente son aislados de heces, agua, plantas, suelo y productos alimenticios. Se consideran patógenos oportunistas y han sido relacionados con enfermedades gastrointestinales severas (Wyn-Jones and Sellaos, 2001), poseen resistencia antimicrobiana y capacidad para adquirir determinantes de resistencia a través de la transferencia horizontal de genes (Corey et al., 2016). El uso de *Enterococcus* como un indicador de contaminación fecal de aguas con fines recreativos fue recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, de las siglas en inglés) en 1986 (Díaz, 2008). Por otro lado, los *Enterococcus* también pueden estar presentes en suelo, alimentos, agua, plantas, animales e insectos y suelen considerarse buenos indicadores de contaminación fecal debido a que son muy resistentes a condiciones adversas como la congelación y la desecación (Murell et al., 2015).

Aunque ha sido descrito que los coliformes y *Enterococcus* en las aguas marinas pueden provenir de heces de animales (Selvakumar y Borst, 2006), su origen está relacionado con las heces humanas, así como también con secreciones nasales o de la piel (Fewtrell y Bartram, 2002). valores de *Enterococcus* superiores a 40 UFC/ 100 mL, que pueden generar un riesgo mínimo de adquisición de enfermedades gastrointestinales y respiratorias según la OMS (INVEMAR,2010).

## 2.2 Resumen

El grupo de investigación Sistemas Costeros desarrolló un modelo del Índice de la Calidad Ambiental de Playas Turísticas del Caribe Colombiano (ICAPTU), donde se realizó la medición y evaluación de parámetros microbiológicos para establecer el Índice de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) evaluando microorganismos que pueden causar contaminación al cuerpo de agua como los *Enterococcus*, afectando no solo a los ecosistemas, si no a la salud humana. Las muestras se tomaron en dos playas turísticas de la ciudad de Santa Marta que se destacan por la afluencia de visitantes demarcada durante todo el año. Los monitoreos se realizaron durante cuatro meses que comprenden de Julio a noviembre del 2018. Los *Enterococcus faecalis* son el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua de mar para uso recreativo de contacto primario, dado que resiste a las condiciones del agua de mar. Sin embargo, en los monitoreos realizados en playas del Caribe Norte Colombiano, indican que su prevalencia es mayor en arena que en agua, por lo que la arena se constituye en el reservorio por excelencia de estos microorganismos, comportándose como un habitat efectivo para monitorear.

**Palabras claves:** ICAPTU, playas turísticas, Contaminación bacteriana, Enterococcus, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## Abstact

The Coastal Systems research group developed a model of the Environmental Quality Index of Tourist Beaches of the Colombian Caribbean (ICAPTU), where the measurement and evaluation of microbiological parameters was carried out to establish the Sanitary Environmental Quality Index (ICAS), evaluating microorganisms that can cause contamination to the body of water such as Enterococcus, affecting not only ecosystems, but human health. The samples were taken at two tourist beaches in the city of Santa Marta that are highlighted by the influx of visitors demarcated throughout the year. The monitoring was carried out during four months, from July to November 2018. Enterococcus faecalis is the most efficient bacteriological indicator to evaluate the quality of seawater for recreational use of primary contact, given that it resists seawater conditions. However, in the monitoring carried out on the beaches of the northern Colombian Caribbean, they indicate that its prevalence is greater in sand than in water, so that sand is the reservoir for excellence of these microorganisms, behaving as an effective habitat for monitoring.

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

**Key Word:** ICAPTU, tourist beaches, bacterial contamination, Enterococcus, Playa Blanca, Pozos Colorados

## **2.3 Metodología**

### **2.3.1 Etapa pre – muestreo: Preparación de medio - Esterilización de Materiales.**

Para la determinación de *Enterococcus* es necesario realizar el medio de cultivo agar Bilis Esculina antes de día del recuento, puesto que este medio necesita ser esterilizado en autoclave.

#### **Agar Bilis Esculina**

Agar bilis esculina se utiliza para diferenciar *Enterococcus* de *Streptococcus*. Los miembros del género *Enterococcus* son capaces de crecer en presencia de 4% de bilis (sales biliares) e hidrolizan la esculina a glucosa y esculitina, dando lugar a colonias de color negro.

Para este estudio se prepara 250 ml de medio por cada muestreo. Para ello se suspendieron 13.66 g en 250 ml de agua desionizada estéril en ebullición.

Una vez homogenizado el medio de cultivo en el agua, se auto lavó. Rotulando el recipiente con la siguiente información:

Nombre del Medio:

Fecha de preparación:

Proyecto al que pertenece:

Luego colocando en las cajas de Petri. La solidificación del medio se produce a los 25 minutos aproximadamente.

#### **Agar Slanetz – Bartley**

Es un agar selectivo para la detección *Enterococcus*, cuyas colonias cuando se someten a temperaturas entre 42 y 45°C toman una tonalidad roja u oscura.

Para este estudio se requiere la preparación de 250 ml de medio por cada muestreo. Para ello es necesario suspender 10.375 g en 250 ml de agua desionizada estéril en ebullición.

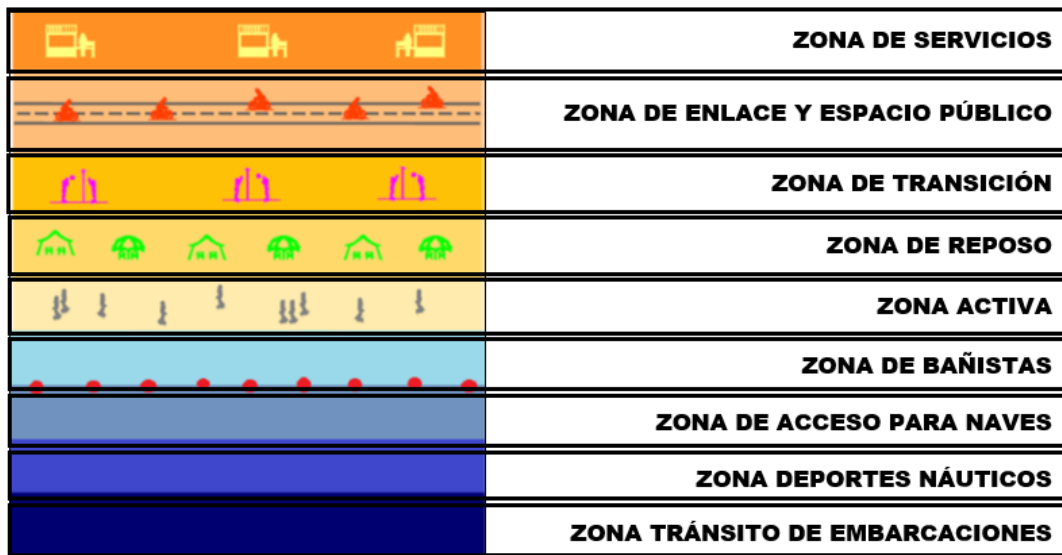
Una vez homogenizado el medio de cultivo en el agua, se colocó inmediatamente en las cajas de Petri. La solidificación del medio se produce a los 25 minutos aproximadamente.

También se esterilizaron y prepararon los materiales que son necesarios sobre todo la vidriería a usar en la preparación del medio y los frascos en donde se colocarán las muestras.

### 2.3.2 Toma de Muestras

La toma de muestras de arena se realizaron en dos jornadas: En la mañana (Entre 8:00 y 10:00 a.m) y en la tarde (Entre 3:00 y 4:00 p.m), utilizando bolsas Ziploc. Estas muestras se tomaron en la zona activa de la playa (Ver figura 12):

**Figura 15.** Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.



**Fuente:** Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2

Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se pegaron en las bolsas Ziploc etiquetas adhesivas con la siguiente información:

- Punto de Monitoreo:
- Fecha y Hora:

Posteriormente, se procedieron a tomar las muestras en el punto de muestreo de las playas seleccionadas.

Tomando la muestra de arena en bolsas de polietileno de cierre hermético y limpias. Se rotulo la bolsa de recolección, y se procedieron a tomar la muestra, perforando a una profundidad entre 10 y 20 cm aproximadamente con ayuda de una cuchara o espátula. La recolección de la muestra se hizo de manera rápida y cuidadosa.

## Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)

---

### 2.3.3 Preservación y almacenamiento

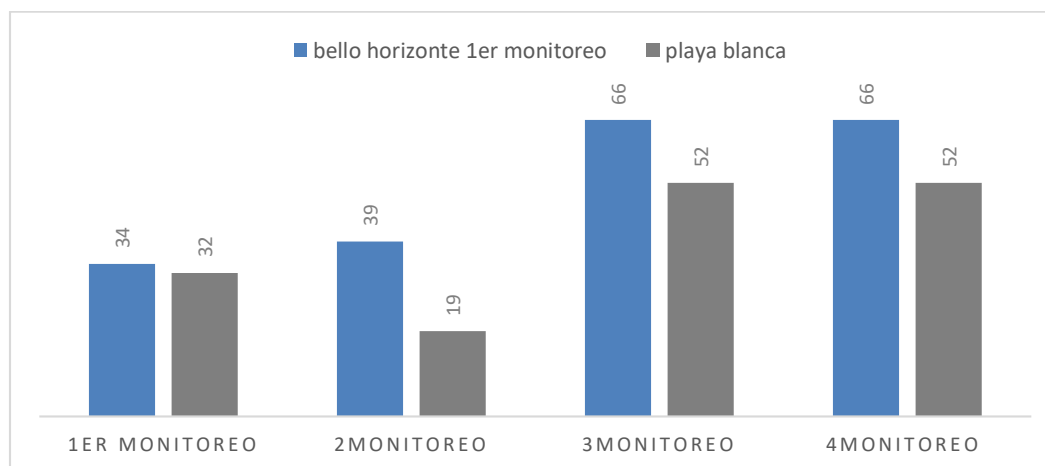
Para la correcta conservación en las muestras estas se encuentran a altas temperaturas y fueron transportadas en condiciones de refrigeración a 4°C hasta el laboratorio.

Las muestras fueron procesadas en un lapso de 24 horas, refrigeradas a < 10 °C, sin superar las 24 horas almacenamiento.

## 2.4 Resultados y discusión

*Enterococcus* es considerado el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua de mar para uso recreativo (Díaz, 2010). Los valores obtenidos en el monitoreo cumplen con la normativa (*Figura 13*), mostrando los valores máximos de 66UFC/100ml en Pozos Colorados y 52 UFC/100ml para Playa Blanca, considerando que presenta unas excelentes condiciones sanitarias, teniendo como resultado los valores mínimos para playa Blanca fue 19 UFC/100ml y 34 UFC/100 ml para Pozos Colorados, sin embargo, en los dos últimos monitoreos se presentaron los valores más altos en las dos playas.

**Figura 16.** Niveles de *Enterococcus* en la Playa Blanca y Pozos Colorados en los cuatro monitoreos

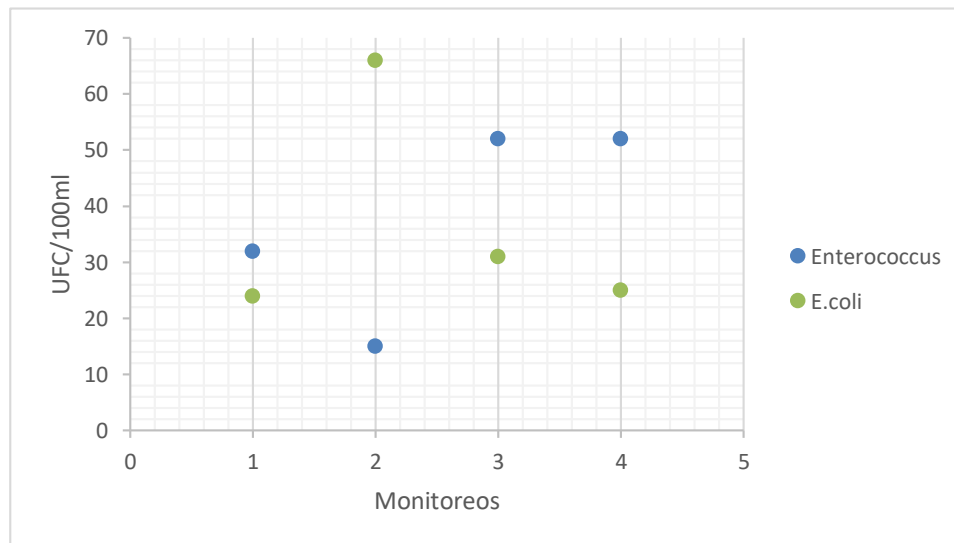


**Fuente:** Elaboración Propia 2018..

El centro Panamericano de Ingeniería Ambiental y Sanitaria (CEPIS) considera que el número de *Enterococcus* en el agua de mar, no debe superar a 35/100ml, porque existen estudios que comprueban que con ese valor puede causar afectaciones a la salud humana, por tanto, sugiere a las normas referentes ser revisada y mejorada bajo rigurosos estudios de salud y así poder disminuir los riesgos de contraer enfermedades por el baño en playas costeras (More, C., & Liseth, K. ,2014). debido a que es altamente resistente a las condiciones salinas de este medio y además está relacionado directamente con gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras (Díaz, 2010).

Según Herrera y Suárez, (2003) los coliformes termo tolerantes y los *Enterococcus* son los indicadores más apropiados para determinar la presencia de contaminación de origen fecal en los cuerpos de agua, en la imagen se representa la diferencia de los valores obtenidos en Playa Blanca, de *Enterococcus* y *E.coli* donde predomina en 3 monitoreos el valor de *Enterococcus*, Esto se debe a el nivel de supervivencia es superior y permite que soporte cambios climáticos. Como se observa en la gráfica 15 en playa Blanca prevalecen los valores de *Enterococcus* por encima de los de *E.coli* al respecto, Noble *et al* (2005). han estimado que la supervivencia de *E. coli* en agua marina es de aproximadamente 0,8 d, mientras que los *Enterococcus* es de 2,4 d.

**Figura 17.** Valores de *Enterococcus* y *E.coli* en Playa Blanca cada monitoreo.



Fuente: Elaboración propia,2018

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

Cuando el cociente EC/E es mayor de 4 se está en presencia de una contaminación fecal de origen humano, y cuando este cociente es menor de 0,7 la contaminación es de origen animal. Sin embargo, en el intervalo entre 0,7 y 4 no se puede interpretar el origen de la contaminación, e incluso puede tratarse de una contaminación fecal mixta, es decir, donde haya presencia de materia fecal humana y animal (Murell et al., 2015). En la Tabla 5 se encuentra esa relación, de la cual se puede concluir que, en Pozos Colorados, el 37.5% de las muestras tomadas pueden ser de origen animal. Y en ninguna de las dos playas se puede afirmar que estaba en contacto con materia fecal humana.

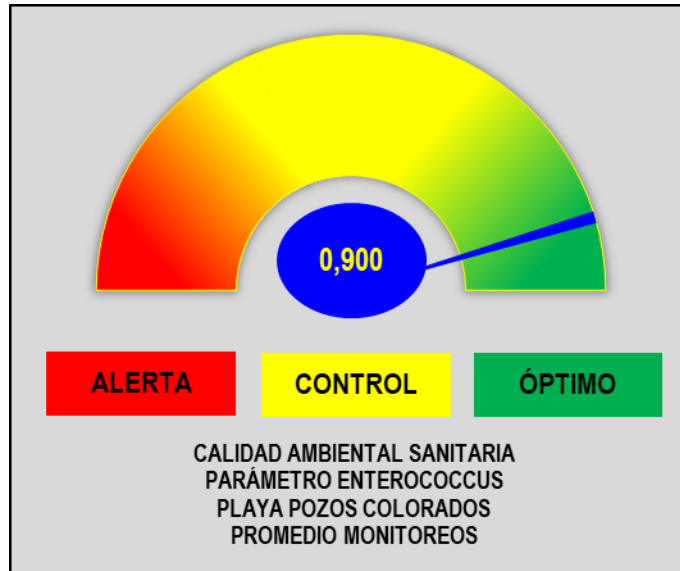
**Tabla 5 :** Relación E.coli y Enterococcus B. horizonte y Playa Blanca

MONITOREOS	POZOS COLORADOS		PLAYA BLANCA	
	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
1	0,6	0,9	0,8	1,1
2	2,5	1,5	0,2	0,5
3	0,9	0,65	1,7	1,4
4	0,8	0,68	2,1	2,1

**Fuente.** *Elaboración propia, 2018.*

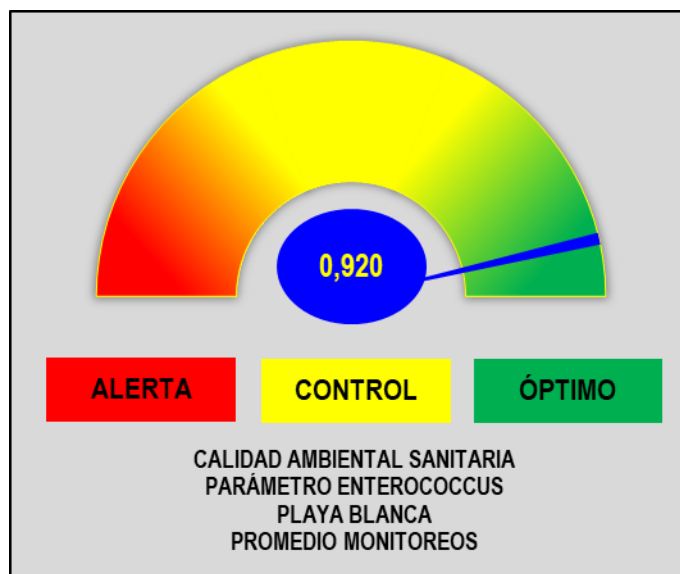
En playa Blanca, el segundo monitoreo presentó la mayor cantidad de Enterococcus, y la relación EC/E en las dos jornadas se encontraban en 0.2 y 0.5 respectivamente, para estos resultados se puede inferir que se encuentra en presencia de contaminación fecal de origen animal. A pesar de esas pequeñas observaciones, el Índice de Calidad Ambiental Sanitario se encuentra en óptimas condiciones, para que se mantenga en esa clasificación se deberán tomar medidas de control para animales domésticos y locales que se encuentran en la zona de playas en especial con lo que respecta a la limpieza de sus deposiciones. De este modo, Playa Blanca resalta entre las dos por tener un nivel óptimo con una alta puntuación.

**Figura 18.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Pozos Colorados.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

**Figura 19.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Playa Blanca.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

## **2.5 Conclusiones y recomendaciones**

El resultado de las mediciones y la evaluación de *Enterococcus* en las playas de Santa Marta, se puede deducir que:

- Las concentraciones encontradas en el monitoreo no sobrepasan los límites estipulados según la normativa colombiana y europea, pero como lo afirman los estudios en valores de 0 a 90 UFC/100ml pueden causar repercusiones a la salud humana. Por esto se recomienda tomar las respectivas medidas de prevención o sistemas de alarmas para evitar que puedan aumentar los niveles permisibles.
- En todos los monitoreos al igual que para *E.coli* prevaleció el valor de Pozos Colorados sobre el de Playa Blanca. Esto se puede dar porque la fuente emisora es la misma que está generando la contaminación microbiana. Por ende, el índice de calidad ambiental fue mayor es Playa Blanca. Aunque las dos se encuentran en un nivel óptimo.
- La contaminación en un 37.5% es debido a eses de origen animal, por ende, se deben empezar a aplicar medidas sanitarias con respecto al ingreso de animales y aplicabilidad de normativas que sancionen a las personas que se encuentren realizando dicho acto.
- Se confirmó la alta resistencia que tiene *Enterococcus* sobre *E. coli* en los cuerpos de agua, solo para el segundo monitoreo hubo una inferencia en los valores obtenidos.

## 2.6 Bibliografía

- Apella, C. M., & Araujo, Z. P. (2005). Microbiología del agua. Conceptos Básicos. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, Page33-50.
- Barrera, G., & Namihira, P. (2004). Contaminación microbiológica en la zona costera de Akumal, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 14(1), 27-35.
- Botero, C., Zielinski, S., Pereira, C. y Escudero, M. (2012). Informe del Programa de Investigación en Calidad Ambiental de Playas Turísticas (Capt) En El Caribe Norte Colombiano 2010 – 2013. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Camacho, A., M.Giles., A.Ortegón., M.Palao., B.Serrano y O.Velázquez. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.
- Canosa, A.(1995). Indicadores bacteriológicos de eutrofización en los embalses de Chuza, Neusa y Tomine, y en la laguna de Chingaza. Bogotá., Colombia: Fundación Universidad de Bogotá· Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas.
- Díaz, Á., Izquierdo,S., Fernández, T., & Izquierdo ,M,. (2013). Características clínicas y epidemiológicas de las infecciones por Enterococos en el niño. Rev Cubana Pediatr. 79(1) :<http://scielo.sld.pdf/ped/v79n1/ped08107.pdf>.
- Faust, A., Aotaky, A., & Hargadon, T.,(1975). Effect of physical parameters on the *in situ* survival of *Escherichia coli* MC-6 in an estuarine environment. Appl Microbiol; 30:800-806.
- Fewtrell, L y J. Bartram. (2002). Water quality. Guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water–related infections disease. *World Health Organization*. 424 p.
- GAUTHIER, J.M. (1980). Poluciones bacterianas en el medio marino In: Perès, J.M. (Ed.). *La polución de las aguas marinas*. Ed. Omega, S.A., España, pp. 127-141

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

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

INVEMAR .2004. la calidad ambiental marina y costera en Colombia .

Larrea, A., Rojas M., Romeu, B., Rojas, M., y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3).

León, E. (2015). Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México.

Matthew, P., Elaine, C., Rhys, J., y Tamara, S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12):6646–6655,.

More, C., & Liseth, K. (2014). Contaminación fecal por *Enterococcus* en agua de mar de las playas de huanchaco y huanchaquito de agosto 2013.

Pulido, A., Navia, C., Estupiñán, C., & Prieto, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA en Ciencias Biomédicas*, 3(4), 69-79.

Quiñones ,D., Marrero, D., Falero, B., Tamargo I., Llop, A., Kobayashi, N., Susceptibilidad antimicrobiana y factores de virulencia en especies de *Enterococcus* causantes de infecciones pediátricas en Cuba. *Rev Cubana Med Trop*. 2008; 60(2):123-129.

Suárez, L., (1993). Membrane filtration method validation to total coliforms and *Escherichia coli* microbiological analysis in seawaters.

Torres, J. L. (2016). Los microplásticos como transportadores de metales pesados en agua: estudio cinético.

Vergaray, G., Méndez, C. R., Morante, H. Y., Heredia, V. I., & Béjar, V. R. (2007). *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20), 82-86.

Vivas, L., Totic, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L.,( 2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR. 208.

Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno. 2014. Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. Hig. Sanid. Ambient., 14 (2): 1191-1195.

Rocha S, Pinto M, Petrollini F, Teixeira L, Bassili B, Martinez A. 2011. Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil. si

Celis Trejo C.; C. Núñez; A. García Contreras; G. Mendoza Barrera. 2012. Soil contamination by *Toxocara* spp. eggs in a University in Mexico City. Rev. Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal. 21 (3), p. 298-300.

## **3. Capítulo 3: Evaluación del parámetro parásitos**

### **3.1 Introducción**

Organismo que vive sobre otra especie o en su interior y se alimenta de ésta. También pueden encontrarse organismos unicelulares microscópicos que pueden ser de vida libre y por sus características geológicas, los suelos arenosos representan una fuente importante de transmisión de infecciones humanas por parásitos. El suelo proporciona los huevos embrionarios y la viabilidad de las larvas al contacto con un nuevo huésped, debido a la lluvia, el grado de evaporación y golpe de calor a la que está expuesta. Por sus características geológicas, los suelos arenosos representan una fuente importante de transmisión de infecciones humanas por parásitos, debido a sus características geológicas. Se estima que en el mundo 2 billones de personas están infectados por algún tipo de parásitos adquiridos a través del contacto con arena, de los cuales el 40 % son niños. Los parásitos que son patógenos para el hombre se clasifican en dos grupos: los protozoos y los helmintos. Los protozoos son organismos unicelulares cuyo ciclo de vida incluye una forma vegetativa (trofozoito) y una forma resistente (quiste). El estado de quiste de estos organismos es relativamente resistente a la inactivación por medio de los sistemas de tratamiento convencional de agua residual (Pulido et.al, 2015).

Los huevos de helminto son un grupo de organismos que incluye los nematodos, trematodos y cestodos. Las características epidemiológicas que hacen de los helmintos patógenos entéricos causantes de infección por contacto con agua contaminada, son su alta persistencia en el medio ambiente, la mínima dosis infecciosa, la baja respuesta inmune y la capacidad de permanecer en el suelo por largos periodos de tiempo (Steiner,1997).

## 3.2 Resumen

Este parámetro permite determinar las condiciones sanitarias de las playas con el fin de conocer y valorar los riesgos para la salud de los usuarios expuestos a parásitos presentes en la arena de la playa en relación con la variación que tiene en dos horarios, estableciendo cómo estos afectan la Calidad Ambiental Sanitaria de las playas turística objeto de estudio. Este parámetro también proporciona una herramienta de análisis para las medidas de gestión que deben tomarse frente a las fuentes que se identifiquen como generadoras de estos microorganismos. La medición del parámetro se realizó mediante análisis de laboratorio a través de la técnica de Sloss y los resultados reportados en el conteo de parásitos fueron ingresados a los formatos establecidos por ICAPTU. La técnica de flotación identifica la concentración de quistes, huevos y larvas; es la técnica preferida por la generalidad de los laboratorios. El periodo de Julio a noviembre de 2018 el resultado para las 2 playas en los 4 monitoreos fue favorable porque no se encontró presencia de estos microorganismos, por eso en cuanto a parásitos se encuentra en condiciones óptimas.

**Palabras claves:** ICAPTU, playas turísticas, Contaminación bacteriana, Parasitos en arena, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## Abstract

This parameter allows to determine the sanitary conditions of the beaches in order to know and assess the health risks of users exposed to parasites present in the sand of the beach in relation to the variation it has in two schedules, establishing how these affect the Environmental Health Quality of the tourist beaches object of study. This parameter also provides an analysis tool for the management measures that must be taken against the sources that are identified as generators of these microorganisms. The measurement of the parameter was made through laboratory analysis through the Sloss technique and the results reported in the parasite count were entered into the formats established by ICAPTU. The flotation technique identifies the concentration of cysts, eggs and larvae; It is the preferred technique for the generality of laboratories. The period from July to November 2018 the result for the 2 beaches in the 4 monitoring was favorable because no presence of these microorganisms was found, so in terms of parasites it is in optimal conditions

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

**Keywords:** ICAPTU, tourist beaches, bacterial contamination, Parasites in sand, Playa Blanca, Pozos Colorados.

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1 Etapa pre – muestreo: Preparación Solución Sheather y Esterilización de Materiales**

Los reactivos necesarios para preparar esta solución son los que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Reactivos Solución Sheather

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
Agua Destilada	355	ml
Azúcar (Común)	454	G
Formol	6 ml	Al 10%

Se rotulo el recipiente con la siguiente información:

Nombre del Solución:

Fecha de preparación:

Concentración:

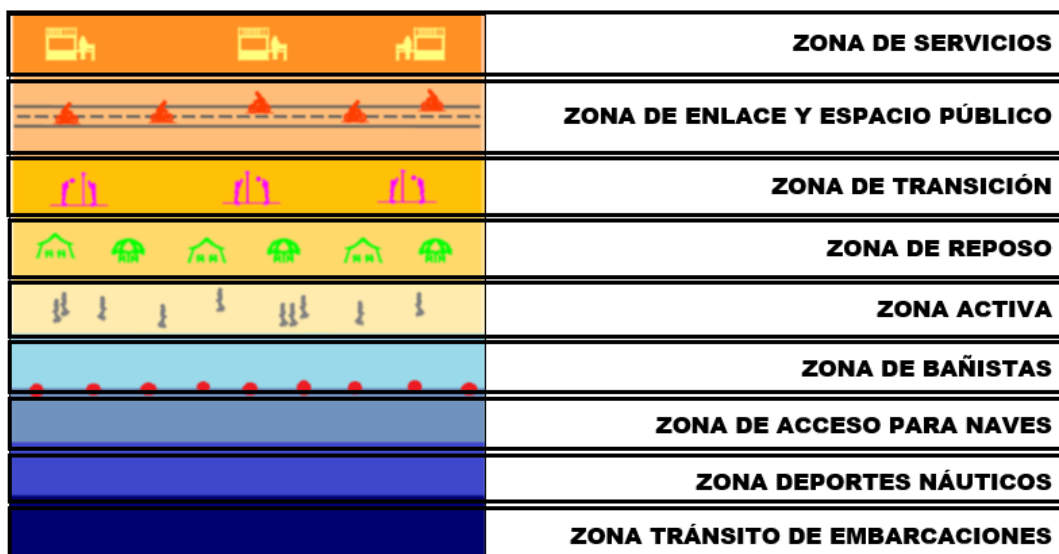
Proyecto al que pertenece:

Adicional a este procedimiento se debe prepararon y esterilizaron todos los materiales de laboratorio a utilizar en el análisis de las muestras y los recipientes de vidrio en los cuales se almacenarán las mismas.

### 3.3.2 Toma de Muestras

La toma de muestras de arena se realizará en dos jornadas: En la mañana (Entre 8:00 y 10:00 a.m) y en la tarde (Entre 3:00 y 4:00 p.m), utilizando bolsas Ziploc. Estas muestras se tomarán en la zona activa en la parte superior de la orilla (por encima de la línea del hilo = marca de agua alta) que corresponderá a la muestra seca y en la parte inferior de la misma línea que corresponde a la muestra húmeda (Ver figura 17):

**Figura 20.** Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística.



**Fuente:** Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2

Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se pega en los recipientes etiquetas adhesivas con la siguiente información:

- Punto de Monitoreo:
- Fecha y Hora:

Posteriormente, se procede a tomar las muestras en el punto de muestreo de las playas seleccionadas.

Luego de lo anterior, se procede a tomar las muestras en la zona activa de las playas seleccionadas, realizando una perforación de 5 a 10 cm, donde se encuentre la mayor presencia de usuarios, se recolectan 500 gr de arena aproximadamente

### 3.3.4 Preservación y almacenamiento

## **Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

Para la correcta conservación en las muestras estas se encuentran a altas temperaturas y fueron transportadas en condiciones de refrigeración a 4°C hasta el laboratorio.

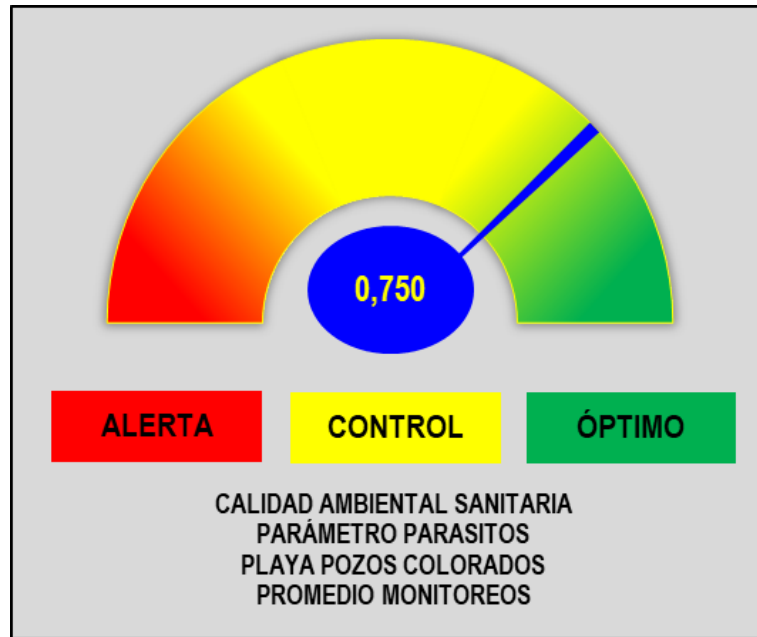
Las muestras fueron procesadas en un lapso de 24 horas, refrigeradas a < 10 °C, sin superar las 24 horas almacenamiento.

### **3.4 Resultados y discusión**

Las cepas que fueron examinadas *Paramecium sp* y nematodos intestinales Strongylidos, son parásitos indicadores de presencia contaminación con material fecal. Durante los cuatros monitoreos realizados en dos jornadas (mañana y tarde) los valores obtenidos en Pozos Colorados y Playa Blanca fueron los mismos, <1 N° de células/g y <1 media aritmética N° de huevos /g. Como no se vieron alterados los valores se obtuvo el mismo valor de índice de calidad ambiental en los monitoreos, lo cual dio como resultado un indicador óptimo de las condiciones sanitarias con respecto a los parásitos evaluados (Figura 18 y Figura 19).

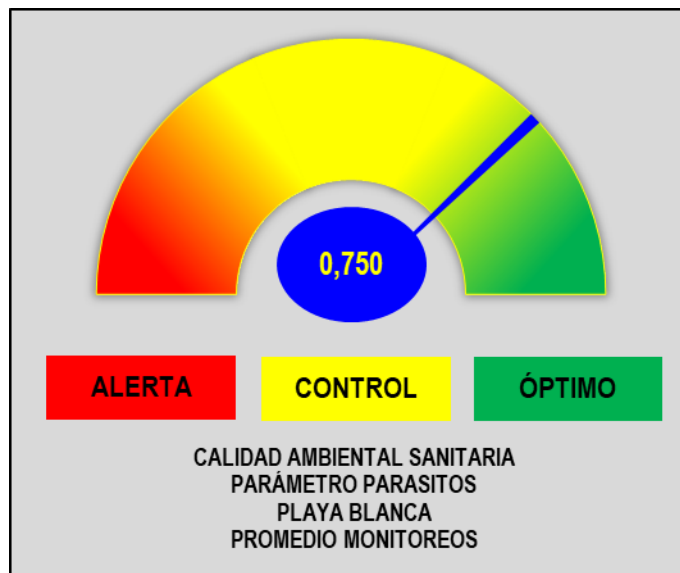
Según Silva y Pastura et al., los parásitos son sensibles a las altas concentraciones de sal, en un estudio realizado las muestras recogidas cerca del agua, no encontraron estructuras parasitarias. De igual manera Rocha et al., (2011) afirma esta teoría porque reportan la ocurrencia de un aumento de la salinidad puede cubrir la extensión de la arena durante la marea alta. Siendo entonces la humedad un factor importante, una modificación fisicoquímica del suelo afectaría la viabilidad de las formas evolutivas de los parásitos de interés sanitario. Del mismo modo, se ha demostrado que la mayor alcalinidad del suelo reduce el nivel de contaminación parasitario (Guerrero et al.,2017).

**Figura 21.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro de parásitos en Pozos Colorados.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

**Figura 22.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Enterococcus en Pozos Colorados de Parásitos en Playa Blanca.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

## **2.5 Conclusiones y recomendaciones**

A partir de la medición y análisis obtenido en la medición del índice de la Calidad Ambiental Sanitaria se encuentra en condiciones óptimas debido a que no se encontró presencia de parásitos en arena, pero al mismo tiempo se deben evaluar ciertas condiciones fisicoquímicas del suelo como la humedad, salinidad, entre otras, para establecer si el sitio a monitorear cuenta con las condiciones o características en las cuales se puede desarrollar la vida de esas especies. Esto no quiere decir que no se deban implementar medias sanitarias y de control ante posibles emergencias, debido a que la zona de reposo es donde tienen contacto directo.

## 2.6 Bibliografía

- Apella, C. M., & Araujo, Z. P. (2005). Microbiología del agua. Conceptos Básicos. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, Page33-50.
- Barrera, G., & Namihira, P. (2004). Contaminación microbiológica en la zona costera de Akumal, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 14(1), 27-35.
- Botero, C., Zielinski, S., Pereira, C. y Escudero, M. (2012). Informe del Programa de Investigación en Calidad Ambiental de Playas Turísticas (Capt) En El Caribe Norte Colombiano 2010 – 2013. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Canosa, A.(1995). Indicadores bacteriológicos de eutrofización en los embalses de Chuza, Neusa y Tomine, y en la laguna de Chingaza. Bogotá., Colombia: Fundación Universidad de Bogotá· Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas.
- Fewtrell, L y J. Bartram. (2002). Water quality. Guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water–related infections disease. *World Health Organization*. 424 p.
- Herrera, A., y Suarez. P.,. (2005). Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. *Revista Interciencia ISSN 0378-1844*.
- INVEMAR .2004. la calidad ambiental marina y costera en Colombia .
- León, E. (2015). Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México.
- Matthew, P., Elaine, C., Rhys, J., y Tamara, S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12):6646–6655,.
- More, C., & Liseth, K. (2014). Contaminación fecal por *Enterococcus* en agua de mar de las playas de huanchaco y huanchaquito de agosto 2013.

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

- Pulido, A., Navia, C., Estupiñán, C., & Prieto, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA en Ciencias Biomédicas*, 3(4), 69-79.
- Torres, J. L. (2016). Los microplásticos como transportadores de metales pesados en agua: estudio cinético.
- Vergaray, G., Méndez, C. R., Morante, H. Y., Heredia, V. I., & Béjar, V. R. (2007). Enterococcus y Escherichia coli como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20), 82-86.
- Vivas, L., Totic, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L., (2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR. 208.
- Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno.( 2014). Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. *Hig. Sanid. Ambient.*, 14 (2): 1191-1195.
- Rocha S, Pinto M, Petrollini F, Teixeira L, Bassili B, Martinez A.( 2011). Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil.
- Silva,C., Pastura, C.,( 2000). Qualidade sanitária das areias de praias do município do Rio de Janeiro. 27º Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 3-8 Diciembre,. Porto Alegre, Brasil <http://goo.gl/BsZ3pz>.
- Celis Trejo C.; C. Núñez; A. García Contreras; G. Mendoza Barrera. (2012). Soil contamination by Toxocara spp. eggs in a University in Mexico City. *Rev. Bras. Parasitol. Vet., Jaboticabal*. 21 (3), p. 298-300.

## **4. Capítulo 4: Evaluación del parámetro Residuos Sólidos Flotantes.**

### **4.1 Introducción**

El océano ha sido considerado a lo largo de la historia como un gran receptor de residuos, siendo estos fundamentalmente sólidos y líquidos, es decir: se han vertido y se vierten cantidades de aguas residuales, urbanas, agrarias, bien de forma directa o bien a través de los ríos (Seoáñez, 2000). Los residuos sólidos flotantes constituyen una parte esencial en la valoración de la calidad ambiental y visual de una playa turística. La percepción visual de las condiciones ambientales que presenta la playa dependerá mucho de la limpieza que se pueda observar (Payares y Ospino,2010).

El principal problema de generación de residuos sólidos en el mar es por las fuentes terrestres es la insuficiente cobertura de los sistemas de recolección de residuos sólidos y la inadecuada disposición de los mismos por parte de los gobiernos que son los responsables del adecnamiento de brindar estos servicios .A esto contribuye la limitada capacidad de manejar grandes volúmenes de basuras que se generan en las playas más en épocas turísticas, y la poca cultura de residuos de la población que reside. Siendo el plástico el material más encontrado en ambientes marinos (Coello y Macias,2003), convirtiéndose en uno de los que tiene una biodegradación que perdura cientos de años. Todos estos actores desencadenados e inexistes de una sintonía en campañas educativas, puntos de acopios adecuados que aseguren un volumen significativo, además de adecuadas frecuencias de recolección los problemas se continúan magnificando siendo los principales implicados los ecosistemas marinos.

En la convención Oskar (2007), se estableció un concepto internacional de basura marina (*Beach Litter*), como "cualquier material sólido persistente, fabricado, desechado o abandonado en el medio marino y costero". De forma complementaria, se afirmó que los materiales encontrados en el entorno marino no sólo son descartados de forma directa al mar, sino que estos pueden llegar indirectamente a este medio a través de ríos, aguas

## **Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

residuales, aguas pluviales o vientos que, por causas como el arrastre, la escorrentía, crecimiento de cauces, desembocaduras, entre otros, terminan depositados en el fondo de mares y océanos o en las franjas costeras.

Basado en lo anterior se percibe la basura en el ambiente marino como el resultado de una inadecuada manipulación o eliminación de elementos, los cuales terminan siendo descartados directamente o indirectamente en el mar o la playa. Cabe resaltar que el aumento de la basura en las últimas décadas ha generado más interés en entender su naturaleza y sus fuentes de generación con el fin de resolver problemas relacionados con la basura en entornos marino-costeros. Los estudios hasta ahora realizados se han centrado en la determinación cuantitativa y cualitativa de la basura, así como en la evaluación de impactos negativos causados a la fauna marina, los habitantes costeros y la atmósfera (Silva-Iñiguez & Fischer, 2003).

La cuantificación de residuos sólidos en agua ó residuos sólidos flotantes, se define como la medición y distribución de los tipos de residuos sólidos suspendidos en agua, clasificados según su tipo, expresando los resultados en porcentaje con relación a la cantidad total de residuos sólidos recolectados en el dispositivo. Se realizan unas gráficas de distribución porcentual por punto, sección y mes, con el fin de visualizar la tendencia de los tipos de residuos encontrados.

En los últimos años se ha asociado los residuos sólidos como una grave problemática ambiental que afecta el desarrollo del ser humano debido a que su presencia es más evidente que la de otro tipo de residuo y su proximidad resulta molesta (Portilla, 2017). El Ministerio de Ambiente de España (2015), expresa que la complejidad de la problemática de las basuras en las playas, se debe a que las mismas se originan en un amplio y diverso rango de actividades humanas que se realiza desde tierra o desde el mar. Debido a ello la cuantificación de los desechos marinos ha recibido cada vez mayor atención en estudios recientes debido a las altas tasas de acumulación de elementos antropogénicos en este ecosistema (Hengstmann, Gräwe, Tamminga, & Fischer, 2017).

Una de las particularidades residuos sólidos que también generan gran importancia es que estos pueden ser transportados a grandes distancias por las corrientes marinas y los vientos (Rodríguez, 2012), por ende, se toman en cuenta la dimensión continental de las costas como medida fundamental en donde las basuras generadas que viajan grandes distancias, generen un impacto ambiental y socioeconómico negativos (Ambiente, 2015).

Lozaya, (2016), expone que las basuras después de llegar al mar, gran parte de esta se queda flotante en su superficie y en su mayoría tiende a ser transportada por largos períodos de tiempo lejos de sus fuentes originales, lo que dificulta identificarlas.

## 4.2 Resumen

Una de las problemáticas más grandes a nivel mundial es la elevada generación y la disposición inadecuada de dichos residuos, los cuales son definidos como elementos o producto que se encuentra en estado sólido, cuyo generador descarta, porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó, la disposición inadecuada de los residuos sólidos en la arena puede afectar la salud de los usuarios por contacto con parásitos, bacterias u hongos generados a partir de la descomposición de los residuos, además que a ellos se pueden adherir muchos contaminantes que terminaran posteriormente en cuerpos de agua o en la arena. Este parámetro permite identificar la cantidad y tipo de residuos sólidos presentes en playas turísticas. En las playas estudiadas no se encontró ningún tipo de residuo flotante, debido a las condiciones óptimas y la adecuada disposición que tenían. Donde la metodología implementada consistía en introducir una malla en contra corriente para atrapar la mayor cantidad de elementos.

**Palabras claves:** ICAPTU, playas turísticas, Residuos Sólidos Flotantes, contaminación, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## Abstract

One of the biggest problems worldwide is the high generation and inadequate disposal of such waste, which are defined as elements or product that is in solid state, whose generator discards, because its properties do not allow to use it again in the activity that generated it, the inadequate disposal of solid waste in the sand can affect the health of users by contact with parasites, bacteria or fungi generated from the decomposition of waste, in addition to

## Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)

---

them can adhere many contaminants that will end later in bodies of water or in the sand. This parameter allows to identify the amount and type of solid waste present in tourist beaches. In the beaches studied, no type of floating waste was found, due to the optimal conditions and the adequate disposition that they had.

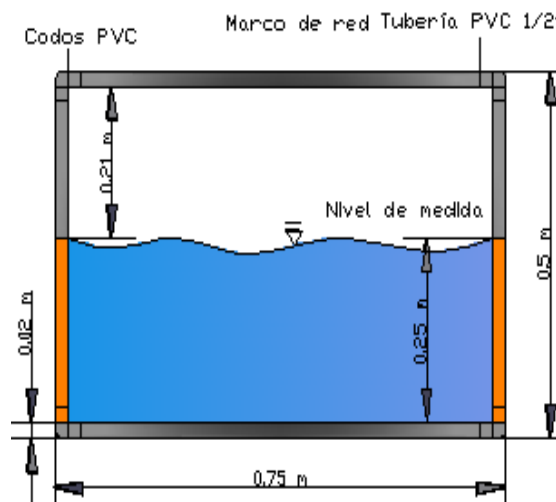
**Key words:** ICAPTU, tourist beaches, Solid Waste Floating, pollution, Playa Blanca, Pozos Colorados.

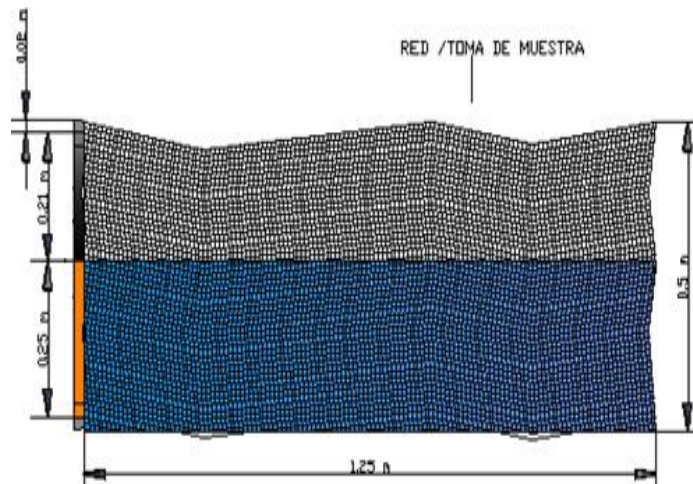
### 4.3 Metodología

#### 4.3.1 Toma de Muestras

Teniendo en cuenta la delimitación y características de las zonas, el monitoreo continuo con el siguiente procedimiento para la zona de bañistas (Ver Figura 20):

**Figura 23.**Esquema de dispositivo multifilamento para toma de muestras





Fuente: (Red Iberoamericana Proplayas, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena, PlayasCorp., 2015).

**Figura 24.** Esquema de Ordenamiento de una Playa Turística

	<b>ZONA DE SERVICIOS</b>
	<b>ZONA DE ENLACE Y ESPACIO PÚBLICO</b>
	<b>ZONA DE TRANSICIÓN</b>
	<b>ZONA DE REPOSO</b>
	<b>ZONA ACTIVA</b>
	<b>ZONA DE BAÑISTAS</b>
	<b>ZONA DE ACCESO PARA NAVES</b>
	<b>ZONA DEPORTES NÁUTICOS</b>
	<b>ZONA TRÁNSITO DE EMBARCACIONES</b>

**Fuente:** Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2

La toma de muestras se realizó en dos jornadas: En la mañana (10:00 a.m) y en la tarde (3:00 p.m). La forma en cómo se recolectaron es perpendicular a la línea de costa, cada sección de muestreo está separada a una distancia de 30 metros (aproximadamente 20 pasos), con el fin de tener mayores datos estadístico se realizan 5 secciones en cada muestra, la muestra se tomó desde la orilla hasta alcanzar una profundidad de  $1\text{m} \pm 1.5\text{m}$ , la red se sumergió hasta la marca de calibración de 0.25m. Ver Figura 22.

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

**Figura 25.** Esquema de muestreo perpendicular a la línea de costa



**Fuente:** Protocolo de monitoreo CAS\_RSA\_01\_PM

Durante el recorrido la red se recogieron los posibles sólidos flotantes en el agua, después de cada recorrido los residuos son almacenados en bolsas ziploc, debidamente rotuladas con etiquetas adhesivas con la siguiente información: número de muestra, fecha, hora y lugar de recolección.

El procedimiento debe hacerse en la mañana preferiblemente después de 10 am y en la tarde tipo 3 para determinar la influencia de la densidad de usuarios y correlacionarlos con los residuos encontrados en la arena y en el agua.

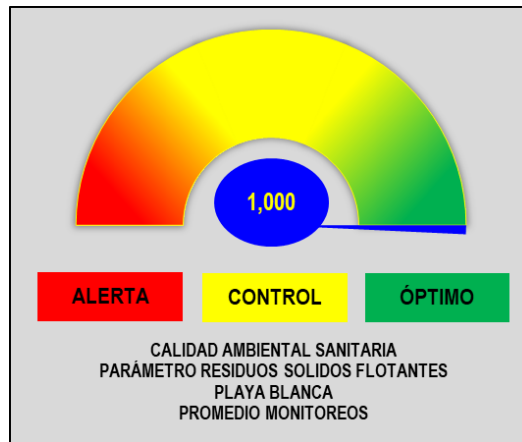
### **4.3.3 Preservación y almacenamiento**

Los residuos recolectados serán almacenados en bolsas con suficiente capacidad, luego ser transportados a instalaciones del laboratorio y posteriormente ser secados y pesados.

## 4.4 Resultados y discusión

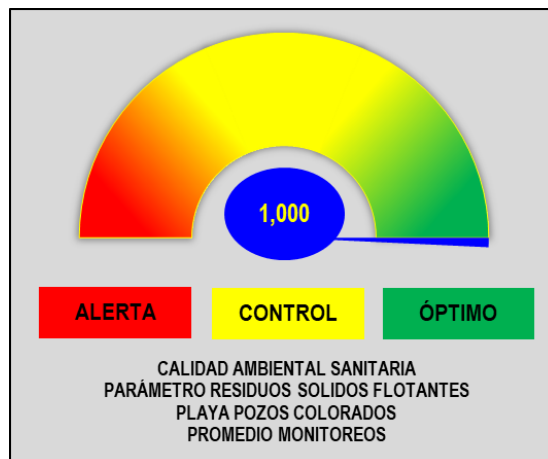
Este parámetro fue el más favorable para las dos playas, debido a que los cuatros monitoreos al momento de introducir la malla no se encontraron residuos, este puede ser un motivo por el cual puede ser un factor por la cual las playas se encontraban en buenas condiciones microbiológicas. Y con un índice de calidad ambiental en óptimas condiciones con un valor de 1 (Figura 23 y Figura 24) porque las playas se encuentran limpias, es un buen indicador para tratar siempre de mantener las condiciones ideales e implementar medidas que vayan siempre encaminadas a preservar los ecosistemas.

**Figura 26.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro residuos flotantes Playa Blanca.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

**Figura 27.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro residuos flotantes Pozos Colorados.



*Fuente: Playas Corporación Ltda., 2018.*

**Medición y evaluación de los parámetros del indicador de Calidad Ambiental Sanitaria (ICAS) contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (ICAPTU)**

---

## **4.5 Conclusiones y recomendaciones**

De las mediciones obtenidas en los 4 monitoreos realizados en las dos playas se puede destacar la higiene y limpieza que poseen con respecto a los residuos sólidos flotantes que eran irrelevantes que no se pudieron atrapar , además que la población nativa se encarga de realizar limpiezas a los que se encuentran en la zona activa lo cual evita que por efecto del viento esto termine en el mar. Es por eso que las condiciones ambientales en cuanto a residuos sólidos flotantes es 1, una condición que le otorga el grado de optimización la cual deben buscar conservar.



## 4.6 Bibliografía

- Transferencias, G. (2008) . La problemática ambiental en urbanizaciones turísticas litorales. *Nulan. Mdp.Edu.Ar*. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/365>
- Coello, S., & Macías, R. (2006). Situación de la basura marina en Ecuador. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)–Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste. Informe de Consultoría.
- GREGORY, M. & Ryan, P. G. 1997. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives . EN: Coe, J. M & Rogers, D. B. (Eds.). *Marine debris: sources, impacts and solutions*. Springer-Verlag, Nueva York: 49-66.
- León, E. (2015). Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México.
- Nadal, F., Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Halac, S., & Olivera, P. (2012). Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque, Córdoba, Argentina. Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida.
- Steiner T, Thielman N, Guerrant R. Protozoal agents. What are the dangers for the public water-supply. *Annu. Rev. Med* 1997; 48: 329-340.
- Vivas, L., Tosić, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L., (2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR. 208.
- Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno. 2014. Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. *Hig. Sanid. Ambient.*, 14 (2): 1191-1195.
- Silva, C., Pastura, C., 2000. Qualidade sanitária das areias de praias do município do Rio de Janeiro. 27º Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 3-8 Diciembre., Porto Alegre, Brasil <http://goo.gl/BsZ3pz>.
- Ambiente, S. de M. (2015). Programa de vigilancia de basuras marinas en playas protocolo de muestreo. Madrid.

Botero, C., & García, L. (2011). Cuantificación Y Clasificación De Residuos Sólidos En Playas Turísticas . Evaluación En Tres Playas De Santa Marta. XIV Congreso Latino-Americano de Ciências Do Mar – XIV COLACMAR Balneário Camboriú (SC / Brasil), (2003), 1–3.

Critchell, K., Grech, A., Schläefer, J., Andutta, F. P., Lambrechts, J., Wolanski, E., & Hamann, M. (2015). Modelling the fate of marine debris along a complex shoreline: Lessons from the Great Barrier Reef. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 167, 414–426. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.10.018>

Hengstmann, E., Gräwe, D., Tamminga, M., & Fischer, E. K. (2017). Marine litter abundance and distribution on beaches on the Isle of Rügen considering the influence of exposition, morphology and recreational activities. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1–2), 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.026>

ICAPTU. Hoja metodológica de Residuos sólidos flotantes en el agua litoral. [en línea]. <<http://www.dimar.mil.co/playas/>> [citado en 19 de diciembre 2012].

## **5. Capítulo 5: Evaluación del parámetro Microplásticos**

### **5.1 introducción**

El plástico que fue creado hace 150 años como un material ligero, fuerte y económico, ahora está presente en diversos ambientes marinos como parte de una contaminación (Andrady 2017). En 2014, 25,8 millones de toneladas de residuos plásticos post-consumo terminaron en los residuos aguas arriba. El 69,2% se recuperó a través de procesos de reciclado y recuperación de energía, mientras que el 30,8% fueron a vertedero.

Los Microplásticos son pequeñas partículas de polímeros (generalmente polietileno, poliestireno o polipropileno) con un diámetro <5 mm. En las últimas cuatro décadas las concentraciones de estas partículas parecen haber aumentado significativamente en las aguas superficiales del océano y cuyo origen en el medio ambiente pueden ser causado por varias causas. Éste se encuentra en distintos materiales que cotidianamente se utilizan; encontramos plástico en todo a nuestro alrededor: en las bolsas del supermercado, en los juguetes para niños, en las botellas de agua y otros envases, bolígrafos, y en una lista muy extensa de artículos de consumo. Además, en los últimos años se ha generalizado el uso de microplásticos en productos cosméticos como pueden ser jabones, limpiadores faciales e incluso dentífricos, formando parte de nuestra vida cotidiana (Fendall y Sewell, 2009).

Los microplásticos se dividen en 2 categorías: primarios y secundarios. Los primeros son aquellos que se fabricaron con la intención de que fueran de una microescala, por ejemplo, los utilizados en cosméticos o exfoliantes (como brillo y microperlas), o virutas utilizadas en la industria de la producción de plástico. Por su parte, los microplásticos secundarios

son aquellos que se han formado como resultado de la degradación de plásticos de gran tamaño se fragmentan (Andrady, 2011; Barnes et al, 2009). La velocidad a la que se produce la fragmentación es altamente dependiente de las condiciones del medio ambiente, especialmente de la temperatura y la cantidad de luz UV disponible. Los microplásticos secundarios también se encuentran en los textiles sintéticos. Aguas residuales provenientes del lavado de ropa sintética, tales como camisas, contienen más de 100 fibras por litro de agua. De acuerdo a un estudio realizado, en promedio unas 1.900 fibras de microplásticos pueden ser liberadas en un solo lavado (Torres,2016). La mayor fuente de microplásticos en los cuerpos de agua incluye las aguas residuales de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y el runoff de las zonas urbanas, rellenos sanitarios y áreas industriales. Estos microplásticos frecuentemente no son removidos en las PTAR debido a su pequeño tamaño y flotabilidad, de esta manera son liberados a los cuerpos de agua tales como los ríos, lagos y océanos como los efluentes de las PTAR (Sarria-Villa y Gallo 2016).

El agua de mar está contaminada con una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Muchos plásticos absorben contaminantes orgánicos en un alto grado, como el pesticida DDT y bifenilos policlorados (PCB). Estos compuestos pueden causar efectos crónicos sobre la salud humana, incluyendo la interrupción del sistema hormonal (disrupción endocrina), induciendo cambios genéticos (mutagenicidad) y el cáncer (carcinogénesis). Una vez ingeridos por peces, aves y mamíferos marinos, los compuestos que penetran en la estructura del plástico, puede comenzar a filtrarse hacia sus tejidos. La tasa y la dirección de la transferencia de los compuestos tóxicos, persistentes y bioacumulativos, dependerá del ambiente químico en el intestino del organismo y los niveles existentes de estos compuestos en el tejido (Torres,2016).

## 5.2 Resumen

Este parámetro valora la presencia de microplásticos en la arena, teniendo en cuenta que estos son piezas de plástico que miden entre 1 y 5 milímetros y que son comúnmente utilizadas en productos de cuidado personal como pasta dental o productos para el cuidado de la piel. También pueden ser el resultado de procesos que degradan otros artículos domésticos como bolsas o el lavado de ropa sintética. Este parámetro tiene por finalidad de evaluar la calidad sanitaria de las playas, considerando los plásticos como el residuo con el mayor porcentaje de incidencia. Para Pozos Colorados se obtuvieron un total de 53 microplásticos, de las cuales 36 presentan un tamaño de 1-5 mm y 17 para los que son menores de 1 mm. En Playa Blanca tuvo un total de 97 microplásticos en donde 45 tenían un diámetro que oscilaba de 1-5 mm, los 52 restantes tienen un tamaño inferior a 1 mm.

**Palabras claves:** ICAPTU, playas turísticas, Microplásticos, contaminación de playas, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## Abstract

This parameter assesses the presence of microplastics in the sand, taking into account that these are plastic pieces that measure between 1 and 5 millimeters and that are commonly used in personal care products such as toothpaste or skin care products. They can also be the result of processes that degrade other household items such as bags or the washing of synthetic clothing. This parameter is intended to evaluate the sanitary quality of beaches, considering plastics as the waste with the highest percentage of incidence. For Pozos Colorados, a total of 53 microplastics were obtained, of which 36 have a size of 1-5 mm and 17 for those that are less than 1 mm. In Playa Blanca had a total of 97 microplastics in which 45 had a diameter that ranged from 1-5 mm, the remaining 52 have a size of less than 1 mm.

**Keywords:** ICAPTU, tourist beaches, microplastics, beach pollution, Playa Blanca, Pozos Colorados.

## 5.3 Metodología

### 5.3.1 Procedimiento de monitoreo

La toma de muestra se realizará entre la zona de reposo y la zona activa (ver Figura 25.), en la parte superior de la orilla (por encima de la línea del hilo = marca de agua alta<sup>2</sup>), donde se recolectarán 300 g de arena en bolsas ziploc limpiando previamente la parte superficial. Las muestras deben ser recolectadas desde el máximo superior. 5 cm del sedimento.

Frecuencia: el muestreo se debe hacer al menos dos veces al año (en la temporada seca y húmeda).

**Figura 28.** zona de toma de muestra



**Fuente:** Norma Técnica Sectorial Colombiana NTS-TS 001-2

Para este procedimiento se tendrá en cuenta la metodología NALG para la determinación del tamaño y ubicación del transepto donde se hará la recolección de las muestras, la cual consiste en tomar 3 muestras de arena en un trayecto de

100m; la primera se toma en un punto medio y las restantes se recolectan 50m de cada lado. (Ver Figura 26).

**Figura 29.** Metodología NALG para la clasificación de playas según los residuos sólidos.



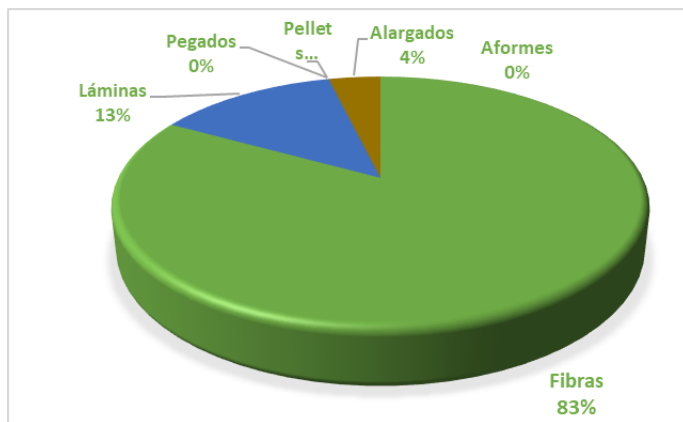
## 5.2.2 Preservación y almacenamiento

Las muestras se transportaron en un recipiente de Icopor a temperatura ambiente.

### 5.3 Resultados y discusión

En Pozos Colorados se obtuvo un total de 53 microplásticos, de las cuales 36 presentan un tamaño de 1-5 mm y 17 para los que son menores de 1 mm. El 83% de las muestras recolectadas corresponden a fibras, el 13% a laminas y el 3.77% alargados. No se presentó Pellets, aformes y pegados (Figura 27.).

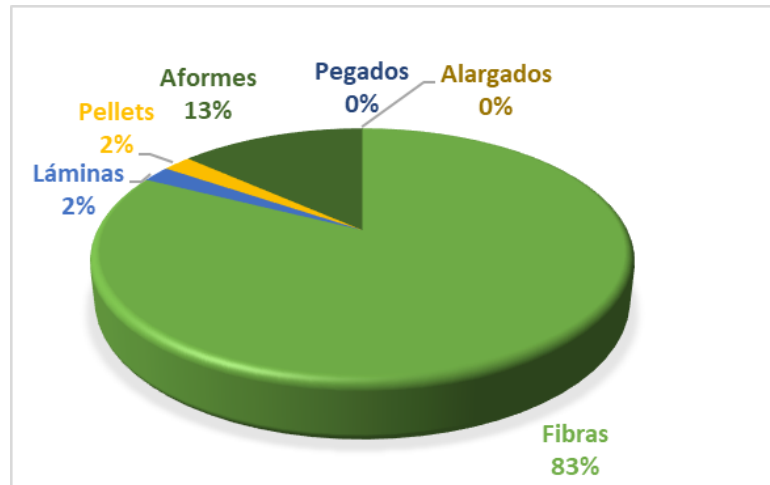
**Figura 30.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en Pozos Colorados.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

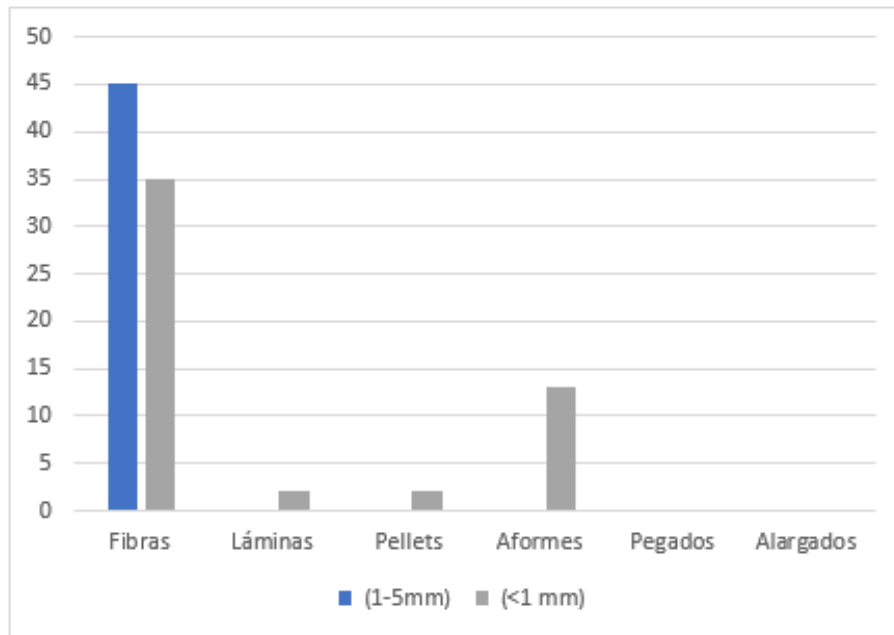
Por otro lado, Playa Blanca tuvo un total de 97 microplásticos en donde 45 tenían un diámetro que oscilaba de 1-5 mm, los 52 restantes tienen un tamaño inferior a 1 mm. El 82% corresponden a fibras, el 2% a laminas y pellets, el 13% aformes, sin presencia de alargados y pegados (Figura 28).

**Figura 31.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro microplásticos en Playa Blanca.



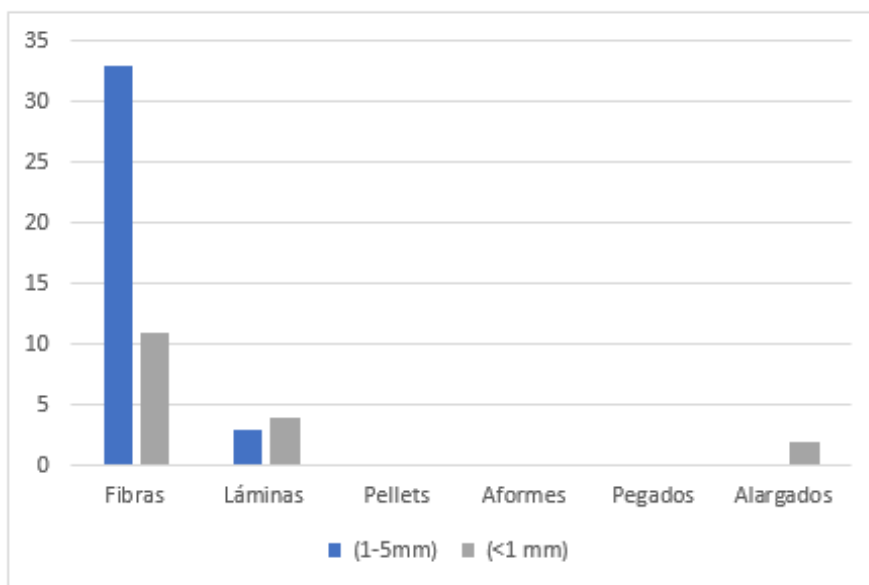
**Fuente:** Elaboración propia,2018.

**Figura 32.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en Pozos Colorados en relación con el tamaño de la partícula.



**Fuente:** Elaboración propia,2018.

**Figura 33.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en playa Blanca en relación con el tamaño de la partícula.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Como se observa en los Gráficos 29 y 30 los valores máximos de microplásticos encontrados en Playa Blanca y Pozos Colorados son pellets de 1-5 mm, es decir microplásticos primarios, en la Figura 29 los Microplásticos encontrados son menores a 1 mm esto debido a que existe una gran cantidad de plásticos que son degradados y fragmentados en pequeñas piezas, algunas de esas son partes de residuos plásticos (tales como bolsas plásticas) que pueden terminar en los océanos debido a su baja flotabilidad. El viento puede mover también los Microplásticos, afectando su distribución en el medio ambiente como se observa en la Grafica 29 y 30 existe una acumulación de microplásticos en las dos playas estudiadas. Algunas investigaciones han descubierto que el viento mezcla las partículas de plástico livianas dentro del agua y debido a las direcciones del viento, se pueden acumular en la arena generando posteriores afectaciones (Saria, 2016).

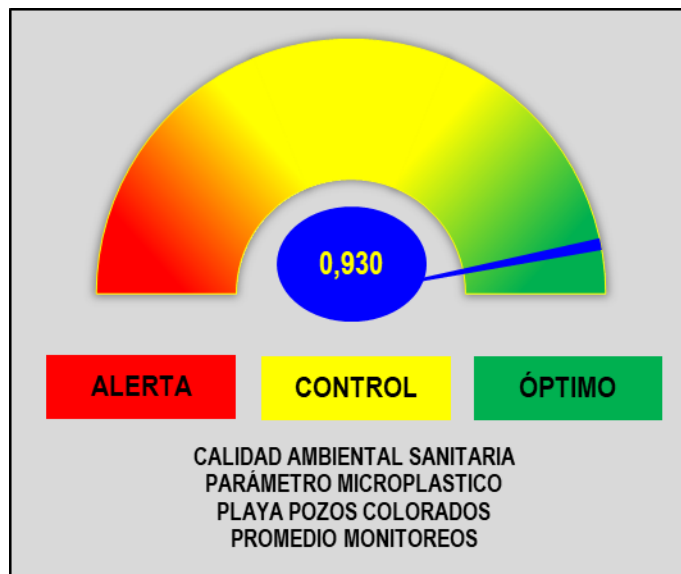
La influencia que puede tener los Microplásticos como transporte de compuestos tóxicos, se debe a la disponibilidad de contaminantes denominados compuestos orgánicos persistentes (COPs), los cuales se conocen por ser bioacumulables y tóxicos, tales como insecticidas, pesticidas, químicos industriales, afectando de esta manera los mares y a la biota marina a partir de la lixiviación de sus químicos proporcionados para obtener sus propiedades plásticas, incluyendo esto, el potencial de los COPs (Thompson, 2013). Los

plásticos se convierten en “agentes limpiadores” al retener los contaminantes que están disueltos debido poseen una gran área y poco volumen, estos pueden llegar a tener cinco ordenes de magnitud mayor de contaminación que la del medio (Acosta & Olivero,2014).

En Playa Blanca el 2% de los microplásticos encontrados corresponden a pellets, Se estima tengan una duración entre 3 y 10 años, algunos con aditivos especiales pueden durar entre 30 y 50 años (Gregody,1978). El impacto más probable de la ingesta de microplásticos es la obstrucción física del sistema digestivo, lo cual puede causar que el animal detenga su alimentación debido a la sensación de llenura. Los animales que ingieren gran cantidad de plásticos, mueren por inanición (Cole,2013) Si bien, estas fibras pueden ser altamente contaminantes y causar posibles afectaciones al medio ambiente y al ser humano debido a las relaciones con la cadena trófica donde el consumidor final ingiere estos contaminantes (Ruz,Eastman,& Thiel, 2012).

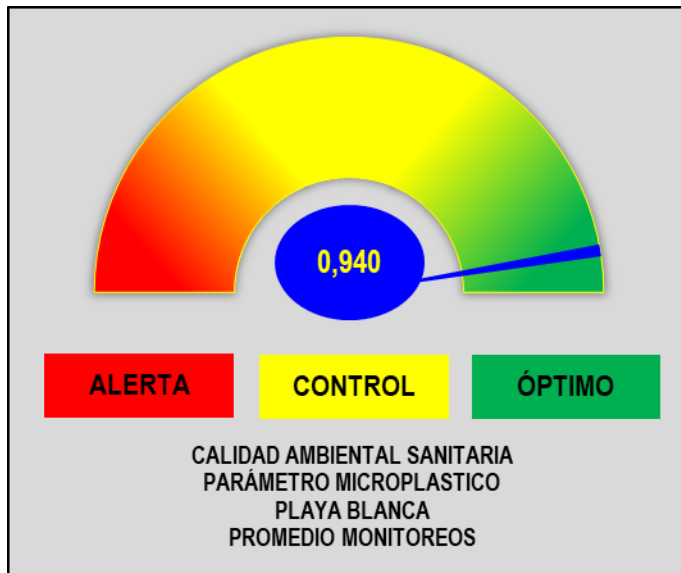
El indicador de calidad ambiental lo encuentra en un nivel óptimo (Grafica 31 y Grafica 32) debido a que las cantidades encontradas las aún están a tiempo de ser controladas y evitar que llegue hasta el consumidor final de la cadena trófica.

**Figura 34.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en relación con el tamaño de la partícula Pozos Colorados.



**Fuente:** Playas Corporación Ltda., 2018.

**Figura 35.** Indicador Ambiental Sanitario para el parámetro Microplásticos en relación con el tamaño de las partículas Playa Blanca.



**Fuente:** Playas Corporación Ltda., 2018.

## 5.4 Conclusiones y recomendaciones

El resultado de las mediciones y la evaluación de microplásticos en dos playas turísticas de Santa Marta, se puede deducir que:

- Existe mayor presencia de los microplásticos primarios en las dos playas monitoreadas, dentro de los más encontrados son las fibras, es decir las que se liberan de productos textiles en su mayoría al momento de ser lavado, por ende se presume que puede ser producto de descargas de aguas residuales, debido a que las plantas de tratamiento no alcanzan a remover en su totalidad esas partículas diminutas.
- Es indispensable anexar a los estudios realizados las fotografías del estudio realizado en laboratorio de manera que sirvan de soporte al momento de realizar la discusión de resultados.
- Se debe añadir otras características al momento de hacer el análisis como el color del microplásticos, que nos permita tener mayor exactitud las condiciones y/o características intrínsecas, porque el color aparente de los pellets puede estar relacionado con el grado de oxidación, y su intensidad con el tiempo de permanencia al que han sido expuestos en el medio marino.

## 5.5 Bibliografía

- Acosta, C., & Olivero, D. (2014). Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias Doctoral dissertation.
- Transferencias, G. (2008) . La problemática ambiental en urbanizaciones turísticas litorales. *Nulan. Mdp.Edu.Ar*. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/365>
- Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: a review. *Marine Pollution Bulletin*, page 119, 12–22.
- Coello, S., & Macías, R. (2006). Situación de la basura marina en Ecuador. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)–Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste. Informe de Consultoría.
- GREGORY, M. & Ryan, P. G. 1997. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives . EN: Coe, J. M. & Rogers, D. B. (Eds.). *Marine debris: sources, impacts and solutions*. Springer-Verlag, Nueva York: 49-66.
- León, E. (2015). Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México.
- Matthew, P., Elaine, C., Rhys, J., y Tamara, S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12):6646–6655,.
- Nadal, F., Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Halac, S., & Olivera, P. (2012). Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque, Córdoba, Argentina. Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida.
- Richard, C., (2015) .Microplastics in the marine environment: Sources, consequences and solutions. In *Marine anthropogenic litter*, pages 185–200.
- Ruz, H., Macaya, V., Eastman, L., & Thiel, M. muestreo nacional de microplásticos en las playas de Chile.
- Sarria, A., & Gallo, J., (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Sarria-Villa, R. A., & Gallo-Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Selvakumar, A y M. Borst. 2006. Variation of microorganism concentrations in urban stormwater runoff with land use and seasons. *Journal of Water and Health*. 4:109-124.
- Steiner T, Thielman N, Guerrant R. Protozoal agents. What are the dangers for the public water-supply. *Annu. Rev. Med* 1997; 48: 329-340.

- Torres, J. L. (2016). Los microplásticos como transportadores de metales pesados en agua: estudio cinético.
- Vivas, L., Tosić, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L., (2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR. 208.
- Silva, C., Pastura, C., 2000. Qualidade sanitária das areias de praias do município do Rio de Janeiro. 27º Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 3-8 Diciembre, Porto Alegre, Brasil <http://goo.gl/BsZ3pz>.
- Rochman C.M., E. Hoh, B.T. Hentschel et al. 2013. Long-Term Field Measurement of Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris. *Environmental Science & Technology* 47(3): 1646-1654.
- Purca, S., & Henostroza, A. 2017. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología*, 24(1), 101-106.
- PNUMA, 2016, Microplásticos de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Sitio web: <http://www.pnuma.org>.
- Browne, M. A.; Dissanayake, A.; Galloway T.S.; Lowe D.M.; Thompson, R. C., 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.) *Environ. Sci. Technol*, 42, 5026-5031; DOI: 10.1021/es800249a.
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Ruz, V. H., Macaya, V., Eastman, L., & Thiel, M. muestreo nacional de microplásticos en las playas de chuz, v. h., macaya, v., eastman, l., & thiel, m. muestreo nacional de microplásticos en las playas de chile.ile.
- Rochman C.M., E. Hoh, B.T. Hentschel et al. 2013. Long-Term Field Measurement of

Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris. *Environmental Science & Technology* 47(3): 1646-1654.

Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45 (21), 9175–9179. <http://dx.doi.org/10.1021/es201811s>.

## Conclusiones

Lo desarrollado en este estudio de evaluación se puede resaltar lo siguiente:

- En Pozos Colorados el 75% de las muestras de arena superaban a las tomadas en agua, distintos estudios han demostrado que la contaminación microbiológica es en arena donde los turistas pasan la mayor parte del tiempo y realizan sus actividades de esparcimiento.
- Se pudo determinar que la procedencia de la contaminación fecal es por animales, que se refleja en la presencia de microorganismos patógenos como E. coli y Enterococcus se debe principalmente a su presencia en arenas.
- Las dos playas monitoreadas presentan óptimas condiciones en el parámetro de residuos flotantes, debido a que es una playa con buenas condiciones de aseo.
- Los Microplásticos presentan condiciones distintas para las dos playas, en Playa Blanca se trata de fibras de un diámetro mayor lo que indica que son primarios, por el contrario, en Pozos Colorados las condiciones son más de tipo secundaria.
- El resultado de los parásitos se mantiene igual en las dos playas. Con un índice de calidad ambiental óptimo.
- Dentro de las metodologías planteadas para el desarrollo del modelo ICAPTU, en el parámetro sanitario existen algunos puntos por mejorar en especial para los formatos de toma de muestra u hoja de cálculo que nos permitan conocer de manera exacta los factores que influyen para la proliferación de microorganismos.

## Recomendaciones

- Es fundamental continuar haciendo seguimientos y controles a las bacterias de origen fecal, para evitar posibles daños a la salud humana. Una de las formas es controlando el ingreso de animales domésticos y locales asegurando que la disposición de su materia fecal sea dispuesta en sitios adecuados.
- Tomar medidas de prevención y control de la proliferación de plástico en las playas para evitar que estos terminen en pequeñas partículas que finalmente terminaran contaminando no solo el ecosistema, si no también a nosotros como humanos. Ya existe una ley en el distrito en el cual prohíbe el plástico de un solo uso, es momento de empezar a ejercer el control a la resolución





## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C., & Olivero, D. (2014). Caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias Doctoral dissertation.
- Transferencias, G. (2008) . La problemática ambiental en urbanizaciones turísticas litorales. *Nulan. Mdp.Edu.Ar*. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/365>
- Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: a review. *Marine Pollution Bulletin*, page 119, 12–22.
- Apella, C. M., & Araujo, Z. P. (2005). Microbiología del agua. Conceptos Básicos. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, Page33-50.
- Barrera, G., & Namihira, P. (2004). Contaminación microbiológica en la zona costera de Akumal, Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 14(1), 27-35.
- Botero, C., Zielinski, S., Pereira, C. y Escudero, M. (2012). Informe del Programa de Investigación en Calidad Ambiental de Playas Turísticas (Capt) En El Caribe Norte Colombiano 2010 – 2013. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.
- Camacho, A., M.Giles., A.Ortegón., M.Palao., B.Serrano y O.Velázquez. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.
- Canosa, A.(1995). Indicadores bacteriológicos de eutrofización en los embalses de Chuza, Neusa y Tomine, y en la laguna de Chingaza. Bogotá., Colombia: Fundación Universidad de Bogotá· Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas.
- Coello, S., & Macías, R. (2006). Situación de la basura marina en Ecuador. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)–Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste. Informe de Consultoría.
- Díaz, Á., Izquierdo,S., Fernández, T., & Izquierdo ,M,. (2013). Características clínicas y epidemiológicas de las infecciones por Enterococos en el niño. *Rev Cubana Pediatr*. 79(1) :<http://scielo.sld.pdf/ped/v79n1/ped08107.pdf>.
- Faust, A., Aotaky, A., & Hargadon, T.,(1975). Effect of physical parameters on the *in situ* survival of *Escherichia coli* MC-6 in an estuarine environment. *Appl Microbiol*; 30:800-806.
- Fewtrell, L y J. Bartram. (2002). Water quality. Guidelines, standards and health: Assessment of risk and risk management for water–related infections disease. *World Health Organization*. 424 p.
- GAUTHIER, J.M. (1980). Poluciones bacterianas en el medio marino In: Perès, J.M. (Ed.). *La polución de las aguas marinas*. Ed. Omega, S.A., España, pp. 127-141

- GREGORY, M. & Ryan, P. G. 1997. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. EN: Coe, J. M. & Rogers, D. B. (Eds.). *Marine debris: sources, impacts and solutions*. Springer-Verlag, Nueva York: 49-66.
- Herrera, Antonio y Paula Suarez. (2005). Indicadores bacterianos como herramientas para medir la calidad ambiental del agua costera. *Revista Interciencia ISSN 0378-1844*.
- INVEMAR. 2004. *la calidad ambiental marina y costera en Colombia*.
- Larrea, A., Rojas M., Romeu, B., Rojas, M., y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3).
- León, E. (2015). Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México.
- Martínez, R., Villalobos, L., & Castillo, I., (2015). *Escherichia coli* diarreogénicas procedentes de aguas marinas recreacionales caracterizadas por reacción en cadena de la polimerasa. (23) 3, 248-254.
- Matthew, P., Elaine, C., Rhys, J., y Tamara, S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental science & technology*, 47(12):6646–6655,.
- McGann, P., Snesrud, E., Maybank, R., Corey, B., Ong, A. C., Clifford, R., y Schaecher, K. (2016). *Escherichia coli* que alberga mcr-1 y blaCTX-M en un nuevo plásmido IncF: primer informe de mcr-1 en los Estados Unidos. *Agentes antimicrobianos y quimioterapia*, 60 (7), 4420-4421.
- More, C., & Liseth, K. (2014). Contaminación fecal por enterococos en agua de mar de las playas de huanchaco y huanchaquito de agosto 2013.
- Nadal, F., Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Halac, S., & Olivera, P. (2012). Evaluación de la calidad de agua para uso recreativo del embalse San Roque, Córdoba, Argentina. Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida.
- Pulido, A., Navia, C., Estupiñán, C., & Prieto, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA en Ciencias Biomédicas*, 3(4), 69-79.
- Quiñones, D., Marrero, D., Falero, B., Tamargo I., Llop, A., Kobayashi, N., Susceptibilidad antimicrobiana y factores de virulencia en especies de *Enterococcus* causantes de infecciones pediátricas en Cuba. *Rev Cubana Med Trop*. 2008; 60(2):123-129.
- Richard, C., (2015). Microplastics in the marine environment: Sources, consequences and solutions. In *Marine anthropogenic litter*, pages 185–200.

- Ruz, H., Macaya, V., Eastman, L., & Thiel, M. muestreo nacional de microplásticos en las playas de Chile.
- Sarria, A., & Gallo, J., (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Sarria-Villa, R. A., & Gallo-Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27.
- Selvakumar, A y M. Borst. 2006. Variation of microorganism concentrations in urban stormwater runoff with land use and seasons. *Journal of Water and Health*. 4:109-124.
- Steiner T, Thielman N, Guerrant R. Protozoal agents. What are the dangers for the public water-supply. *Annu. Rev. Med* 1997; 48: 329-340.
- Suárez, L., (1993). Membrane filtration method validation to total coliforms and *Escherichia coli* microbiological analysis in seawaters.
- Torres, J. L. (2016). Los microplásticos como transportadores de metales pesados en agua: estudio cinético.
- Vergaray, G., Méndez, C. R., Morante, H. Y., Heredia, V. I., & Béjar, V. R. (2007). *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 10(20), 82-86.
- Vivas, L., Totic, J., Sánchez, S., Narváez, B., Cadavid, P., Bautista, J., Betancourt, J., Parra, L., Echeverri y Espinosa, L., (2010). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. *Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. INVEMAR*. 208.
- Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno. 2014. Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. *Hig. Sanid. Ambient.*, 14 (2): 1191-1195.
- Rocha S, Pinto M, Petrollini F, Teixeira L, Bassili B, Martinez A. 2011. Environmental analyses of the parasitic profile found in the sandy soil from the Santos municipality beaches, SP, Brazil. *si*

Celis Trejo C.; C. Núñez; A. García Contreras; G. Mendoza Barrera. 2012. Soil contamination by *Toxocara* spp. eggs in a University in Mexico City. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, Jaboticabal. 21 (3), p. 298-300.