

# **BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY BICU**



**CIENCIA Y TECNOLOGIA**

**RECURSOS NATURALES**

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL**

**Evaluación de la contaminación por Microplástico en las playas, de  
Corn Island, Nicaragua**

### **Autores:**

MSc. Billy Francis Ebanks Mongalo  
Dr. Enoc Rivas Suazo  
MSc. Eduardo Sui Estrada  
Br. Ledy Aguilar  
Br. Brayan Joiner

Bluefields, RACCS, Nicaragua  
Agosto, 2025

***“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
1.1. Recepción y resolución .....	1
1.2. Eje lineamiento y acción de la Estrategia Nacional de Educación .....	1
1.3. Datos generales del investigador principal.....	1
1.4. Identificación del Proyecto de Investigación .....	3
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes y contexto del Problema.....	5
2.2. Pregunta de Investigación .....	6
Objetivos .....	7
a. General .....	7
b. Específicos.....	7
2.3. Justificación .....	8
2.4. Hipótesis .....	9
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
3.1. Estado del arte.....	10
3.2. Teorías y conceptos asumidos.....	15
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
4.1. Área de localización del estudio .....	20
4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo .....	20
4.3. Población y muestra.....	20
4.3.1. Tipo de muestra y muestreo.....	21
4.4. Diseño Experimental.....	21
4.4.1. Técnica de Recolección de Datos.....	22
4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	25
4.5. Análisis de datos .....	27
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Limitaciones y riesgos .....	9
Tabla 2 Técnica e instrumento de la investigación .....	21
Tabla 3. Operacionalización de la variable.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura: 1.</b> Área de localización del estudio.....	20
<b>Figura: 2.</b> Clasificación por colores de microplásticos.....	24
<b>Figura: 3.</b> Microplástico de acuerdo con su forma en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center. ....	28
<b>Figura: 4.</b> Distribución de microplástico de acuerdo a su tipo en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center. ....	29
<b>Figura: 5.</b> Distribución de microplástico de acuerdo al color en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center.....	31
<b>Figura: 6.</b> Distribución de microplástico de acuerdo con el color en la zona de pleamar y supra litoral de Picnic Center.....	32
<b>Figura: 7.</b> Distribución espacial de microplástico en la zona de pleamar y supra – litoral.....	33
<b>Figura: 8.</b> Comparación de volumen de microplástico entre Long Beach y Picnic center, en diferentes zonas de muestreos.....	35
<b>Figura: 9.</b> Diferencia en gramo de micropálastico entre Corn Island y la Barra de Hone Soun.....	37

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo: 1.</b> Cronograma de actividades.....	47
<b>Anexo: 2.</b> Recursos: humanos, materiales y financieros .....	47
<b>Anexo: 3.</b> Recuento de microplástico .....	48
<b>Anexo: 4.</b> Forma y colores de microplástico .....	48
<b>Anexo: 5.</b> Medición de Macroplástico. ....	49
<b>Anexo: 6.</b> Forma, color y tipo de microplástico.....	49
<b>Anexo: 7.</b> Toma de muestra en la zona de pleamar (A) y zona supralitoral (B) .....	50
<b>Anexo: 8.</b> A, B, C y D Macrobasura en la zona supralitoral.....	51
<b>Anexo: 9.</b> Áspero de pesca en playa Picnic Center .....	51
<b>Anexo: 10.</b> A - Playa Long Beach, B - Picnic Center y C -Barra de Hone Sound.....	51

## RESUMEN

La contaminación por microplástico constituye un problema global, regional y a nivel del caribe nicaragüense, debido a que se encuentra en todos los ecosistemas, afectando la biodiversidad, la cadena trófica y la salud humana. El objeto general de esta investigación es evaluar la concentración y los tipos de microplásticos presentes en las playas y aguas superficiales de Picnic Center, Corn Island, R.A.C.C.S. la investigación se realizó en Picnic Center, Long Beach y la barrad de Hone Sound, muestreándose arena por transepto y agua superficial a través de arrastre con red bongo de 65  $\mu\text{m}$ . La separación y clasificación de las partículas (tamaño, forma, tipo y color) se realizaron con el método de saturación de sal (NaCl). Se acepta la hipótesis alternativa debida a la gran diferencia en los resultados, recalmando la ausencia de microplástico en agua. En Picnic Center la zona supra - litoral muestra gran cantidad con 1031 partículas mientras que la pleamar 37 unidades, evidenciando una diferencia de más de 3718 %, este patrón se observó al comparar la zona supra – litoral de Picnic Center con 338 partículas mientras que en Long Beach solo se identificaron 12. Por otro lado, Hone Sound destaca con 23.282 gr de masa de microplástico relacionado a los residuos trasportado por los ríos, mientras que Corn Island refleja una masa de 0.2247 gr, provenientes de las actividades antrópicas, esto refleja también la diferencia de colores predominado balco y transparente en Hone Sound mientras que en Corn Island el verde y azul.

**Palabras claves:** Sedimentos de playa, agua superficial, características físicas, distribución espacial

## ABSTRACT

Microplastic pollution constitutes a global, regional and in the Caribbean of Nicaraguan problem, as it is found in all ecosystems, affecting biodiversity, the food chain, and human health. The general objective of this research is to evaluate the concentration and types of microplastics present on the beaches and surface waters of Picnic Center, Corn Island, R.A.C.C.S. The research was conducted at Picnic Center, Long Beach, and the Hone Sound sandbar, sampling sand through transects and surface water using a 65  $\mu\text{m}$  bongo net. The separation and classification of the particles (size, shape, type, and color) were carried out using the salt (NaCl) saturation method. The alternative hypothesis is accepted due to the large difference in results, emphasizing the absence of microplastics in water. At Picnic Center, the supra-littoral zone shows a large quantity with 1,031 particles, while the high tide area has 37 units, showing a difference of more than 3,718%. This pattern was observed when comparing the supra-littoral zone of Picnic Center with 338 particles, while only 12 were identified in Long Beach. On the other hand, Hone Sound stands out with 23,282 g of microplastic mass related to debris transported by rivers, while Corn Island reflects a mass of 0.2247 g, coming from anthropogenic activities. This also reflects the difference in predominant colors, white and transparent in Hone Sound, while green and blue prevail in Corn Island.

**key Word:** Beach sediments, surface water, physical characteristics, spatial distribution

## I. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1. Recepción y resolución

---

**Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado**

---

Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
--------------------	------------	---------------------	---------------------

---

---

**1.2. Eje lineamiento y acción de la Estrategia Nacional de Educación**

---

Eje 6. Ambiente y Naturaleza

---

Lineamiento

Promoveremos el cuidado y conservación del agua y el suelo, como recurso natural y fuente de vida.

---

Acción

Programas de formación para el cuidado y conservación del agua y suelo.

---

### 1.3. Datos generales del investigador principal

---

**Datos Generales del Investigador Principal**

---

Nombres y Apellidos. **Billy Francis Ebanks Mongalo**

---

Facultad/Departamento/Escuela. **FARENA - CIAB**

---

Número de Teléfono.

---

Número de Celular. **83305190**

---

Correo electrónico institucional. **[billy.ebaks@bicu.edu.ni](mailto:billy.ebaks@bicu.edu.ni)**

---

ORCID (obligatorio). **<https://orcid.org/0000-0001-5822-9308>**

---

Formación Académica: **MSc. Pedagogía con Mención en Docencia Universitaria, Post-grado en Biología**

---

**Criminalística, Lic en Biología Marina.**

---



---

*INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL*

---



#### **1.4. Identificación del Proyecto de Investigación**

---

**Título del Proyecto de Investigación:**

Evaluación de la contaminación por micro plástico por Microplástico en la playa Picnic Center, Cornd Islan, R.A.C.C.S.

**Fecha de Inicio:****Fecha de Finalización:****Duración (en meses):**

<b>Área del conocimiento de BICU</b>	<u>Ciencia y Tecnología</u>
<b>Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)</b>	<u>Ciencia y Tecnología</u>

Línea (s) de Investigación: Eje temático 4, “Estado actual de los ecosistemas marino costero”.

---

## II. INTRODUCCIÓN

La contaminación por microplástico constituye un problema global, regional y a nivel del caribe nicaragüense, debido a que se encuentra en todos los ecosistemas (mares, ríos, suelo y la atmósfera), afectando la biodiversidad, la cadena trófica y la salud humana ya que estas partículas pueden ser ingeridas por especies que forman parte de la dieta humana a escala mundial representan una gran parte de los desechos marinos y se transportan a grandes distancias por corrientes y viento, lo que convierte su gestión en un desafío transfronterizo. En América latina se ha documentado su presencia en ecosistemas marino-costeros y de agua dulce, destacando riesgos para la seguridad alimentaria y la salud pública. ( Geyer y otros, 2017)

Los microplásticos son un tipo de contaminantes emergentes definidos como partículas de plástico sintético que miden menos de 5 milímetros de diámetro, aunque su rango de tamaño puede extenderse hasta el nanómetro, el cual toman otra categoría según su clasificación. Estos provienen de fuentes primarias y como fuentes secundarias (Gallo y otros, 2018). Estas ultimas provienen de la degradación gradual de los plásticos, debido a la acción del ambiente (fotodegradación y quimiodegradación)

Abordar este tema requiere un enfoque multidisciplinario, más allá de las acostumbradas limpiezas de playas, los desafíos actuales incluyen la falta de metodología de muestreo eficiente y muestreos estandarizados, como la falta de equipos especializados, que dificulta la comparación de datos a nivel mundial y la identificación de soluciones efectivas para la remediación de partículas tan pequeñas y dispersas. (Jeambeck y otros, 2015) Las estrategias futuras deben de centrarse en las fuentes (primarias y secundarias), la gestión eficiente de los residuos sólidos y el fortalecimiento de las políticas que regulen el uso discriminado del plástico.

El propósito de esta investigación es general información confiable sobre de contaminación por microplásticos en la zona de estudio, permitiendo describir la abundancia y los tipos de microplásticos en dos playas de diferentes ecosistemas, por lo cual se evaluará su concentración y los tipos, a través de estudios *in situ*, analizando muestras de sedimento (arena) y aguas superficiales y su posterior análisis en laboratorio, de dos playas arenosas de, Corn Island, R.A.C.C.S.

## 2.1. Antecedentes y contexto del Problema

Estudios realizados sobre la caracterización de microplásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias en el sector de marbellas por, Acosta en el 2014, incluyen exclusivamente pellets plásticos, la materia prima empleada en la fabricación de los productos plásticos. La separación de las partículas microplásticos se llevó a cabo vía flotación en solución hipersalina. Los pellets encontrados con mayor frecuencia en las playas de Marbella correspondieron a los pellets de color blanco, seguidos por el color arena. (Acosta, 2014)

Giacomo Avio, Gorbi y Regoli (2016) publicaron un estudio sobre los plásticos y microplásticos como contaminantes emergentes, señalando que estos son acumulados por organismos planctónicos e invertebrados y se transfieren a lo largo de las cadenas alimentarias. Las consecuencias negativas incluyen la pérdida del valor nutricional de la dieta, daños físicos, exposición a patógenos y transporte de especies exóticas. por otro lado, indico que el destino y el impacto de los microplásticos en el medio marino aún están lejos de esclarecerse por completo. ( Giacomo Avio y otros, 2016)

(Sarria-Villa, & Gallo-Corredor, 2016), abordaron la problemática ambiental del microplástico, destacando que su presencia en el agua impacta negativamente en el desarrollo de especies acuáticas. En particular, afecta a las algas, fundamentales como productores primarios en la cadena alimenticia. Proponen reducir esta contaminación limitando el uso de plásticos, en especial los de un solo uso como botellas, pitillos y vasos, fomentando prácticas de reducir, reusar, reciclar y desechar.

En 2017, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andréis” desarrolló un protocolo para el muestreo y análisis de microplásticos. En las playas, el muestreo se realiza en tres zonas: alta, media y baja, estableciendo un transecto de 30 metros con seis cuadrantes de 50 x 50 cm cada 5 metros. Para el análisis, la muestra se transfiere a una solución hipersalina, se separa el sobrenadante, se observa en el estereoscopio y se registran los tipos y abundancia de microplásticos en número de artículos por m<sup>2</sup>. (Instituto de Invstigaciones Marinas y Costeraas "José Beneto Vives de Adréis", 2017).

El estudio de Rojo y Montoto (2017) describe a los microplásticos como pequeñas partículas de plástico, mencionadas por primera vez en la literatura científica en los años 70, aunque su presencia en estómagos de aves data de los años 60. Actualmente, estos microplásticos se encuentran ampliamente en ambientes marinos y costeros, donde están al alcance de una gran variedad de organismos para su ingestión. (Rojo-Nieto & Montoto, 2017)

Entre 2016 y 2017, Javier García realizó una investigación sobre microplásticos mediante análisis de imágenes. Siguiendo el protocolo de Herrera et al. (2017), se tomaron tres réplicas en la línea de pleamar, separadas por 5 metros, con una capa de 1 cm de arena en un área de  $50 \times 50$  cm. En el laboratorio, las muestras fueron tratadas con una solución de NaCl saturada para separar arena y plásticos por densidad. Sin embargo, la clasificación de los residuos plásticos presentó un error elevado, entre 32 y 76.2%, que podría reducirse aumentando el número de viñetas en el conjunto de entrenamiento. (García, 2017)

En 2017, Herrera y colaboradores desarrollaron una metodología para investigar microplásticos en playas. El muestreo se realiza en una cuadrícula de  $50 \times 50$  cm a lo largo de la línea de marea alta, recolectando la capa superior de 1 cm de sedimento para capturar los desechos depositados por la última marea. En el laboratorio, las muestras se secan durante 24 horas a 60 °C. Para muestras con restos vegetales, se utiliza separación por densidad con etanol (96%) para aislar plásticos y alquitrán del material orgánico. (Herrera y otros, 2017).

## **2.2. Pregunta de Investigación**

¿Cuál es la concentración y tipo de microplásticos presentes en las playas y aguas superficiales de Corn Island, R.A.C.C.S.

¿Qué tipos de microplásticos predominan en los sedimentos y en el agua superficiales frente a Picnic Center, Corn Island, R.A.C.C.S.

¿Hay diferencia entre la presencia de microplástico en sedimento de la playa de Picnic Center y los sedimentos de la playa de Long Beach?

¿Existe diferencias en la presencia de microplásticos entre Corn Island y Barra de Hone Soun en Bluefields?

## **Objetivos**

### **a. General**

Evaluar la concentración y los tipos de microplásticos presentes en las playas y aguas superficiales de Picnic Center, Corn Island, R.A.C.C.S.

### **b. Específicos**

Caracterizar los microplásticos presentes en muestras de sedimento y agua superficial según su tamaño, forma y color.

Evaluar la distribución espacial de los microplásticos en distintos puntos de muestreo a lo largo de las playas y aguas superficiales de Picnic Center.

Comparar la concentración y tipo de microplástico encontrados en las muestras de sedimento de playa con las muestras de agua superficial en Picnic Center, Corn Island.

Describir las diferencias de la presencia de microplásticos en los sedimentos de la playa de Picnic Center y Long Beach, con relación a concentración, tipo y características físicas.

Evaluar la contaminación por microplásticos entre barra de Hone Sound y Corn Island, analizando su posición geográfica.

## 2.3. Justificación

Las playas de, Corn Island, son importantes para el turismo y la recreación, como deportes de playa y pesca, durante todo el año. Sin embargo, la actividad humana ha aumentado la presencia de plásticos, tanto por productos alimenticios que se llevan como por plásticos en el mar que se degradan en partículas más pequeñas y son arrastrados a las costas por fenómenos naturales y corrientes, contribuyendo a la contaminación de las playas.

Actualmente, no hay estudios que proporcionen información sobre el grado de contaminación por microplásticos en la zona de estudio, lo que impide comparaciones con otras regiones de ecosistemas similares. Este estudio permitirá describir la abundancia y los tipos de microplásticos en dos playas de diferentes ecosistemas.

Los resultados de este estudio ofrecerán información relevante sobre la presencia de microplásticos en áreas recreativas, su impacto en el ecosistema y en organismos que habitan las playas, así como en aves costeras y migratorias. Esta información será útil para instituciones regionales y nacionales que trabajan en salud ambiental y para consumidores de productos acuáticos.

Los beneficiarios directos del estudio incluirán a la población local, especialmente a los pescadores, quienes podrán evaluar mejor la calidad de su entorno y su impacto en sus actividades y salud. Las autoridades locales y gubernamentales tendrán acceso a información que puede influir en políticas ambientales y de gestión de residuos. Investigadores y académicos obtendrán datos valiosos sobre contaminación marina y microplásticos, y las organizaciones de conservación contarán con información para respaldar sus esfuerzos en la protección del medio ambiente marina.

Los beneficiarios indirectos incluirán las ONGs porque tendrán información para sensibilizar sobre la contaminación por plásticos y promover prácticas sostenibles y los medios de comunicación contarán con material para informar al público sobre problemas ambientales y fomentar la conciencia sobre el cuidado de las playas.

Tabla 1. Limitaciones y riesgos

Limitantes	Acciones para corrección	Medios
Clima	Establecer fechas de muestreos flexibles, acordes con las variaciones climáticas.	Pronósticos climáticos.
Equipos	Prestamos de equipos a otras instituciones, modificar el funcionamiento de otros y tomar más tiempo durante el análisis de las muestras.	Compra de equipos para realizar un mejor análisis y obtener resultados más fiables.
Transporte	Garantizar que se tenga su propio medio de transporte para llegar a las áreas de muestreos.	Panga motor y gasolina
Políticas de la municipalidad	Obtener el permiso de la municipalidad para realizar investigaciones en la zona al ser un área protegida.	Realizar solicitudes a MARENA y la municipalidad de Corn Island

## 2.4. Hipótesis

Ho: No existe una diferencia en la concentración y tipos de microplásticos muestreados en agua y sedimentos, en los diferentes puntos de muestreo en playas de Corn Island.

Ha: Existe una diferencia en la concentración y tipos de microplásticos muestreados en agua y sedimento, en los diferentes puntos de muestreo en playas Corn Island.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Estado del arte

Es importante mencionar que en Nicaragua los estudios relacionados a esta temática son nuevo, en estos momentos, es casi nula la información o investigaciones de microplásticos en playas arenosas realizadas en el país, por lo que estaremos reflejando estudios nacionales e internacionales, no así los locales debido a que no existen.

##### Nacional.

Investigación realizada por (Días, 2019) Días (2019) “Microplásticos en las costas del Pacífico de Nicaragua”, Trata de describir la como la contaminación por plásticos, sus fragmentos, alteran de forma química y física, de los ecosistemas marinos, así como la importancia que está teniendo este tema a nivel mundial. Por otro lado, describe la situación actual de los plásticos en Nicaragua, indica que en toda la ciudad grande de Latinoamérica el aumento de la basura se dio con el desarrollo de la industria, por lo que hay que cambiar a una cultura en el que se tenga que reciclar los plásticos.

En este estudio se basó en tres criterios para la selección de las playas: Las más visitadas, por turistas nacionales y extranjeros, así como que en sus alrededores existen comunidades densamente pobladas, y con gran actividad pesquera. Para la colecta de la muestra se seleccionó un transecto de 100 m donde se colectaron 5 submuestras a 25 m de distancia entre ellas. Para la colecta de muestras se utilizó material metálico En cada punto se recogieron las arenas contenidas en una superficie de 0,25 m<sup>2</sup> delimitada por un cuadrado de 50x50 cm, los análisis de laboratorios se realizaron CIRA/UNAN.

Los resultados reflejan la presencia de una alta concentración de microplásticos en la zona muestreada (zona supra litoral), sin embargo, aún no está definido un valor guía para contrastar estos resultados, establecen que Los hallazgos obtenidos en este estudio constituyen un primer paso para la identificación y caracterización de sitios contaminados por microplásticos en las playas de Nicaragua. Por otro lado, 1 acumulación de estos contaminantes está relacionada con el crecimiento urbano, la industrialización y el manejo inadecuado de residuos, lo que es coherente con la alta concentración encontrada en el supra - litoral, donde la influencia terrestre suele ser más directa.

## **Internacionales.**

Durante el estudio realizado por (Sagot, 2022). Sagot, (2022) “Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica” Dentro de sus primeras acciones u objetivos es brindar el Cursos de Capacitación sobre Análisis de Microplásticos en Ecosistemas Costeros. Indican que los microplásticos ha sido temas destacados en los últimos años, debido a su incidencia cada vez mayor en los ecosistemas, así como las implicaciones desfavorables que tienen para el ser humano. Indican que el plástico se ha convertido en un eje trasversal en la economía del mundo, utilizándose en casi todos los sectores del mundo, por lo ya no es solo la presencia de microplástico en el ecosistema marino y del agua, sino que también en la tierra.

En cada una de las playas seleccionadas se toman muestras en la última línea de marea alta correspondiente al ciclo de marea diario. Se establecen cinco puntos de muestreo a lo largo de un transecto de 100 metros de longitud, se colecta la capa superficial de arena de 1,0 cm de espesor que se encuentra delimitada dentro de un cuadrante de 50x50 cm y que equivale a un área de 0,25 m<sup>2</sup>. cada muestra se tamiza a través de una torre de dos tamices, uno de 5 mm y otro de 1 mm. La fracción que se retiene en el tamiz de 1, con sustancia de a base de sal saturada, para que los microplásticos se separaren por flotación

En esta investigación logró identificar que las 25 playas muestreadas en el golfo de Nicoya se encontraron Microplásticos de diferentes tipos, en el caso del agua se identificó fibras sintéticas restos de redes, en playa Cieneguita Limón, se han encontrado cantidades altas de pellets Las abundancias de microplásticos y micropartículas son variables de una playa a otra y de una costa a la otra, inclusive puede haber playas que se encuentren muy cercanas y, aun así, presentan diferencias importantes en las cantidades encontradas.

Estudios realizados por ( Barrera y otros, 2022). Barrera y otros, (2022) “Diagnóstico de la abundancia de microplástico en tres playas del distrito de Las Tablas, Pacífico panameño, durante agosto y octubre de 2022” teniendo como objetivo evaluar la abundancia y características de MPs en las playas Las Comadres, El Estero y El Uverito, distrito de Las Tablas, provincia de Los Santos. Las muestras fueron colectadas en los meses de agosto y octubre de 2022. Se centra en evidenciar la presencia de microplásticos en las playas de Panamá y la generación de conciencia y disminuir el uso de plásticos y establecer sistemas de reciclajes.

Para la toma de muestra se transecto de 100 m paralelo a la línea de marea alta, donde se colectaron cinco muestras de arena a 25 m de distancia entre ellas. Las muestras fueron colectadas utilizando una palita de jardín con mango de madera. Cada sitio de muestreo estuvo delimitado por un cuadrante de madera 50 cm x 50 cm. Dentro de cada cuadrante, se recogió la capa superficial de arena de 1,0 cm de espesor y se guardó en una bolsa Ziploc, previamente codificada. Los MPs colectados en cada muestra fueron contabilizados y clasificados por forma y color.

Se registra presencia de MPs en playas del distrito de Las Tablas, evidenciándose que la contaminación por MPs es un problema global, la abundancia promedio de MPs en la zona es inferior (26,9 ítems/m) al promedio obtenido en la Bahía de Panamá (47 ítems/m<sup>2</sup>). Las formas predominantes de MPs en la zona fueron gomas espumosas (foam), fragmentos y láminas, mientras que los MPs de color blanco fueron los que presentaron mayor abundancia.

En estudio realizado por García F. y Hernandez M., (2022) “Tipos de microplásticos presentes en tres playas del municipio de Tuxpan, Veracruz” Identificar los tipos de microplásticos presentes en tres zonas de playa del municipio de Tuxpan, Veracruz, la investigación está dirigida a describir las diferencias en cuanto a la abundancia, tipos de microplásticos en las diferentes playas y proponer unas estrategias que permitan la disminución del uso de plástico, para que no afecten la zona marina.

Para la obtención de la muestra, se muestrearon tres transectos en tres zonas de playa, en cada transecto se seleccionaron 10 sitios con una distancia de 10m entre sitio y sitio sobre la línea pleamar. Para la selección de zonas de playa se tomó en cuenta las zonas de afluencia turística alta, media y baja. La toma de muestra se realizó sobre la línea pleamar. En cada sitio se hundió un muestreador cilíndrico de policloruro de vinilo (PVC), de 19 cm de diámetro y 5 cm de altura. La extracción de microplásticos se hizo a través de tamizado y pruebas de flotación. Para las pruebas de flotación se prepararon 50 ml de una solución salina de CaCl<sub>2</sub> con  $\rho \approx 1.6$  g/ml (37 g de CaCl<sub>2</sub> en 50 ml de agua).

Se calcularon las concentraciones de microplásticos tomando en cuenta la masa de arena seca (0.79 pzs/Kgss), el área de arena colectada (68.19 pzs/m) y la longitud del punto muestreado (10.18 pzs/m). Se encontró que el microplástico más abundante fue de color

verde y tipo fibra, seguido de color azul de tipo flexible. La urbanización tiene un efecto directamente proporcional al aumento de la concentración de micro plásticos. Se analizaron los impactos y repercusiones que los microplásticos tienen en la biota marina, siendo necesarias las propuestas de alternativas de manejo sustentable de plástico para la extracción y análisis de MP en las zonas de playa

La investigación de (Mazariegos-Ortíz y otros, 2021). Mazariegos-Ortíz y otros, (2021) “Contaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala: abundancia y características”. Con el objetivo de evaluar la abundancia y características de MPs en cuatro playas del Pacífico de Guatemala, Ocós, Tulate, Sipacate y Las Lisas. Indican que este tema ha tomado relevancia en los últimos años debido al impacto en el ecosistema por otro lado la falta de información sobre este tema en Guatemala, por lo que se sugiere la necesidad de generar mayor información sobre el tema en cuestión.

La fase de campo consistió en el trazo de un transecto de 100 m de longitud dividido en cinco puntos equidistantes de 20 m de longitud entre ellos, en la última línea de pleamar de cada playa. En cada punto se estableció un cuadrante de 0.25 m y 1 cm de altura, del cual se extrajeron 2.5 kg de arena con una espátula de metal, y se colocaron en bandejas de aluminio. Una vez en el laboratorio la arena fue secada a 60 °C hasta presentar peso constante. Luego, la arena fue mezclada con solución saturada de cloruro de sodio (1.2 g/cm<sup>3</sup>) para realizar un cambio de densidad y los MPs flotantes fueron separados visualmente. Los MPs colectados fueron secados a 60 °C, luego contados y clasificados acorde a su forma y color.

Las partículas de MPs en este estudio indican que la mayor parte de ellas corresponde a fuentes secundarias, es decir, se han originado por la ruptura mecánica o por la degradación de plásticos mayores expuestos a condiciones ambientales o acciones mecánicas. Los resultados de la identificación de polímeros a través del ATR-FTIR indican que los MPs encontrados en las playas del Pacífico de Guatemala fueron fabricados de polietileno, polipropileno y poliestireno. este estudio sugiere que la contaminación por MPs en las playas de Ocós, Tulate, Sipacate y Las Lisas, podría estar influenciado por la desembocadura de ríos que conducen cantidades significativas de plástico hacia el océano.

Estudios realizado por (Iannacone y otros, 2019) Iannacone y otros, (2019) “Microplásticos en la zona de marea alta y supra - litoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú” el objetivo consistió en evaluaron en octubre del 2018, los MP primarios y secundarios en la playa arenosa de la costa central, Venecia, distrito de Villa El Salvador, Lima, Perú- está dirigida a la clasificación de los microplásticos en base a su forma y color así como su distribución en la zona de las playas arenosas, estableciendo una diferencia entre la zona supra - litoral y la zona de marea alta.

Para la toma de muestra se trabajó con un transecto lineal de marea alta y de supra litoral de 200 m cada uno, cada transecto fue separado en cuadrantes. Entre cuadrantes se tuvo una distancia de 7m, obteniendo 60 cuadrantes a lo largo de los 400m de marea alta y de supralitoral. Para delimitar los cuadrantes se utilizó un marco de madera de 0,5m x 0,5m (0,25 m) en n campo, se tomó 1 kg de arena de cada cuadrante con la ayuda de un cucharón metálicos de cada una de las cuatro. Se preparó una solución saturada de NaCl pesando 358,9 g de NaCl por L, y disolviéndolo en agua con agitación constante para que los microplásticos floten por diferencia de densidad.

Los resultados dicen que se obtuvo mayor cantidad en la zona supra - litoral con 21,08 partículas de MP·kg de arena, mientras que en la zona de marea alta fue 8,06 partículas de MP·kg de arena. En la prevalencia de formas, no se ve una en particular que haya sobresalido, debido que solo en la zona de marea alta se encontraron mayor cantidad de partículas filamentosas de MP·kg de arena, en cambio en la zona supra - litoral se encontró que la forma angular prevaleció. En relación con los colores en marea alta el orden decreciente fue: azul > rojo > transparente/blanco > verde > negro > otros colores. En cambio, en la zona supra - litoral la secuencia decreciente fue: transparente/blanco > azul > otros colores > rojo > verde > negro

En estudios realizados por (Purca & Henostroza, 2017). Purca & Henostroza, (2017) “Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú”, el estudio está dirigido a la clasificación de las partículas de microplásticos en base a su tamaño, forma y color, la distribución en el ambiente, la disponibilidad de estos en la cadena trófica y as su tamaño (primarios son tamaños microscópicos y secundarios los que se pueden percibir a simple vista, menores de 5mm), así como el efecto en el aumento del uso de las playas en la abundancia de los microplásticos.

Para la obtención de las muestras se eligieron playas arenosas que presentaban más de 100 metros de largo. Cada playa se dividió en dos transectos con tres cuadrantes, para delimitar los cuadrantes se utilizó un marco de 0.5 por 0.5 m. las muestras fueron colectadas de la capa superficial con un cucharón y tamizadas usando un tamiz de 1 mm. Los microplásticos fueron clasificados en nueve categorías de plásticos y se guardaron en placas Petri. La clasificación de microplásticos fue: 1. Plástico duro, 2. Otras espumas, 3. fibra, 4. estireno, 5. pellets blancos, 6. Pellet negro, 7. Pellet transparente, 8. fragmento de film, 9. Otros polímeros

Los microplásticos encontrados pertenecen a la clasificación de plásticos secundarios menores a cinco milímetros, esta clasificación toma en cuenta las características físicas y morfológicas (tamaño, forma y color) y nos permiten determinar su distribución en el ambiente y su biodisponibilidad a los organismos. En el estudio, una de las posibles fuentes serían los residuos urbanos de las bahías del Callao y Miraflores, en relación a los tamaños de microplásticos, hay una predominancia de fragmentos plásticos en superficie del mar y sedimento con un rango de tamaños de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm.

### **3.2. Teorías y conceptos asumidos**

#### **Plástico**

La evolución del plástico empezó con el uso de materiales naturales que tenían propiedades plásticas intrínsecas, como la laca o la goma de mascar. El paso siguiente en la evolución del plástico fue la modificación química de materiales naturales como el caucho, la nitrocelulosa, el colágeno o la galalita. Finalmente, la gran diversidad de materiales completamente sintéticos que reconocemos como plásticos modernos empezaron a aparecer hace unos 100 años. (Plastic Europe, 2020)

El plástico, es el material versátil por excelencia, engloba un grupo de componentes artificiales o de fibras sintéticas de diversidad de tamaños, texturas y colores: desde textiles, como los forros polares de poliéster, hasta material quirúrgico, pasando por todo tipo de piezas para aparatos electrónicos e industriales, material agrícola, enseres y, por descontado, envases (Rojo Nieto, E - Montoto, 2017)

### **Poliestireno (PS).**

Estos tipos de plásticos se encuentran en materiales térmicos como vasos para bebidas calientes, envases de yogures, cubiertos de plástico, hueveras, llenos para embalaje, bandejas de comida, aislantes, piezas de electrodomésticos y juguetes. Su nivel de reciclabilidad se sitúa en el 3, lo que lo convierte en un material de difícil reutilización. Por otra parte, contiene como sustancias tóxicas antimonio, bromo, estireno, etilbenceno, tolueno y benceno. Comporta el 6% de residuos plásticos en el medioambiente. Usualmente los plásticos son sintetizados de combustibles fósiles, pero la biomasa puede ser utilizada como materia prima (Rodríguez, 2021).

### **Tereftalato de polietileno (PET o PETE)**

Este es uno de los plásticos más utilizados. Es liviano, fuerte, generalmente transparente y se usa a menudo en empaques de alimentos y telas (poliéster). Ejemplos: botellas de bebidas, botellas / frascos de comida (aderezo para ensaladas, mantequilla de maní, miel, etc.) y ropa o cuerda de poliéster (TOD, 2021).

### **Micropolásticos:**

Son polímeros plásticos foto degradados y frágiles que continuarán ese proceso de desintegración a tamaños más pequeños, lo que les permite entrar más fácilmente a la cadena alimenticia y afectar la salud del ecosistema. ( ©PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Panamá, 2021).

Los microplásticos son cualquier partícula sólida sintética o matriz polimérica, de forma regular o irregular, con tamaños comprendidos entre 1  $\mu\text{m}$  y 5 mm. Estos materiales pueden clasificarse y agruparse tomando principalmente como criterio dos parámetros: forma y origen. Por su forma, en general se identifican como esferas, pellets, fragmentos irregulares, fibras, gránulos y películas. (Acosta González y otros, 2022)

Son materiales derivan de la fragmentación de diferentes tipos de plásticos, pero también provienen de la producción de microesferas que son adicionadas a cremas, pastas de dientes, pinturas, abrasivos, detergentes, entre otros productos, la mayor parte de las fibras de microplásticos proviene de mucha de la ropa que utilizamos y que es elaborada con textiles sintéticos (al menos 35%). (Aldana Aranda y otros, 2022)

## **Las playas.**

Las playas se forman por el depósito de distintos materiales: sedimentos como arena, grava, guijarros, restos de coral, conchas de moluscos y plantas acuáticas. Estos sedimentos se generan por el desgaste de las rocas y son transportados por los ríos a la costa. La variedad en el tipo de rocas que se pueden encontrar en distintas regiones del mundo produce playas con una amplia gama de colores y texturas. (Cruz Salas y otros, 2022)

## **Presencia de microplásticos en el ambiente.**

Los microplásticos pueden contaminar la atmósfera, suelos y ambientes acuáticos, siendo los sistemas marinos los que mayor atención reciben. Se han encontrado microplásticos en aguas superficiales, fondo oceánico y costas de océanos de todo el mundo, incluyendo en la Antártica, sugiriendo que los microplásticos no solo se acumulan en los giros oceánicos, como sí lo hacen los plásticos de mayor tamaño, sino que se acumulan en los sedimentos. (Ruben, 2019)

El microplástico puede escapar de las aguas contaminadas a través de insectos voladores, ha revelado una investigación, contaminando nuevos entornos y amenazando a las aves y otras criaturas que se comen los insectos. Los científicos alimentaron con microplásticos a las larvas de mosquito, que viven en el agua, pero descubrieron que las partículas permanecían dentro de los animales mientras se transformaban en adultos voladores. (Monica, 2018)

Anthony L. Andraday en el 2011, publicó en la revista ELSEVIER el tema “**Microplastics in the marine environment**”, en este estudio indica que las tendencias de producción, los patrones de uso y los cambios demográficos darán como resultado un aumento en la incidencia de desechos plásticos y microplásticos en el medio ambiente oceánico. Por otro lado, los aportes de toxinas a través de los niveles tróficos serán más eficiente por los que existe una necesidad urgente de cuantificar la magnitud de estos resultados potenciales y evaluar el impacto futuro del aumento de los niveles de microplásticos en los océanos del mundo. (Andraday, 2011).

Castañeda.. *et al*, en un estudio realizado en el 2014, titulado “Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments” en Canada y publicado en la revista NCR Research Press,

indica que la mayor documentación de microplástico se ha realizado sobre el ecosistema marino y que recientemente en ambiente dulce acuicolas, casi exclusivamente en aguas superficiales, en su publicación informa que en el Río se han encontrado, microesferas de polietileno, 0,40– 2,16 mm de diámetro, en los sedimentos. Dado que prevalencia y densidades localmente altas de microplásticos en los sedimentos del río San Lorenzo, su ingestión por peces bentívoros y macroinvertebrados amerita una investigación. (Castañeda y otros, 2014)

### **Impactos del plástico sobre la salud humana.**

Las investigaciones realizadas hasta la fecha sobre el impacto del plástico estaban centradas en momentos puntuales del ciclo de vida, y para un producto concreto. Este enfoque no permitía reconocer la implicación amplia, compleja y multidisciplinaria de los efectos del plástico, en todo su ciclo de vida, sobre la salud humana. No tenía en cuenta sus impactos desde su origen en refinerías, pasando por su consumo cuando entra en contacto con alimentos, hasta los impactos finales de la gestión del plástico como residuo, así como la presencia de microplásticos en aire, agua y suelo. (Amigos de la Tierra, 2019)

### **Efectos de los Microplásticos en los organismos vivos**

Dentro de estas sustancias químicas se encuentran los fertilizantes, plaguicidas y desechos industriales, son resistentes a la degradación y además pueden acumularse en los tejidos. Luego de que estas sustancias se adhieren a las pequeñas piezas plásticas puede ocurrir otro fenómeno llamado desorción, que es la liberación de lo que previamente adsorbieron. Pero estas no son las únicas sustancias químicas que pueden acompañar a los microplásticos, ya que, mediante otra de las propiedades, la filtración, ellos pueden liberar al organismo o al medio sustancias químicas propias de su composición, (Greenpeace España, 2016).

### **Situación de los plásticos en Nicaragua**

Nicaragua en los últimos años ha venido mejorando su sistema de recolección de desechos sólidos. Ciudades como Managua, Rivas, Granada, León, tanto en las cabeceras departamentales como en algunos de sus municipios alegan de reforzar la flota de camiones recolectores de basura, con el objetivo de ampliar la capacidad de recolección de los desechos domiciliarios, centrado principalmente en la eliminación de la misma. Sin

embargo, esta medida parece no resolver la problemática de la basura. En Managua, capital de Nicaragua, al igual que la mayoría de las ciudades grandes de Latinoamérica, el problema de la basura aumentó a medida que fue creciendo la industrialización y las urbanizaciones. Este desarrollo ha permitido cambios en los hábitos de consumo, surgiendo de esta manera problemas en el sistema de recolección de basura. (Brenes Antonio, 2013)

## IV. DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1. Área de localización del estudio



**Figura: 1.** Área de localización del estudio

El estudio se encuentra localizado en dos playas, Picnic Center y Long Beach ubicadas en, Great Corn Island, ubicada entre las coordenadas 12° 10' de latitud Norte y 83° 03' longitud Oeste, aproximadamente a 83.3Km. al este de Bluefields ciudad principal de la costa Atlántica de Nicaragua, con una extensión territorial de 9.2 km<sup>2</sup>. (INCLAM, 2011)

### 4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo

Esta investigación será de tipo cuantitativo descriptivo por lo que se estará cuantificando el tipo, forma color y el peso de los microplásticos, con enfoque trasversal, ya que lo que se pretende es tener una radiografía de la contaminación de estos contaminantes inorgánicos en el momento del muestreo.

### 4.3. Población y muestra

La unidad de muestreo está constituida por 3 zonas de la playa arenosa de Picnic Center, cada una de 100 m con dos estratos y una zona de 100 m en Long Beach con dos estratos. Los dos estratos en las dos playas se encuentran, una en la pleamar y la otra 10 m en la zona supra - litoral.

Muestras de agua filtrada con red bongo de 65 µm, enfrente de Picnic Center

#### 4.3.1. Tipo de muestra y muestreo

**Muestra:** 100 metros lineales de cada una de las dos zonas de muestreo, con doble muestreo una sobre a pleamar y la segunda a 10 metros de la pleamar en la zona supra - litoral.

**Sujeto de muestra:** 10 kg de arena por zona de muestreo, multiplicado por 2.

**Agua:** filtrada, durante 45 minutos a 3 k/h con red bongo de 65  $\mu\text{m}$

El tipo de muestreo es probabilístico al azar, debido a que se busca obtener información de los microplásticos en la zona supralitoral y zona influencia constante de, las olas.

La muestra de arena se toma por transepto sobre la línea costera de la playa mar. Obteniéndose 5 muestras en 100 conocidas como L, con un peso aproximado de 1kg, por cada una de las zonas de muestreos, de la misma manera se realizará muestreo a los 10 metros de la pleamar (en la zona supra - litoral).

Se obtuvo 3 muestra de agua filtrada con la red bongo.

Tabla 2 Técnica e instrumento de la investigación

Matriz	Técnica	Instrumentos	Cantidad utilizada
Arena	-Establecimiento de 5 transeptos de $0.5 \text{ m}^2$ sobre un área de 100 m lineales de pleamar. De igual manera a 10 metros de la pleamar (supralitoral)  -Saturación con NaCl, para separación de microplásticos.	Cuchara de metal. Marco de madera de $0.5 \text{ m}^2$ . Bolsas plásticas transparentes de 25 libras. GPS. Marcadores.	1 kg lbs. Por L
Agua	Arrastre con red bongo a 3 km/h durante 15 minutos por 3 recorridos.  Saturación con NaCl, para separación de microplásticos.	Red bongo. Envases de vidrio. Panga GPS Marcadores	Medio litro por recorrido.

#### 4.4. Diseño Experimental

El diseño utilizado para las muestras de microplásticos en arena será un muestreo estratificado simple.

En el caso del agua se utilizar un diseño aleatorio simple.

#### **4.4.1. Técnica de Recolección de Datos**

**Arena.** Esta metodología fue modificada por (Cabrera, 2018) pg 15, para darle salida al objetivo de investigación, se midieran 100 metro lineales sobre la línea costera precisamente sobre la pleamar, dividiéndose en 5 transeptos 25 metros entre cada uno de ellos, posteriormente se realizará una repetición a 10 metro de la pleamar (zona supra-litoral). Se georreferenciará cada uno de los puntos con los cuales se ubicaron en un mapa de identificación de microplásticos. Esto se realizará en ambas zonas de estudio.

Para la toma de muestra en cada punto, se colocará un marco de madera de  $0.5\text{ m}^2$ , la muestra de arena se tomará con una cuchara metálica de 3 x 8 pulgadas, a una profundidad aproximada de 1 cm. Las muestras se guardarán en bolsas plásticas de 40 libra y posteriormente se llevarán al Centro de Investigaciones Acuáticas de BICU (CIAB).

#### **Separación de microplásticos**

Las muestras se pondrán a secar al aire libre, posteriormente se prepararán 2 L (litros) de disolución saturada pesando 359 g de sal (NaCl) en una balanza analítica (marca KERN ALJ, serie WL 101412) que serán disueltos en agua destilada. Se empleará un agitador magnético, para la homogenización del medio, posteriormente se eliminará las impurezas de la sal en la disolución con un filtro de  $0.45\text{ }\mu\text{m}$  de diámetro de poro.

Se pesarán 50 gr de muestra recolectada en una balanza, posteriormente a ésta se le añadieron 200 ml de la disolución saturada de NaCl, homogenizándola con un agitador magnético a 200 RPM, durante 2 minuto. Posteriormente se dejarán reposar las muestras durante 10 minutos para permitir que los microplásticos floten por diferencia de densidad en la superficie de la disolución una vez que la arena se decante en el fondo del frasco. Los microplásticos se retirarán con una pipeta de vidrio para ser colocado en una placa de Petri para su recuento. Este proceso se repetirá con todo el kg por muestra a estudiar.

**Agua:** Esta metodología fue modificada de Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (2017). Las muestras se tomaron con una red bongo de muestreo de neuston o de plancton con luz maya de malla entre  $65\text{ }\mu\text{m}$ . La red se sujetó a la panga mediante un

mecate y se ubicándola en la parte lateral de la panga con el fin de evitar posibles alteraciones de los resultados.

Una vez puesta la red en el agua, se ajustó a una distancia de entre 5 - 7 metros de la panga y se inicia el recorrido en el primer transecto a una velocidad constante de 3 km/h, durante 15 minutos. En cada transecto se tomaron datos de presencia de macroplásticos (productos plásticos mayores a 5 mm) en el área de muestreo, registros fotográficos y la velocidad de la embarcación (m/s).

En cada transecto se sacó la red del agua, para ser lavada con agua destilada filtrada desde la boca o apertura de ésta hasta el vaso colector con el fin de que toda la muestra quede almacenada en éste. Se transfirieron las muestras del colector con de un frasco lavado, con agua destilada a un recipiente para muestras de 500 mL rotulado con el nombre del sitio, tipo de muestra, fecha y número de transecto. Finalmente, la muestra se fija con hipoclorito al 10% para su posterior análisis en laboratorio. En cada transecto se repite el proceso. Se calculo el volumen del agua filtrada por la red a partir de los datos del tiempo de recorrido, diámetro de la red mediante la siguiente fórmula:

$$VFiltrado = \pi \times r^2 \times Distancia\ recorrida$$

Para la separación de microplástico se realizará el mismo procedimiento que en el que se realizó con el sedimento (arena).

### **Procedimiento para análisis de laboratorio**

En los casos cuando la muestra a analizar presentó abundante materia orgánica se le adicionaron 10 - 30 mL de hipoclorito de sodio al 10% dejándola reposar entre 24 a 48 horas, con el fin de eliminarla y así reducir la interferencia en la identificación de los microplásticos.

El total del volumen ( $m^3$ ) se filtró en un tamiz metálico para ser transferido a una caja Petri donde ser observada en un estereoscopio (FOCUS con 10 X de aumento) con el fin de separar las muestras de microplásticos. Se determinaron las variables de forma, color, cantidad y tamaño de cada pieza.

## Recuento de microplásticos

Para el recuento de los microplásticos se realizará con ayuda de un estereoscopio (marca FOCUS) más una cámara para fotografiar los microplásticos. Todas aquellas partículas y fibras que se parezcan a microplásticos se les tomara fotografía separadas con ayuda de pinzas de disección y se conservan en frascos de vidrios. (ver anexo 3)

## Clasificación de la muestra

Para clasificar los tipos microplásticos (MPs) en la presente investigación, se siguieran las cinco categorías (Rezania, *et al* .., 2018) cuya descripción es la siguiente:

1. **Pellet:** piezas de plástico aproximadamente cilíndricas, discoides, ovoides o esferoides Con superficie lisa, (es decir, una morfología homogénea).
2. **Fragmento:** pieza de plástico de forma irregular, de bordes afilados, angulares y subangulares.
3. **Fibra:** hebra o filamento de plástico con una alta relación longitud/radio, de espesor aproximadamente igual en toda su longitud y con una flexión generalmente tridimensional.
4. **Film:** pieza de plástico como una lámina delgada, plana y maleable.
5. **Foam (styrofoam):** son livianos, presentan aspecto como de esponja, son compresibles y suelen ser de color blanco, para la clasificación por colores se realizará en base a lo indicado por ( Frias y otros, 2018) (ver anexo 4)

1 negro	■	5 rojo	■
2 azul	■	6 verde	■
3 blanco	□	7 multicolor	■
4 transparente	□	8 otros	■ ■ ■ ■ ■

**Figura: 2.** Clasificación por colores de microplásticos

#### **4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos**

Este estudio presenta alto nivel de credibilidad ya que se encuentra bien orientados con objetivo bien definidos, la metodología fue modificada de fuentes reconocidas (Cabrera, 2018; INVEMAR, 2017) para ajustarse al contexto local, lo cual es una práctica válida siempre que se documente claramente. Existe una variabilidad espacial al tener muestreo tanto en pleamar como en la zona supra – litoral, por otro lado, el de marcos de muestreo de 0.5 m<sup>2</sup> y cuchara con dimensiones definidas asegura consistencia entre muestras de arena.

La técnica de flotación con disolución saturada de NaCl es ampliamente aceptada en estudios de microplásticos y el uso del estereoscopio con aumento 10X permite observar detalles de los MPs, acompañado de documentación fotográfica; seguidamente la clasificación de microplásticos (Rezania et al., 2018) es un estándar internacionalmente aceptado. Las fotografías que se presentan son tomadas de los microplásticos encontrados y almacenados en platos petris de vidrio, el cual permite una posterior revisión, en la misma vía hay una georeferenciación de los puntos muestreado lo que permite realizar estudios parecidos en los mismos puntos de muestreos.

Tabla 3. Operacionalización de la variable

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
<b>Objetivo específico 1:</b> Caracterizar los microplásticos presentes en muestras de sedimento y agua superficial según su tamaño, forma y color			
Tamaño	Estereoscopio vernier	y milímetros) s entre 1-5mm	Por punto de muestreo
Forma	Visual estereoscopio	Tipos: y fragmento, fibra, espuma, lámina, esfera	Por punto de muestreo
Color	observación directa	Colores categorizados: blanco, negro, azul, rojo, verde, transparente, otros	Por punto de muestreo

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
<b>Objetivo específico 1:</b> Caracterizar los microplásticos presentes en muestras de sedimento y agua superficial según su tamaño, forma y color			
Fuente de la muestra (Agua y sedimento)	Muestreo con red de plancton (agua) y cuadrantes con tamices (sedimento)	Arena y agua de mar	Por punto de muestreo (agua y sedimento)
<b>Objetivo específico 2:</b> Evaluar la distribución espacial de los microplásticos en distintos puntos de muestreo a lo largo de las playas y aguas superficiales de Picnic Center.			
Cantidad de microplástico	Conteo bajo el estereoscopio	Unidades de microplástico por muestra	Por punto de muestreo
Punto de muestreo	GPS	Coordenadas geográficas	Por punto de muestreo
Fuente de la muestra (Agua/arena)	Agua (1.5 lt) arena (0.5M <sup>2</sup> x 1 cm de profundidad)	Unidades de microplástico por muestra	Por punto de muestreo
Muestreo en playa	Pleamar/supra - litoral	Unidades de microplástico por muestra	Área de muestreo
Concentración d microplástico	Numero/peso total de micropastico	g/m <sup>2</sup> (sedimento), g/m <sup>3</sup> (agua)	Área de muestreo
<b>Objetivo específico 3:</b> Comparar la concentración y tipo de microplástico encontrados en las muestras de sedimento de playa con las muestras de agua superficial en Picnic Center, Corn Island.			
Concentración de microplástico arena	Estereoscopio, contador de colonias	Unidades de microplásticos por muestra	Por punto de muestreo
concentración de microplásticos en agua	Red bongo, envases, estereoscopio, contador de colonias	Unidades de microplásticos por muestra	Por punto de muestreo
Matriz de muestreo	Registro de campo	Unidades de microplásticos por muestra	Por punto de muestreo
<b>Objetivo específico 4:</b> Describir las diferencias de la presencia de microplásticos en los sedimentos de la playa de Picnic Center y Long Beach, con relación a concentración, tipo y características físicas.			

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
<b>Objetivo específico 1:</b> Caracterizar los microplásticos presentes en muestras de sedimento y agua superficial según su tamaño, forma y color			
Concentración de microplástico	Estereoscopio y contador de colonias	Características forma, tamaño y tipo	Por Área de muestreo
Tipo de microplástico en sedimento	Estereoscopio y contador de colonias	Características forma, tamaño y tipo	Por Área de muestreo
Características físicas en sedimento	Estereoscopio y contador de colonias	Características forma, tamaño y tipo	Por Área de muestreo
Matriz de análisis	Estereoscopio y contador de colonias, observación directa	Picnic Center/Long beach.	Por Área de muestreo
<b>Objetivo específico 5:</b> Evaluar la contaminación por microplásticos entre barra de Hone Sound y Corn Island, analizando su posición geográfica.			
Concentración de microplástico	Estereoscopio, lupa, contador de colonias	Unidades de partículas y	Por Área de muestreo
Tipos de microplásticos	Estereoscopios, contador de colonias, pinza.	Color, forma, tamaño, unidades	Por Área de muestreo
Tipo de ambiente costero	Observación y caracterización por ubicación geográficas de las costas	Zonas insulares /Barras	Por Área de muestreo
Potencial origen del microplástico	Observaciones en campo	Observación de actividades antropogénicas pluviosidad residuos solidados	

#### 4.5. Análisis de datos

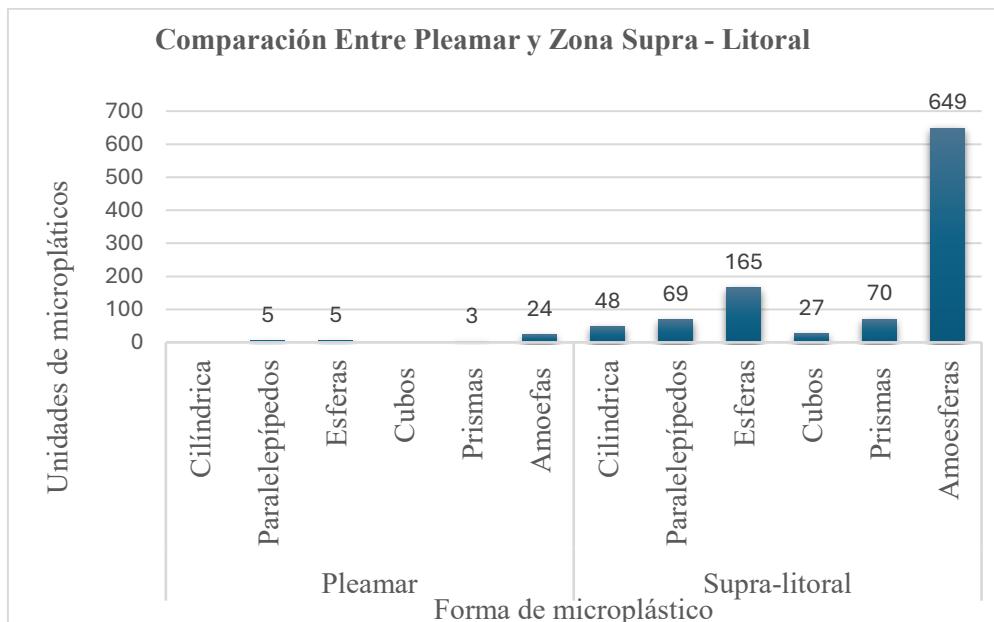
Análisis Estadístico: Uso de Infostat para procesar los datos obtenidos, con énfasis en estadística descriptiva, gráficos de distribución y correlaciones

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la caracterizar los microplásticos presentes en muestras de sedimento y agua superficial según su tamaño, forma y color.

### Sedimento:

Este grafico refleja una clara diferencia entre la zona de pleamar y la zona supra litoral, en relación con las diferentes formas de microplástico encontradas por otro lado también se observa una notoria diferencia en la abundancia.



**Figura: 3.** Microplástico según su forma en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center.

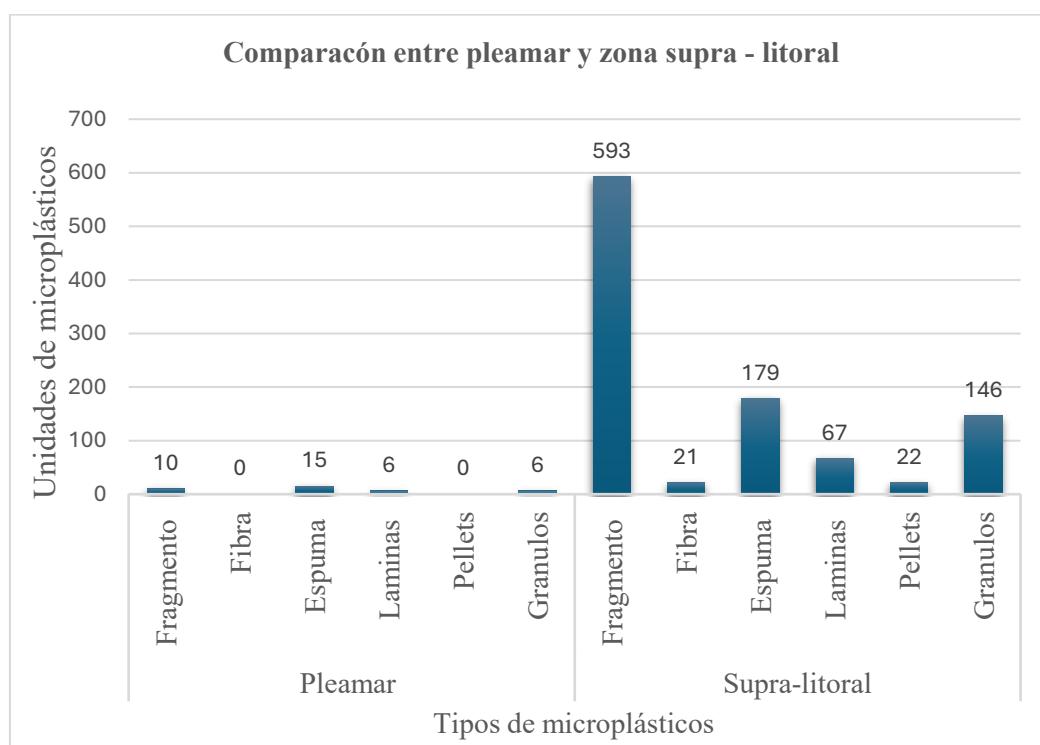
Dentro de las principales formas encontradas en la zona de pleamar, tenemos las formas irregulares (amoebas) con 24 unidades seguida de las esferas con 5 unidades, forma de paralelepípedo (rectángulos) con 5 unidad de ultimo tenemos la forma de prisma conb 3 unidades. En contraste se observa que en la zona supra litoral encontramos 649 unidades de amoesfera (muy similares a una esfera), seguido de las esferas con 165 unidades, los primas con 70 unidades, los paralelepípedos con 69 unidades las formas cilíndricas con 48 unidades y en los cubos se identificaron 27 unidades.

Esta mayor cantidad tanto en forma y unidades de microplásticos encontrados en la zona supra litoral en Picnic Center se puede atribuir al resto de basura plástica llevadas a la zona por los turistas o lugareños, al igual que restos de aperos de pescas olvidados en la zona que posteriormente son degradados a microplásticos; estos resultados son similar a los resultados obtenidos por Iannaccone *et al.* (2019), en su estudio sobre Microplásticos

en la zona de marea alta y supra - litoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú, en la que refleja que esta diferencia se atribuye a que la abundancia de microplástico en la zona litoral es dividido a la influencia eólica o arrastre fluvial y no se debía a las corrientes.

En este estudio se refleja la influencia de la actividad turística y zonas pobladas con la presencia de Microplástico en la playa coincidiendo con estudio de Díaz (2019) en Nicaragua y Sagot (2022) en Costa Rica, en la que indican que las zonas urbanas con intensas actividad pesqueras y turísticas cercana a las playas contienen mayor contaminación por residuos sólidos.

Por otro lado, se realizó una comparación entre los tipos de microplásticos presentes en la zona de pleamar y la zona supra litoral de la playa turística Picnic Center, en base a los hallazgos obtenidos durante el muestreo y la clasificación en el Centro de Investigaciones acuáticas de BICU (CIAB).



**Figura: 4.** Microplástico según su tipo en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center.

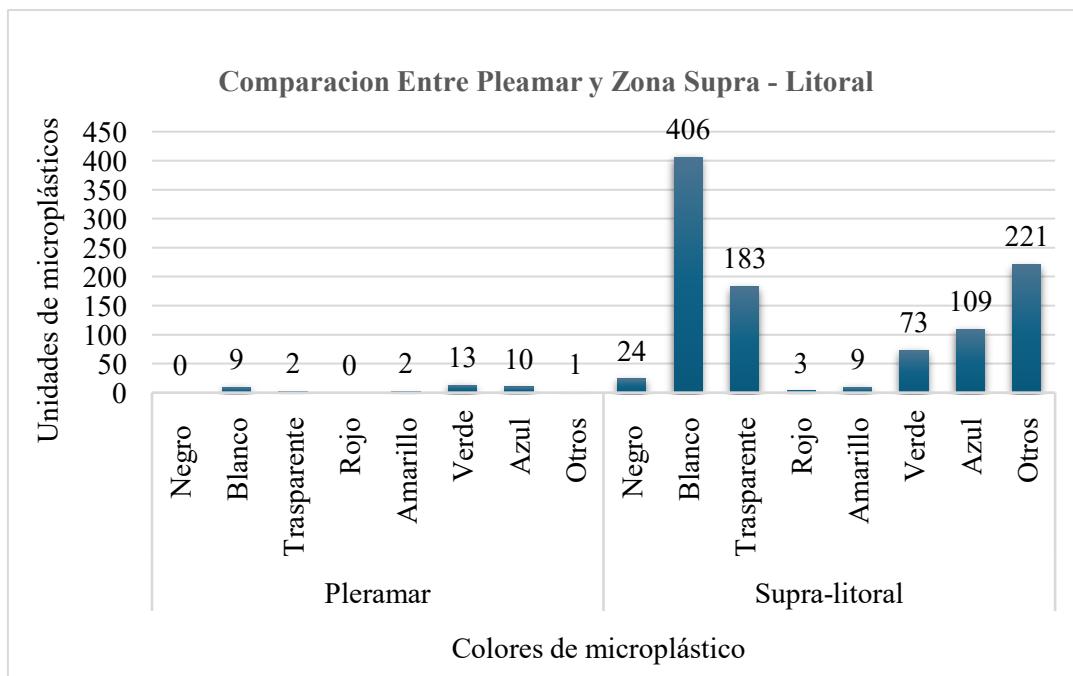
Este grafico refleja una notoria diferencia en la abundancia y tipos de microplásticos entre ambas zonas; la zona de pleamar encontramos en primer lugar 15 unidades de espumas, seguido de fragmentos con 10 unidades luego gránulos con 6 unidades, al igual que

laminas con 6 una unidad. Con una marcada diferencia tenemos que, en la zona supra – litoral, entre los microplástico más abundantes se encuentran los fragmentos con 593 unidades, siguiendo la espuma con 179 unidades, luego gránulos con 146 unidades, posteriormente laminas con 67 unidades, pellets con 22 y por ultimo las fibras con 21 unidades.

Es importante comprenden que la alta presencia de fragmento de microplástico en la zona de estudio, se da por la degradación de residuos plásticos más grandes en la zona, estos resultados se asemejan a los encontrados por Mazariegos Ortiz, Garcilla Arrollave *et al.*, (2021), en el estudio realizado sobre ccontaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala: abundancia y características, en la que establecen que la mayor presencia de microplástico provienen de fuentes secundarias, originado por la ruptura mecánica o por la degradación de plásticos mayores expuestos a condiciones ambientales o acciones mecánicas.

La ausencia de fibras en la zona de pleamar no coincide con lo que indica Días (2019), en la que señala que debería encontrarse más fibras en la zona de pleamar que en la zona supra litoral ya que estas se mueven con el oleaje y las corrientes por lo que debería haber mayor cantidad en la zona de pleamar. Por otro lado, hay una relación en los resultados con el estudio realizado por Barrera *et al.*, (2022), en la que encontró que las formas predominantes son: espuma, fragmentos y laminas. es de alertarse la gran presencia de microplástico en la zona supra litoral ya que esta proviene de la zona urbana y no de la zona marina.

En cuanto a los colores de microplásticos presentes en ambas zonas existe una similitud en cuanto a proporciones en el color blanco observándose una diferencia en la proporcionalidad de en el color verde durante los hallazgos del estudio.



**Figura: 5.** Microplástico según su al color en la zona de pleamar y supra – litoral de Picnic Center

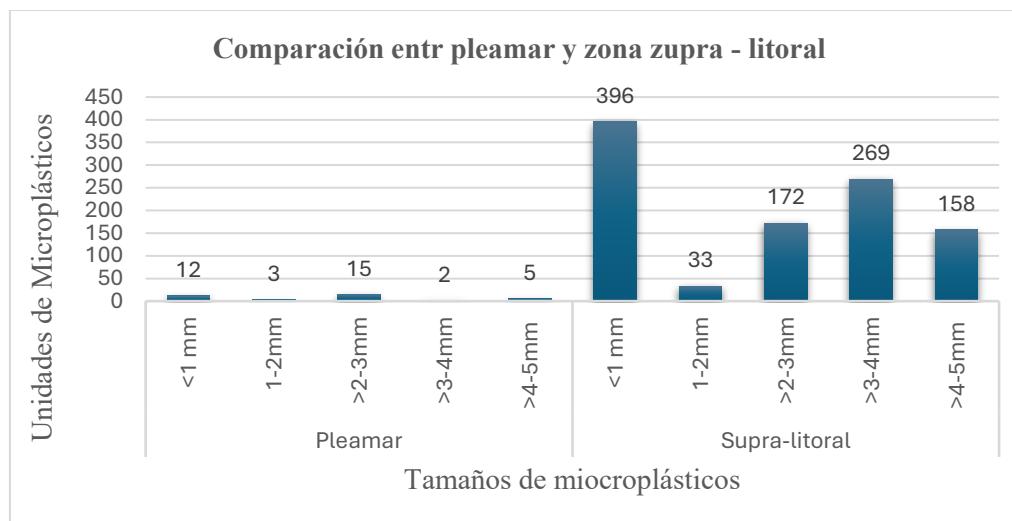
Dentro de los colores más dominante en la zona de pleamar se encuentra el verde con 13 unidades, el blanco con 9 unidades y el azul con 9 unidades, posteriormente el transparente con 2 unidades y por último 1 unidad de color no establecida. En el caso de la pleamar existe cierta similitud en las cantidades de microplásticos por colores: el blanco se encuentra en primer lugar con 406 unidades, colores no definidos en esta clasificación con 221, transparente con 183 unidades, el azul con 109 unidades, el verde con 73 unidades, el negro con 24 unidades, el amarillo con 9 unidades y por último el color rojo.

Estos resultados tienen cierta coincidencia con el estudio realizado por Iannacone *et al.*, En el (2019), sobre Microplástico en la zona de marea alta y supra - litoral de una playa arenosa del litoral costero del Perú en la que indica que la en la zona supra -litoral la secuencia decreciente fue: transparente/blanco, azul, otros colores, rojo, verde y negro, coincidiendo los colores con este estudio. Sin embargo, no coincide con el estudio realizado por García F. y Hernandez M., (2022), ya que en sus resultados reporta que la mayor precencia de colores corresponde al verde.

La alta presencia de plastico blanco en la zona de estudio pude deverse a como lo indica Barrera el al (2022) a la alta consetracion de de articulos comunes como es el caso de

bolsa plasticas utilizadas comunmnee por la poblacion, empaque de productos cotidianos y utencias desechables.

Con relacion al tamaño de los micropasticos encontrados en la zona de estudio se pudo describir 5 rangos de tamaño, existiendo algunas diferencia entre las zonas objetos de estudio las cuales se describe a continuacion en el sigjuiente.



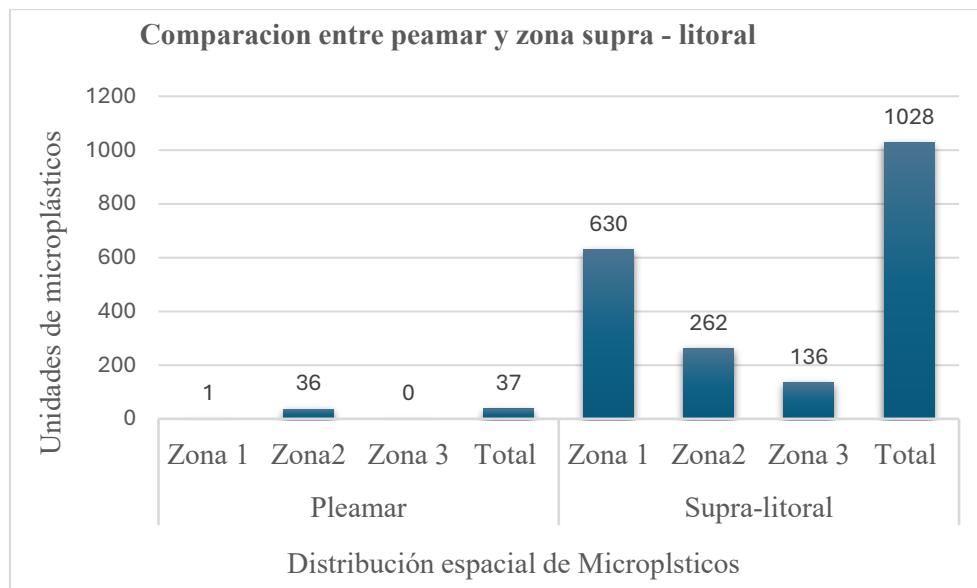
**Figura: 6.** Microplástico de a su tamaño en la zona de pleamar y supra litoral de Picnic Center

Este gráfico muestra la diferencia en tamaño de microplásticos entre la pleamar y la zona – supra litoral, siendo en la zona de pleamar el de mayor abundancia los microplásticos de entre 2-3 mm con 15 unidades, seguido de los de menos de 1mm con 12 unidades posteriormente los de entre 4 – 5 mm con 5 unidades y por último tenemos los de menos de 3mm. Con respecto a los de la zona supra – litoral, los de mayor cantidad se encuentran los de 1mm con 396 unidad, seguidos de los de menos de 3mm continuando los de entre 2-3 mm con 172 unidades, continuando con los de 4 – 5 mm con 158 unidades y de últimos encontramos los de 1 – 2 mm con 33 unidades.

Esta notable diferencia en la cantidad y tamaño de microplástico están acorde a los resultados de Pucar & Henostroza (2017) es su estudio sobre la presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú, en el cual indica que los microplásticos más predominantes son los que se encuentran en un rango de tamaños de 500  $\mu\text{m}$  a 5 mm. De acuerdo con estos resultados de microplásticos en rangos de 1- 5 mm, y con mayor presencia en la zona supra – litoral, se puede considerar que son resultado de la degradación de plásticos secundarios

Estos resultados también coincidiendo con los resultados del estudio realizado en Guatemala por Mazariegos Ortiz, Garcilla Arrollave *et al.* (2021), sobre contaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala; indica que en su mayoría las partículas encontradas corresponden a fuentes secundarias, es decir, se han originado por la ruptura mecánica o por la degradación de plásticos mayores expuestos a condiciones ambientales o acciones mecánica. Estos resultados son importantes para entender que la diferencia de en la abundancia de microplástico entre ambas zonas puede estar relacionada las actividades antropogénicas en el área de estudio.

Con relación a la evaluar la distribución espacial de los microplásticos en distintos puntos de muestreo a lo largo de las playas y aguas superficiales de Picnic Center se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura: 7.** Distribución espacial de microplástico en la zona de pleamar y supra – litoral. Este grafico demuestra la notoria diferencia en cuanto a la distribución por zona de muestreo (pleamar y zona supra – litoral), la cual está funcionando como área de acumulación posiblemente por las características del área la cual permite la acumulación de estos elementos. Dentro de los principales resultados tenemos que la primera zona del área de pleamar contenía 1 unidad de microplástico, la segunda 36 unidades y la tercera un total de 0 unidades para un total de 37 unidades de microplásticos, con una diferencia significativa a la zona supra litoral en la que se encontraron en la primera zona 630

unidades, en la segunda zona 262 unidades mientras que en la tercera zona 136 unidades para un total de 1031 unidades microplástico para la zona supra litoral.

Estos resultados muestran una alta similitud con los resultados de días (2019) en su estudio de microplásticos en la costa del Pacífico de Nicaragua en la que indica que las altas concentraciones de microplásticos están asociada al alto crecimiento urbana, la industrialización la mala gestión de los residuos sólido, lo que conlleva a la alta presencia de microplásticos en las zonas supra litorales, zonas más cercanas a las urbanizaciones. De la misma manera Sagot (2022) en estudios realizados en Costa Rica, indica que resultados similares demuestran la variabilidad en la distribución de los microplásticos en estas zonas, por lo que es necesario establecer monitoreos constantes para comprender de manera más efectiva la contaminación en los ecosistemas costeros.

### **Resultados de las muestras de agua:**

En los resultados de las muestras de agua tomadas con la red bongo con luz maya de malla entre 65  $\mu\text{m}$ , a una velocidad constante de 3 km/h, durante 15 minutos, posteriormente en el laboratorio se filtró en un tamiz metálico para ser transferido a una caja Petri y sometida a una disolución saturada de sal (pesando 359 g de NaCl en un litro de agua), ser observada en un estereoscopio (FOCUS con 10 X de aumento) con el fin de separar las muestras de microplásticos.

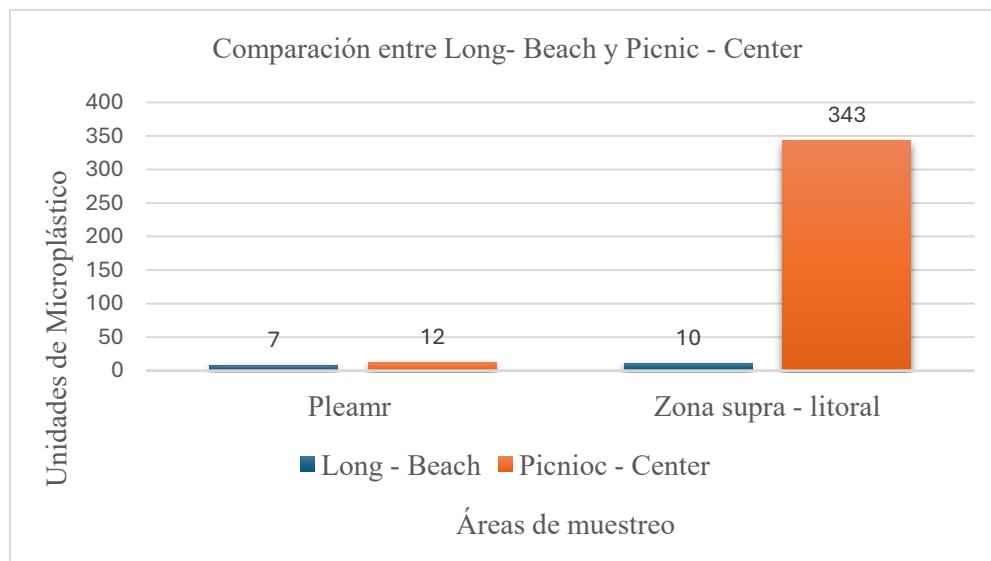
Cada una de las muestras fue examinada minuciosa y detenidamente, siguiendo la metodología establecida para la identificación de microplástico en aguas superficiales. Como resultados tenemos que no se identificó la presencia de partículas de microplásticos, utilizando esta técnica (saturación con solución sobresaturada de NaCl, tamizada y observada bajo el estereoscopio), no pudiéndose clasificar los microplásticos en (color, forma, tamaño y volumen). La ausencia de las partículas de microplástico en este estudio no significa que no se encuentran en el ecosistema, si no que demuestran la complejidad en su distribución en el agua y su identificación.

Estos resultados pueden ser por limitada eficiencia de la técnica utilizada en el momento de filtrar el agua, ya que el volumen filtrado en comparación con la magnitud del mar Caribe es un volumen infinitamente mínimo, por otro lado, también es posible a la baja concentración de, microplásticos en la zona, en comparación a la zona supra – litoral, en

la que hay intervención antropogénica. Teniendo otra explicación podemos decir que las partículas de microplástico pueden ser más densas que el agua marina, hundiéndose hacia el fondo, siendo imposible ser recolectadas durante el arrastre con la red bongo

La ausencia de microplástico, en las aguas frente a Picnic Center coincide con los resultados encontrados en las muestras de sedimento (arena) en la zona de pleamar en la que se obtuvo una concentración de microplástico, relativamente baja en comparación a la zona supra - litoral; de la misma manera coinciden con los estudios de (Días, 2019) al igual que el de (Mazariegos-Ortíz y otros, 2021), en la establecen que la mayor concentración de microplástico se encuentra en la zona supra - litoral y no en las zonas próximas al contacto con el agua.

Para establecer las diferencias entre Picnic Center y Long Beach, con relación a concentración, tipo y características físicas se le sacó una media a los datos de Picnic center debido a que esta zona se realizaron 3 muestreos una por cada subzona, mientras que, en la playa de Long Beach, solo se realizó una subzona.



**Figura: 8.** Comparación de volumen de microplástico entre Long Beach y Picnic center, en diferentes zonas de muestreos

En este estudio debido a la gran diferencia entre los datos solo se tomó en cuenta el dato de abundancia de microplástico por subzona de muestreo; por lo que en la zona de pleamar en Long Beach se pudo identificar 7 unidades de microplásticos y en la zona supra litoral 12 unidades estos resultados de pleamar coinciden con los de la pleamar de Picnic center

el cual se identificó una cantidad de 10 unidades, sin embargo en, la zona supra litoral la existe una diferencia notable ya que se encontró mucho más unidades de microplástico en picnic Center con un total de 343 unidades.

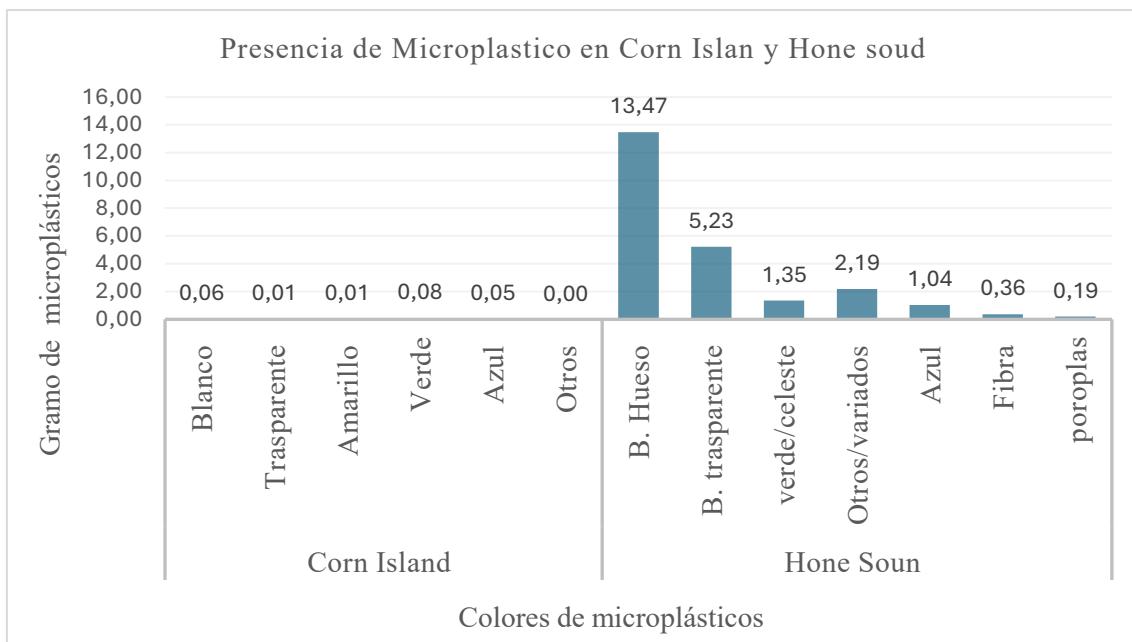
Esto resultados pueden deberse a que en la playa de Long Beach existe menos afluencia de turistas que en Picnic Center donde se presenta las mayores afluencias de turista debido a que es considerada una de las mejores playas para esta actividad recreativa, por otro lado, Long Beach es el área de resguardo de barco cuando hay mal tiempo en la zona por lo que es posible que las corriente y oleaje sean menores que en picnic Center

Esto resultado tiene coincidencia con lo que indica (Mazariegos-Ortíz, García-Arroyave, Marroquín-Mora, & Mendizábal, (2021) e Iannacone *et al.*, (2019) en a que indica que en la zonas supra litoral siempre se acumula grandes cantidades de microplástico devido a la gran cantidad de residuos plásticos que son liberados en esa zona y la poca influencia de las olas sobre esta zona, no permita una remosion constante de estos, dando lugar a la degradacion de estos y trasportado por el viento. Por otro lado estos resyultados guardan relacion con lo que establece García F. y Hernandez M., (2022), que la urbanización tiene un efecto directamente proporcional al aumento de la concentración de micro plásticos, a como sucede en Picnic Center.

#### **Sedimento:**

Entre barra de Hone Sound y Corn Island en relación con su posición geográfica.

Los resultados de la evaluación de la contaminación por microplástico entre barra de Hone Sound y Corn Island, con relación a su posición geográfica, se encontró una diferencia significativo en cuanto a volumen de microplástico, es importante mencionar, que para hacer la relación, se tuvo que pesar los microplásticos encontrados en pleamar de la subzona 2 ya que es esta investigación la técnica utilizada fue la de conteo por unidad de microplásticos y los resultados de la barrade Hone Sound están evaluados por el peso de microplásticos y solo se trabajó con el área de pleamar.



**Figura: 9.** Diferencia en gramo de microplástico entre Corn Island y la Barra de Hone Soun

Los principales hallazgos reportados por en la barrade Hone Sound tenemos: tenemos que, en el estudio de 100 metros de playa, se identificaron microplásticos de diferentes colores: blanco hueso (13.473 g 58 %), blanco transparente (5.232 g 23 %), azul (1.041 g 4%), verde/celeste (1.346 g 6%), y colores variados (2.190 g 9%), siendo el blanco hueso el de mayor concentración. También, se encontraron fibras (0.360 g) y partículas de poroplast (0.193 g).

En total, se identificaron 23.282 g de microplásticos en las partículas de arena de la zona estudiada. La presencia de estos fragmentos se puede deber a la foto fragmentación de residuos de botellas de agua que llegan a las playas provenientes de la ciudad y otros asentamientos en las comunidades los cuales son arrastrado por la acción de los ríos que desembocan en la laguna. (Ebanks B. Siu E, 2024),

En los resultados de Corn Island, subzona 2 de Picnic Center se describieron en 100 metros de pleamar microplásticos de diferentes colores, entre los que tenemos: el color blanco con (0.06 gr 25%), transparente (0.013 gr 5,5%), amarillo (0.013 gr 5,5%), verde (0.08 11 gr 36.1%), azul (0.050 gr 22.22 %) y otros (0.00624 gr 2,77%), los microplásticos encontrados en esta zona dieron como resultado un peso total de 0.2247 gr. Esta notable diferencia entre la cantidad en gramo es debido a que corn island es una

isla insular donde no hay influencia de ríos que lleven basura marina hacia las zonas costera.

En bases a los resultados de ambos estudios puede destacar que el área que presenta mayor volumen de microplástico en 100 metros estudiados es la Barra de Hone Sound con una carga de microplástico de 23.282 gr mientras que Corn Island – Picnic Center presenta menos carga de microplástico con apenas 0.2247 gr. Esta diferencia se debe a que la barra tiene una conexión directa a la Laguna de Bluefields la cual es receptora del agua del Río Escondido y otros afluentes, más pequeños, los cuales arrastran residuos urbanos en sus cursos. En el caso de Corn Island la poca presencia de microplástico puede deberse a la ausencia de ríos, llegando los microplásticos a las playas por acción de los turistas y pobladores.

Con respecto a la variedad de colores de los microplásticos, en la Barra de Hone Spund el 58% lo representa el color Blanco hueso y el 23% a blanco transparente, pudiendo deberse a la degradación de botellas plásticas mientras que en Corn Island el 36% corresponde al color verde y 22% al color verde relacionado directamente a artes de pesca; por otro lado a diferencia de Corn Island, la barra de Hone Sound presenta fibras con 0.360 gr y poroplast 0.193 gr relacionadas a las actividades urbanas.

## VI. CONCLUSIONES

5.1- Se acepta la hipótesis alternativa, la cual establece que existe una diferencia en la concentración y tipos de microplásticos muestreados en agua y sedimento, en los diferentes puntos de muestreo en playas Corn Island, debido a la gran diferencia de en los resultados. Esta diferencia se refleja en la ausencia de microplásticos en el agua marina y un gran cantidad en el sedimento; siendo de 1031 unidades en la zona supralitoral y de 37 unidades en la zona de pleamar, reflejando también una gran diferencia entre ambas zonas, lo que refleja una marcada actividad antropogénica.

5.2.1 - Los resultados obtenidos durante la caracterización de microplásticos demuestran una diferencia muy acentuada, tanto en la forma, tipo, color tamaño y cantidad entre la zona de pleamar y supra – litoral en Picnic Center, siendo esta ultima la más contaminada, atribuidas a actividades como el turismo, pesca y la proximidad a la zona urbana. Estos resultados coinciden con estudios realizados en playas de Nicaragua, Costa Rica y Perú indicando que la contaminación por microplástico en las zonas costeras estas asociadas a las acciones antrópicas.

5.2.2- El predominio de formas irregulares, fragmento al igual que de colores como el blanco y tamaños entre 1 y 5 mm indican que la mayoría de la contaminación es de origen secundario, derivado de degradación de plástico más grande por efecto del ambiente. La baja presencia de microplástico en la pleamar, indica que existe un patrón diferente de acumulación a las olas y corriente. Estos hallazgos sugieren a lo inmediato establecer medidas de control, educación ambiental y un mejor manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación por microplástico en los ecosistemas marino costero.

5.3- En la evaluación de la distribución espacial de los microplásticos a lo largo de las playas y aguas superficiales de Picnic Center, se identificó una diferencia significativa donde la zona supra – litoral, presentó mayor cantidad de microplástico con un total de 1031 unidades, en contraste en la pleamar solo se encontró 37 unidades. Esta diferencia sugiere que la zona supra – litoral funciona como un reservorio posiblemente por sus características físicas y su cercanía a la zona urbana, lo que facilita la acumulación de residuos plástico y su posterior degradación.

5.4- La comparación entre las muestras de sedimento y agua superficial en la playa Picnic Center evidenció una ausencia de microplásticos en el agua, posiblemente debido a la baja eficiencia de la técnica empleada, el escaso volumen de agua filtrado en relación con la magnitud del mar caribe o a que las partículas sean más densas que el agua marina y se depositen en el fondo. Esta ausencia concuerda con la baja concentración de microplásticos observada en los sedimentos de la zona de pleamar, en contraste con la alta acumulación registrada en la zona supra-litoral, donde hay mayor influencia de actividades humanas.

5.5- Existe una notable diferencia en la presencia de microplásticos en los sedimentos de la playa de Picnic Center y Long Beach, más aún en la zona supra – litoral, donde en Picnic Center se identificó una media de 338 unidades de microplásticos contra solo 12 de Long Beach, en la zona de pleamar los resultados fueron similares entre si 10 y 7 unidades respectivamente). Esta diferencia puede atribuirse a la mayor afluencia de turismos a las playas de Picnic Center, por otro lado, Long Beach hay menor afluencia de turismo.

5.6.1- La comparación de la contaminación por microplásticos entre la barra de Hone Sound y Corn Island muestra una diferencia marcada, con 23.282 gramos en Hone Sound frente a solo 0.2247 gramos en Corn Island. Esta variación se relaciona con su ubicación geográfica, ya que Hone Sound recibe residuos urbanos arrastrados por ríos que desembocan en la laguna de Bluefields. En cambio, Corn Island, al no tener ríos, acumula microplásticos principalmente por actividades humanas locales como el turismo. Los resultados evidencian cómo los sistemas hídricos continentales actúan como vías de transporte de plásticos hacia las zonas costeras.

5.6.2- En cuanto a los tipos y colores de microplásticos, se observaron diferencias notables entre Hone Sound y Corn Island. En Hone Sound predominaron los colores blanco hueso y blanco transparente, asociados a residuos urbanos y domésticos. En cambio, en Corn Island destacaron los colores verde y azul, posiblemente relacionados con actividades pesqueras. Estas variaciones reflejan que el origen de los microplásticos depende del tipo de actividad humana y del contexto geográfico. Las zonas urbanas tienden a generar una mayor diversidad y cantidad de microplásticos.

## VII. RECOMENDACIONES

### **Para las instituciones gubernamentales:**

Dado a la gran cantidad de microplástico encontrado en Picnic Center, se recomienda a las autoridades, establecer sistema de reciclajes específicamente para residuos sólidos plásticos. Así como regular el uso de plásticos de un solo uso e implementación de programas de recolección constantes en las zonas supra – litoral.

Establecer normativas internas sobre plásticos de un solo uso (bolsas, envase de refresco y agua), en zonas turísticas y promover el uso de artículo reutilizables.

Establecer un sistema de monitoreo de residuos plásticos y microplásticos en la zona urbanas y aledañas a las playas con la finalidad de mostrarle a la población los resultados y se utilizados para campañas d educación ambiental.

Diseñar programas de educación ambiental para las escuelas, pescadores, comerciantes dueños de locales turísticos de la comunidad sobre los impactos negativos de microplásticos y la importancia de minimizar la contaminación haciendo uso de medios audio visuales.

Fortalecer la articulación entre las instituciones de gobierno, las universidades y alcaldía para elaborar y desarrollar estrategias de gestión de la contaminación plástica y restauración de, los ecosistemas marino-costeros.

### **Universidad BICU:**

Continuar realizando estudio en las áreas marino costera sobre la contaminación plástica, integrando variables como la socioeconómica y oceanográficas, en todo el litoral caribeño.

Realizar vinculaciones de investigaciones con docentes de las diferentes extensiones de BICU, para que estos repliquen los conocimientos a los estudiantes y luego realicen estudios en las comunidades sobre gestión de los residuos plásticos.

Fortalecer a técnicos del CIAB en técnicas más sensibles para la detección de microplásticos en aguas, organismos vivos como: (peces y aves).

**A la comunidad:**

Promover las buenas prácticas de consumo, utilizando bolsa y botellas reutilizables de esta manera reducir el uso de artículos de plástico minimizando la contaminación.

Realizar un programa de limpieza (mensual, quincenal, semanal) de playa en conjunto con MARENA, INTUR, alcaldía municipal, BICU y pobladores.

Capacitar a pescadores sobre pesca sostenible, evitando el abandono de artes de pesca, lo cuales al pasar del tiempo llegan a formar parte de la contaminación en el ecosistema marino costero.

## REFERENCIAS

### Referencias

- ©PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Panamá. (2021). *Guía para inventarios de basura marina y microplásticos*. Panamá.
- Barrera, C., Fuentes, M., Cedeño, J., Domínguez, E., Cedeño, A., Argüello, B., & Irias, A. (2022). Diagnóstico de la abundancia de microplástico en tres playas del distrito de Las Tablas acífico panameño, durante agosto y octubre de 2022. *Visión Antataura Vol.7, No.1: 77-91 , 77 - 91.*
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., & O'Connor, I. (2018). João Frias. *JPI OCEANS* , 23. <https://doi.org/DOI:10.13140/RG.2.2.36256.89601/1>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Lavender, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *SCIENCADVANCES/RESEARCHARTICLE*, 5.
- Giacomo Avio, C., Gorbi, S., & Regoli, F. (2016). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *ELSEVIER - Marine Environmental Research*, 1 - 10.
- Acosta González, G., Carrillo Rosales, D. V., & Caballero Vázquez, J. (2022). Microplásticos en agua y en organismos. *CIENCIA-* , 14 - 21.
- Acosta, C. I. (2014). *CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS PRIMARIOS EN EL AMBIENTEMARINO DE UNA PLAYA URBANA EN CARTAGENA DE INDIAS*. Cartagena de Indias.
- Aldana Aranda, D., Enríquez Díaz, M., & Castillo Escalante, V. (2022). El Caribe y su Contaminación por Microplásticos. *CIENCIA* , 8 - 13.
- Amigos de la Tierra. (28 de marzo de 2019). <https://www.tierra.org/un-estudio-revela-los-impactos-del-plastico-sobre-la-salud/>
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *ELSEVIER*, 10.
- Brenes Antonio, A. F. (Diciembre de 2013). *Instrumentos Económicos Para un Eficiente Manejo de los*. <https://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT-43>

#### 44 Instrumentos Económicos Para un Eficiente Manejo de los Desechos Sólidos.pdf

Cabrera. (2018). *Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife. España.*

Castañeda, R., Avlijas, S., Simard, A., & Ricciardi, A. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments. *NRC Research Press*, 1767-1771.

Cruz Salas, A. A., Vázquez Morillas, A., & Álvarez Zeferino, J. C. (2022). Microplásticos en playas: realidad y percepción. *CIENCIA*, 36 - 41.

Días, D. J. (2019). Microplásticos en las costas del Pacífico de Nicaragua. *UNAN-Managua*, 51 - 60.

Ebanks B. Siu E, R. E. (2024). Microplásticos en un ecosistema lagunar del trópico húmedo, nicaragüense y su incidencia en poblaciones de *Crassostrea rhizophorae*. *Revista Científica Esteí*, 50, 198 -214.

Gallo, M., Geonovese, & Corami, V. (2018). Microplastics as vectors of contaminants in the marine environment. *Environmental Chemistry Letters*, 16(3), 859–881). *ELSEVIER*.

García, V. J. (2017). *Estudio de la contaminación por microplásticos mediante análisis de imagen*.

Greenpeace España. (2016). Plástico en el pescado y el Marisco. *Greenpeace*, 13.

Herrera, A., Martínez Sánchez, I., Santana, A., Asensio, m., Asensio, , M., Packard, T., & Gómez, M. G. (2017). Microplastic and tar pollution on three Canary Islands beaches: An annual study. *ELSEVIER*, 494-502.

Iannaccone , J., Huyhua , A., Alvariño , L., Valencia , F., Príncipe , F., Minaya , D., Ortega , J., Argota , G., & Castañeda, L. (2019). MICROPLASTICS IN THE HIGH AND SUPRALITORAL AREA OF A SAND BEACH OF THE COASTAL COAST OF PERU. *The Biologist (Lima)*, 335 - 346.

INCLAM. (2011). *Proyecto de Provision de agua y saneamiento rural (Desarrollo integral de agua, saneamiento, medioambiente y turismo social en Corn Isand.*

Instituto de Invstigaciones Marinas y Costeras "José Beneto Vives de Adréis". (2017). protocolo de muestreo y análisis de microplásticos en aguas marinas superficiales, sedimentos de playas y tracto digestivo de peces. *Invemar*, 1 -19.

Mazariegos-Ortíz, C., García-Arroyave, L., Marroquín-Mora, C., & Mendizábal, A. L. (2021). Contaminación por microplásticos en playas del Pacífico de Guatemala: abundancia y características. *Ciencia, Tecnología y Salud*, Vol. 8, Núm. 2, 2021, 260 - 268.

Monica, M. (19 de septiembre de 2018). *FUTURO VERDE*.  
<https://futuroverde.org/2018/09/19/los-plasticos-tambien-contaminan-el-aire-no-solo-el-oceano/#:~:text=El%20microp%C3%A1stico%20puede%20escapar%20de,que%20se%20comen>

Plastic Europe. (9 de octubre de 2020). <https://www.plasticeurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/history>

Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología* 24(1): 101 - 106 (2017), 101 - 106.

Rodríguez, P. (29 de junio de 2021). *Salus y Bienestar*.  
<https://360.dkvseguros.com/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>

Rojo Nieto, E - Montoto. (Noviembre de 2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes*. [Edited by E. en Acción. Available at:](#)

Rojo-Nieto, E., & Montoto, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. *Ecologistas en Acción*, 1 -54.

Ruben, M. (2019). *Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú* . Peru: PUCP .

Sagot, V. J. (2022). Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica. *REVISTA INTERNACIONAL de COMUNICACIÓN y DESARROLLO. usc*, 1 12.

Sarria-Villa, , R. A., & Gallo-Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos . *JC. Journal de Ciencia e Ingeniería, Vol. 8, No. 1*, 21 - 27.

TOD, H. (23 de Febrero de 2021). *PLASTIC OCEANS*. <https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/>

## VIII. ANEXOS

### Anexo: 1. Cronograma de actividades

Actividades	2024		2025								
	Oc	Di	En	Fe	Ma	Ab	Ju	Jx	Ag	sep	Oc
Elaborar la propuesta de investigación.	x										
Trabajo de campo para la obtención de muestra de arena y agua en Clon Island		x									
Procesamiento de las muestras en el laboratorio CIAB (agua y sedimento)			x	x	x	x					
Análisis de los resultados obtenidos							x				
Confección del documento final								x			
Entrega del primer informe preliminar									x		
Entrega del segundo informe final.									x		
Entrega del informe final										x	
Elaboración de artículo científico											

### Anexo: 2. Recursos: humanos, materiales y financieros

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	C\$	Costo	Costo Total
unitario						
PRIMERA FASE						
1	Viáticos	Días	15	1400.00	C\$ 21,000.00	
2	Trasporte Bluefields – Corn Island – Bluefields	unidad	3	620.00	C\$ 1,860. 00	
3	Alquiler de panga	horas	3	1000. 00	C\$ 3000. 00	
SEGUNDA FASE						
4	Bolsas plásticas	unidad	45	10	C\$ 450.00	
5	Sal	Libra	30	20	C\$ 600.00	
6	Red Bongo	Unidad	1	10,000	C\$ 10,000.00	
	Total				C\$ 37,310.00	



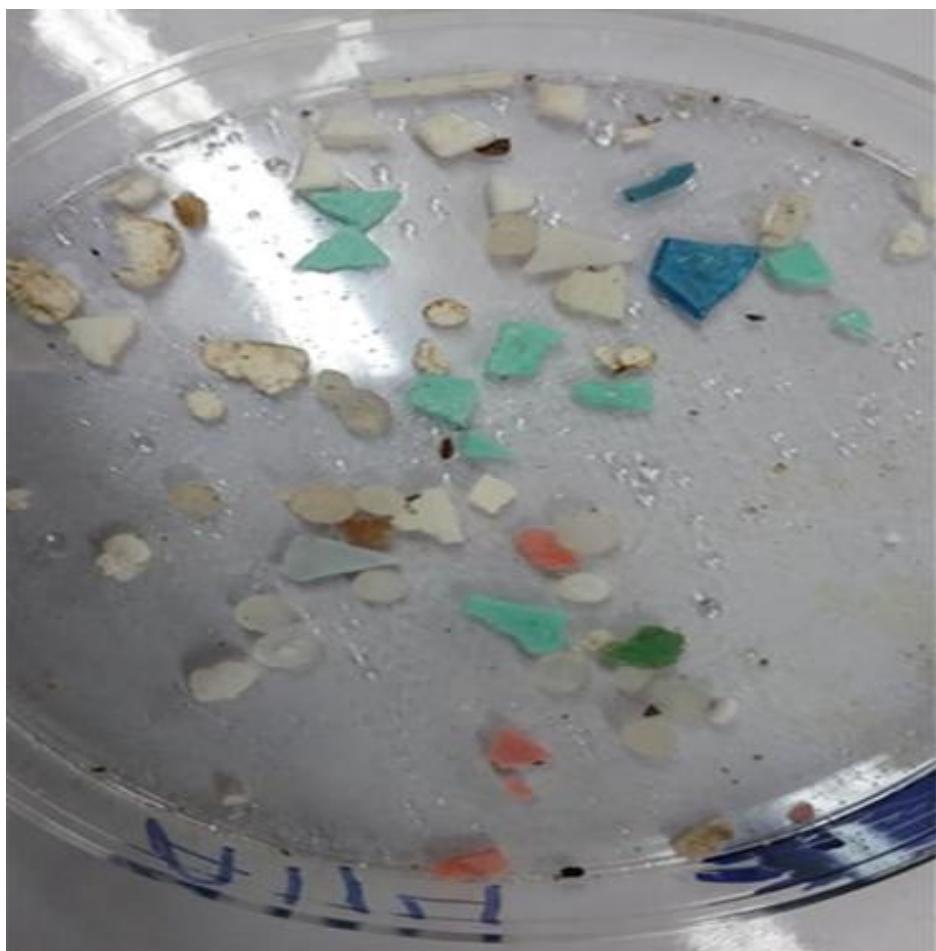
**Anexo: 3.** Recuento de microplástico



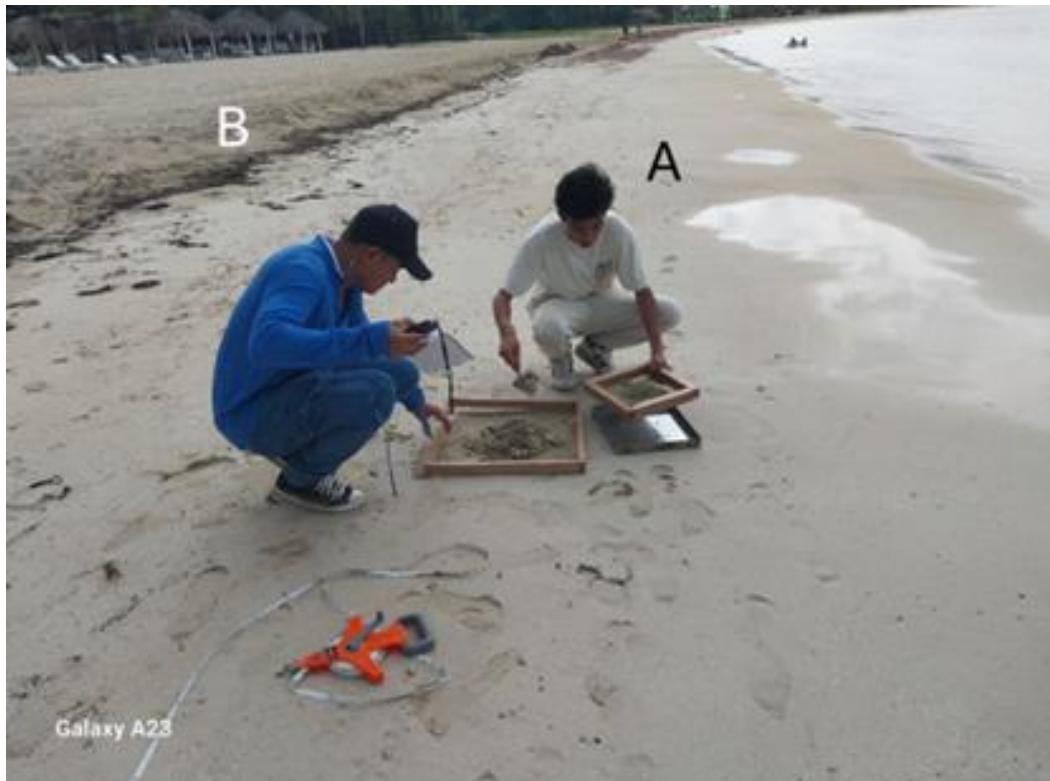
**Anexo: 4.** Forma y colores de microplástico



**Anexo: 5.** Medición de Mocroplástico.



**Anexo: 6.** Forma, color y tipo de microplástico



**Anexo: 7.** Toma de muestra en la zona de pleamar (A) y zona supralitoral (B)



**Anexo: 8.** A, B, C y D Macrobasura en la zona supralitoral



**Anexo: 9.** Áspero de pesca en playa Picnic Center



**Anexo: 10.** A - Playa Long Beach, B - Picnic Center y C -Barra de Hone Sound