



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Cuantificación y dispersión de microplásticos en las playas  
arenosas de Lima norte, Perú 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTORES:**

Chaiña Quispe, Yosselin Vanessa ([orcid.org/0000-0002-7785-9775](https://orcid.org/0000-0002-7785-9775))  
Necochea Zavaleta, Pool Alexander ([orcid.org/0000-0001-8620-6963](https://orcid.org/0000-0001-8620-6963))

**ASESORA:**

Mgt. Cabello Torres, Rita Jacqueline ([orcid.org/0000-0002-9965-9678](https://orcid.org/0000-0002-9965-9678))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión De Los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A toda mi familia, novio y suegros que siempre estuvieron influyendo e impulsando a seguir perseverando en mi formación académica, con valores y constancia para finalizar cada objetivo o proyecto iniciado.

***Chaiña Quispe Yosselin Vanessa***

A mí mamá, y tío, que me brindaron el apoyo y confianza necesaria para lograr mis metas académicas y contribuir en mi formación con valores y perseverancia.

***Necochea Zavaleta Pool Alexander***

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, Marilia, Carlos y Judith por motivarme y apoyarme en seguir avanzando con mi formación profesional y estar siempre en todos mis logros y tropiezos de mi vida, con el gran ejemplo de perseverancia son mi inspiración para seguir adelante a pesar de las adversidades.

***Chaiña Quispe Yosselin Vanessa***

A mí mamá Flora, que, a pesar de todas las circunstancias de la vida, siempre encontró la forma de motivar me en el proceso académico, y a mi tío Gerardo quien me ayudó en todo momento y estuvo allí para orientarme en todo este proceso académico.

***Necochea Zavaleta Pool Alexander***



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CABELLO TORRES RITA JAQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Cuantificación y dispersión de microplásticos en las playas arenosas de Lima norte, Perú 2023", cuyos autores son NECOCHEA ZAVALETA POOL ALEXANDER, CHAIÑA QUISPE YOSSELIN VANESSA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 15 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CABELLO TORRES RITA JAQUELINE <b>DNI:</b> 08947396 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9965-9678	Firmado electrónicamente por: RCABELLOTO15 el 15-12-2023 11:22:20

Código documento Trilce: TRI - 0697745



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, NECOCHEA ZAVALETA POOL ALEXANDER, CHAIÑA QUISPE YOSSELIN VANESSA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Cuantificación y dispersión de microplásticos en las playas arenosas de Lima norte, Perú 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
YOSSELIN VANESSA CHAIÑA QUISPE <b>DNI:</b> 73093045 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7785-9775	Firmado electrónicamente por: YCHAINAQ el 15-12- 2023 16:35:16
POOL ALEXANDER NECOCHEA ZAVALETA <b>DNI:</b> 76807076 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8620-6963	Firmado electrónicamente por: PONECOCHEAZA el 15-12-2023 17:52:22

Código documento Trilce: TRI - 0697743

## Índice de contenidos

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras .....	viii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	17
3.3. Población, muestra y muestreo .....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos.....	21
3.6. Métodos de análisis de datos .....	30
3.7. Aspectos éticos .....	31
IV. RESULTADOS .....	32
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES .....	61
VII. RECOMENDACIONES .....	62
REFERENCIAS .....	63
ANEXOS.....	76

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Usos Frecuentes Del Plástico. ....	13
<b>Tabla 2</b> Composición De Muestras. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Instrumentos De Recolección De Datos. ....	21
<b>Tabla 4.</b> Ubicación Geográfica De Las Playas Arenosas. ....	22
<b>Tabla 5.</b> Codificación De Las Muestras. ....	22
<b>Tabla 6.</b> Ubicación Geográfica De Playas Arenosas. ....	23
<b>Tabla 7.</b> Tipos De Muestras. ....	25
<b>Tabla 8.</b> Pesaje De Muestras De Las Playas De Arena Del Distrito De Ancón. ...	32
<b>Tabla 9.</b> Pesaje De Muestras De Sedimento De Las Playas Del Distrito De Ancón. .....	36
<b>Tabla 10</b> Cantidad De Mp En Las Muestras De Agua Superficial De Las Playas De Ancón. ....	40
<b>Tabla 11.</b> Tamaño De Longitud De Los Mp En Las Muestras De Arena, Sedimento Y Agua De Mar Superficial. ....	41
<b>Tabla 12.</b> Medida De Area De Los Mp De Las Muestras De Arena, Sedimento Y Agua De Mar Superficial. ....	42
<b>Tabla 13.</b> Color De Microplásticos Grandes Y Pequeño De Las Muestras De Arena. ....	43
<b>Tabla 14.</b> Análisis Morfológico De Las Playas Muestreadas .....	47
<b>Tabla 15.</b> Cronograma De Ejecución Del Proyecto De Investigación .....	48

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Características Morfológicas De Microplásticos. ....	10
<b>Figura 2.</b> Comportamiento A La Intemperie De Los Microplásticos. ....	11
<b>Figura 3.</b> Zona De La Playa. Fuente: Fuente: Esea, Junta De Andalucía, Sf. ....	12
<b>Figura 4.</b> Fuentes De Contaminantes Por Mp En Las Playas De Arena. ....	13
<b>Figura 5.</b> Exposición Humana A Los Microplásticos. ....	14
<b>Figura 6.</b> Ubicación De Las Playas Arenosas De Lima Norte. ....	19
<b>Figura 7.</b> Esquema De Metodología De Experimentación. ....	28
<b>Figura 8.</b> Separación Por Densidad Del Microplástico. ....	29
<b>Figura 9.</b> Muestra Arena Pcon - Peso De Arena (G).....	33
<b>Figura 10.</b> Muestra Arena Pfer - Peso (G). ....	33
<b>Figura 11.</b> Muestra Arena Pmar Peso (G). ....	34
<b>Figura 12.</b> Porcentaje Granulometría De Arena.....	34
<b>Figura 13.</b> Cantidad De Mp En Muestra De Arena. ....	35
<b>Figura 14.</b> Sedimento Scon Peso Arena (G). ....	37
<b>Figura 15.</b> Sedimento Sfer Peso Arena (G). ....	37
<b>Figura 16.</b> Sedimento Smar Peso Arena (G). ....	38
<b>Figura 17.</b> Porcentaje De Granulometría De Sedimento.....	38
<b>Figura 18.</b> Cantidad De Mp En Muestra De Sedimento. ....	39
<b>Figura 19</b> Cantidad De Mp En Muestras De Agua De Mar De Las Playas De Ancón. ....	40
<b>Figura 20.</b> Longitudes (Mm) De Los Mp En Las Muestras De Arena, Sedimento Y Agua De Mar Superficial. ....	41
<b>Figura 21.</b> Identificación De Areas De Mm2 De Las Muestras De Arena, Sedimento Y Agua De Mar Superficial. ....	42
<b>Figura 22.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Arena Pcon.....	43
<b>Figura 23.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Arena Pfer. ....	44
<b>Figura 24.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Arena Pmar. ....	44
<b>Figura 25.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Sedimento Scon. ....	45
<b>Figura 26.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Sedimento Sfer.....	45
<b>Figura 27.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Agua De Mar Superficial Tcon. ....	46

<b>Figura 28.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Agua De Mar Superficial Tfer.....	46
<b>Figura 29.</b> Porcentaje De Colores De Los Mp De Muestra Agua De Mar Superficial Tmar.....	47
<b>Figura 30.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Arena Pcon.....	48
<b>Figura 31.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Arena Pfer. ....	49
<b>Figura 32.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Arena Pmar. ....	49
<b>Figura 33.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Sedimento Scon. ....	50
<b>Figura 34.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Sedimento Sfer. ....	50
<b>Figura 35.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Agua De Mar Superficial Tcon.....	51
<b>Figura 36.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Agua De Mar Superficial Tfer. ....	51
<b>Figura 37.</b> Porcentaje Morfológico De Mp De La Muestra Agua De Mar Superficial Tmar. ....	52
<b>Figura 38.</b> Espectro Infrarrojo De La Muestra Mp Celeste.....	52
<b>Figura 39.</b> Espectro Infrarrojo Del Estándar De Polipropileno. (Librería Polyatr De Perkin Elmer). ....	53
<b>Figura 40.</b> Comparación De Los Espectros Infrarrojo De La Muestra Y Del Estándar. ....	53
<b>Figura 41.</b> Espectro Infrarrojo De La Muestra Mp De Color Verde.....	54
<b>Figura 42.</b> Espectro Infrarrojo Del Estándar De Polietileno, (Librería Polyatr De Perkin Elmer). ....	54
<b>Figura 43.</b> Comparación De Los Espectros Infrarrojo De La Muestra Mp Color Verde Y Del Estándar. ....	55
<b>Figura 44.</b> Espectro Infrarrojo De La Muestra Mp Color Negro.....	55
<b>Figura 45.</b> Espectro Infrarrojo Del Estándar De Polipropileno. (Librería Polyatr De Perkin Elmer). ....	56
<b>Figura 46.</b> Comparación De Los Espectros Infrarrojo De La Muestra Mp Color Negro Y Del Estándar. ....	56
<b>Figura 47.</b> Espectro Infrarrojo De La Muestra Mp Color Transparente. ....	57
<b>Figura 48.</b> Espectro Infrarrojo Del Estándar De Polipropileno. (Librería Polyatr De Perkin Elmer). ....	57

**Figura 49.** Comparación De Los Espectros Infrarrojo De La Muestra Mp Color  
Transparente Y Del Estándar.....58

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad Cuantificar y caracterizar la distribución de los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. Para la obtención de las muestras de microplásticos se ubicaron 5 puntos en la zona supralitoral, siendo las dimensiones de un marco de madera 50 x 50 cm tomando una cantidad de muestra de 1.5Kg, una vez caracterizadas, se secan a 40°C durante 48h, luego se pesa y se tamiza en anillos de 6mm, 4mm, 2mm, 1.7mm, 1.18mm y 500um, se prosigue con la caracterización por el método Visual Sorting, el que conlleva a la separación de microplásticos de forma manual, siendo así pesadas y listas para el siguiente proceso, además cabe mencionar que los 3 transectos realizados en la presente investigación, tiene diferencia de su muestreo, con la excepción de la parte de sedimentos, para el muestreo de aguas marinas, se delimitó un transecto por cada playa arenosa del litoral costero de Lima norte (Ancón), con una lancha de 1.5 a 2 nudos de velocidad y con el uso de la red de Neuston 80 µm de malla, boca de 24 cm de diámetro 1 m de largo; los transectos se distancian de la línea de costa entre 500 y 924 m a los puntos de muestreo de la playa de arena. Para la identificación los polímeros existentes en las muestras se caracterizó 4 unidades de microplásticos de diferentes colores, posterior a ello se da el análisis de Aplicando la Espectrofotometría infrarroja de transformada de Fourier – Reflectancia total atenuada (FTIR – ATR), siendo los resultados la presencia de Polipropileno y Polietileno, los colores analizados son rojo, amarillo, azul, verde y transparente, finalmente gracias al Software IMAGE J, se logró captar la morfología del MP, siendo la de mayor abundancia el *fragmento*, además de existir la mayor presencia de MP de color Rojo, además, las áreas de mayor tamaño son las que van de 0.4mm a 2.000mm.

Palabra clave: Microplástico, playa de arena, supralitoral, intermareal.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to quantify and characterize the distribution of microplastics in the sand of the supralittoral zone, marine sediments of the intertidal zone and surface seawater of the three sandy beaches of northern Lima, Peru. To obtain the microplastic samples, 5 points were located in the supralittoral area, the dimensions of a wooden frame being 50 x 50 cm, taking a sample quantity of 1.5Kg, once characterized, they were dried at 40°C for 48h, then it is weighed and sieved into rings of 6mm, 4mm, 2mm, 1.7mm, 1.18mm and 500µm, the characterization continues using the Visual Sorting method, which leads to the separation of microplastics manually, thus being weighed and ready. For the following process, it is also worth mentioning that the 3 transects carried out in the present investigation have differences in their sampling, with the exception of the sediment part, for the sampling of marine waters, a transect was delimited for each sandy beach on the coast. coastal area of northern Lima (Ancón), with a boat speed of 1.5 to 2 knots and with the use of the Neuston net 80 µm mesh, mouth 24 cm in diameter and 1 m long; The transects are distanced from the coastline between 500 and 924 m to the sandy beach sampling points. To identify the polymers existing in the samples, 4 units of microplastics of different colors were characterized, after which the analysis was carried out by Applying Fourier Transform Infrared Spectrophotometry – Attenuated Total Reflectance (FTIR – ATR), the results being the presence of Polypropylene and Polyethylene, the colors analyzed are red, yellow, blue, green and transparent, finally thanks to the IMAGE J Software, it was possible to capture the morphology of the MP, the fragment being the most abundant, in addition to the greatest presence of MP Red in color, in addition, the largest areas are those that range from 0.4mm to 2,000mm.

Keywords: Microplastic, sandy beach, supralittoral, intertidal.

## I. INTRODUCCIÓN

Los componentes plásticos se fabrican con mucha más frecuencia, lo que vuelve a la contaminación de productos de plástico en un problema ambiental de gran importancia actual. Mundialmente el rendimiento por año de componentes de plástico es de casi 300 millones de toneladas, y esta cifra viene siendo incrementada en 20 veces más durante los últimos 60 años; en el continente europeo, el plástico reciclado es del 30%; mientras que un 10% de plástico de producción anual ingresa al mar, unos cálculos aproximados de ocho millones de fragmentos de plástico se incorporan en el océano diariamente a partir de diversas fuentes terrestres (Bajt O., 2021).

Los productos plásticos frecuentemente incorporan en su estructura aditivos para la mejora de sus cualidades como su mecanicidad, maleabilidad, resistencia, firmeza y su color; las descomposiciones de los productos plásticos provocan la lixiviación y descomponiendo sus elementos en el mar, como consecuencia se genera los microplásticos, trazas de plásticos de menor tamaño a 5 mm que se caracterizan en microplásticos primarios y secundarios (Gu et al., 2022).

Una de las características más representativas de los plásticos es la resistencia a su descomposición en condiciones naturales; ya que, a través de cientos de años en el mar, de manera natural se lleva a cabo la descomposición de estos plásticos; este proceso está impulsado por la conjugación de luz solar, el aire (oxígeno), el calor y la humedad; La fotodegradación es un proceso compuesto transformado por irradiación y absorción de fotones (Lo et al., 2020). Esta descomposición genera cambios en el color de los plásticos, afectando a sus propiedades físicas, moldeando defectos como grietas en su estructura, cizallando el componente plástico de origen en fragmentos más reducidos que llevan hacia la creación de los microplásticos; señalando la exposición de luz solar, los rayos ultravioletas, como principal motor para la descomposición del plástico (Lefebvre et al., 2021).

La biodegradación de materiales plásticos es un procedimiento natural donde se reduce la estructura de los compuestos orgánicos por la acción de los microorganismos; dependiendo de la naturaleza de su exposición (temperatura, humedad, pH, cantidad de nutrientes), tipo de sustrato (peso molecular,

cristalinidad, morfología y grupos funcionales) y los microorganismos vinculados; los productos plásticos no se degradan con facilidad y su biodegradación en cuerpos de agua natural toma varios años; considerándose así la biodegradación como un proceso complejo por el cual los plásticos en el ambiente marino llegan a formar un biofilm en la parte superficial del polímero, el cual cumple la función de deteriorar y fragmentar su composición, dímera y monómero por acción enzimática, para posteriormente mineralizar a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O (Bajt O., 2021).

La etapa de degradación representa un cambio significativo en las cualidades físicas de los microplásticos, la degradación provoca la creación de fisuras y la posterior fragmentación de los MP; se expuso PE, PP, PS expandido a la luz ultravioleta cerca de 12 meses, posteriormente el desgaste mecánico en torno a 2 meses; obtuvo de resultado que cada pellet de PE (Polietileno), PP (Polipropileno) y PS (poliestireno) reportó entorno a 20, 6084 y 10501 partículas de manera correspondiente, lo que indica una desintegración sumamente relevante en los PS y PP que en los PE; en la etapa de degradación, las cualidades físicas y caloríficas de los MP pueden deformarse debido al fraccionamiento de la columna vertebral del polímero (Liu P. et al., 2020).

También, posteriormente a las 25 semanas de degradación en el agua, el 90% de las fracciones tienen menos de 1 mm de longitud, con formas muy similares, mientras que micrométricamente estas fracciones aún no son abundantes; por lo tanto, la meteorización en el agua requiere marcos de tiempo más largo y múltiples pasos de fragmentación antes de producirse las micropartículas (Kundu et al., 2021).

Los requerimientos climáticos clave y el trayecto que encuentran los productos plásticos a lo largo del ciclo de su vida son: La fotooxidación UV la cual aumenta la aspereza y la superficialidad del plástico, formando láminas y hendiduras en un rango interior aproximado de 100 µm, por lo que la fragmentación conduce hacia la liberación de microplásticos; también, la meteorización biológica o biodegradación, se encarga de deshacer los polímeros en moléculas de ínfimo tamaño para atravesar las membranas de la células (Alimi et al., 2022). La oxidación química y desinfección, empleado industrialmente en la potabilización del agua, demuestra la existencia de eventos de alto cizallamiento en la fragmentación del plástico con

relación a los agentes desinfectantes utilizados en esta industria, por último, los efectos térmicos, puesto que las partículas plásticas al estar expuestas al estrés térmico de congelación y descongelación actúa directamente en la generación de microplásticos (Dowarah y Devipriya, 2019).

Para la clasificación de los microplásticos, se hace empleo de diversos criterios que se utilizan frecuentemente, el tamaño del microplástico que determina la interacción del elemento con la biota y su destino final, se considera en el rango de 1 - 1000  $\mu\text{m}$  de longitud (Mohan et al., 2022). Su forma y estructura se registra como esferas, perlas, gránulos, espumas, filamentos y fragmentos; la coloración es un indicador del contexto biológico, donde la decoloración indica la exposición de la partícula plástica a la intemperie, por último el origen de los desechos plásticos está clasificado en primarios y secundarios; los primarios señalan su origen producidos en categorías de menor tamaño, mientras que los secundarios responden a la fragmentación o desgaste de artículos que contienen plástico como las fibras textiles liberadas durante el uso (Hartmann et al., 2019).

Se han desarrollado varias técnicas para determinar las características de los microplásticos, el empleo de la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) representa la técnica con mayor precisión en la medición de frecuencia en el espectro del tipo de microplástico (Mohan et al., 2022). La metodología de FTIR brinda un resultado rápido, revelando así la existencia de HDPE, PS, PP, PET (Teng et al., 2020).

Ya que las playas arenosas costeras son centros importantes de pesca e interaccionan con los ciudadanos aledaños a estas (Dowarah y Devipriya, 2019). Ello representa un riesgo altamente potente para la salubridad de los ciudadanos que recurren a estas playas con un fin económico o de recreación, siendo este un problema de alta necesidad para profundizar en el ámbito ambiental (Rabari et al., 2022). Estas cifras se relacionan al incremento en número de habitantes, el desarrollo de las ciudades y la actividad turística, señalando así al sector turismo como la industria primordial en la generación de residuos plásticos hacia las playas costeras (Dodson et al., 2020).

Recientemente, el Perú ha evidenciado la existencia de los microplásticos en áreas naturales protegidas, este es el caso de Los Humedales Pantano de Villa, distrito de Chorrillos, Lima, cuya extensión es de 50 000 m<sup>2</sup>; está colinda con áreas industrializadas, urbanas y caminos asfaltados, su relación entre los microplásticos del agua y del sedimento indican el impacto negativo debido a actividades urbanas e industriales, además del destino ilícito de desmonte y botaderos, dando como resultado de microplástico en el agua  $37,93 \pm 16,87$  partículas de MP por muestra y en sedimentos  $10,13 \pm 3,68$  partículas de MP por muestra (Losno y Iannacone, 2023).

Existe una brecha de investigación de microplásticos en entornos marinos a nivel mundial, a pesar de haber aumentado los últimos 10 años las publicaciones enfocadas en ingestión por biota, adsorción de contaminantes ambientales (COP) y metales pesados en peces e invertebrados, investigaciones sobre la estructura de conducción de los microplásticos en hábitats marinos aún se encuentran no definidos (Akdogan et al., 2019).

Se señala que el cambio climático puede afectar el origen, la dispersión y el destino de los plásticos en el mar, las precipitaciones, las tormentas, temperatura, olas de calor y las corrientes marinas (Lincoln et al., 2022). Se calcula que los residuos cuyo origen sea plástico, al ingresar a los ecosistemas acuáticos para el año 2040 alcance de 23 a 37 millones de toneladas por año (PNUMA, 2021).

Es por esto que la presente investigación se justifica en el aspecto ambiental ya que nos sintetiza información relevante sobre la caracterización de los microplásticos costeros y su interacción con el medio natural como aire, temperatura y relieve de las playas de arena de Lima, que servirá como un instrumento importante en las decisiones a tomar para la gestión ambiental; en el aspecto económico, luego de obtener una base de datos, se convertirá en un referente importante para conocer con exactitud el impacto que los microplásticos generan en los procesos municipales e industriales, y así prevenir cualquier medio de recesión productiva; además, se contribuirá al esquema social ya que, a través de la presente investigación se concibe para alcanzar el bienestar de los locadores costeros aledaños, al proveer información relevante sobre las características y dispersión de los microplásticos señalados en tres playas arenosas de Lima;

comprender el origen y los métodos de identificación de microplásticos es imprescindible para señalar el impacto que está siendo provocado indirectamente en las tres playas arenosas de Lima norte (Conchitas, Malecón Ferreyros y San Martín).

Por ello, se plantea como **Problema general**: ¿Cuál es la cantidad y cómo está distribuido los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú? Y como **Problemas Específicos** tenemos, **(1)** ¿Cuáles son las cantidades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?; **(2)** ¿Cuáles son las propiedades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?; **(3)** ¿Cuáles son los tipos de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?; **(4)** ¿Cuál de las tres playas arenosas de Lima presentan mayor cantidad de microplásticos en la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?.

Además, se tiene como objetivo general del trabajo de investigación

Cuantificar y caracterizar la distribución de los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. Por ello contiene los objetivos específicos como: **(1)** Hallar las cantidades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(2)** Determinar las propiedades físicas de los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(3)** Identificar los tipos de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(4)** Indicar cuáles de las tres playas arenosas de Lima norte presentan mayor cantidad de microplásticos en la arena de

la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial.

De la misma manera, se plantea la hipótesis general: Existen diferentes cantidades y distintas distribuciones de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. Por otro lado, las **hipótesis específicas** son: **(1)** Se plantean distintas cantidades de microplásticos en las muestras de arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(2)** Las propiedades de los microplásticos variarán en su tamaño, forma y composición de las muestras encontradas en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(3)** Existen distintos tipos de microplásticos encontrados en las muestras de arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú. **(4)** Se espera que algunas de las tres playas arenosas de Lima norte presenten una mayor concentración de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú.

## II. MARCO TEÓRICO

**De La Torre et al., (2020)**, determinó la realidad de la contaminación por microplásticos en cuatro playas costeras de arena de Lima, Perú; reveló 12 muestras: zona intermareal 6 puntos de muestreo y supralitoral 6 punto de muestreo en 4 playas dentro de ciudad de Lima; las muestras de sedimento para la zona supralitoral se utilizó un cuadrante de 50 x 50 cm<sup>2</sup>, separación por densidad y solución salina cloruro de sodio. Para la morfología se determinó por el estereomicroscopio, FTIR; resultados el más abundante fue la espuma 78.3%; FTIR reveló espumas de poliestireno, concluyó que la investigación en esta región es escasa.

**Expósito et al., (2021)**, cuantificó y caracterizó en dimensión, estructura y formación de los microplásticos en playas de composición arenosa, restos marinos y aguas marinas superficiales de la costa de Tarragona. Caracterizó bajo observación estereomicroscopía de 8 a 62 aumentos y análisis por espectrometría ATR-FTIR para su morfología y composición polímera.; resultando los fragmentos, gránulos, películas y la mayoría son de PE (46%), PP (22%), PS (4%), PU (4%), PET (8%), PC (1%). Concluye que los microplásticos de 2 a 4 mm en sedimentos del fondo y en la playa arenosa, los MP de entre 1 y 2 mm fueron con mayores cantidades en playa arenosa y agua de mar superficial y los MP de tamaño entre 0.5 y 1 mm con más presencia en los sedimentos.

**Bridsona, et al., (2020)**, señaló a gran escala la propagación de los microplásticos en los sedimentos de las playas de Auckland; para la extracción de microplásticos utilizó solución de cloruro de sodio 300 mL, 5 mol.L-1., cuantificó y analizó los microplásticos con espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR); las zonas altas e intermareales no mostraron contaminación por microplásticos: las playas del oeste costero demostraron excesiva contaminación por MP en diferencia con las playas del este costero ( $p = 0.004$ ); se registró a los microplásticos predominantes: fibras (88 %), fragmentos (8 %), películas (4 %), los MP analizados fueron celulosa regenerativa (34%), PET (22%) y PP (15%); concluye que hace falta investigar y análisis detallado utilizando técnicas adecuadas para fragmentos <300 um o de densidad >1.2 g.mL-1, aplicada también para pequeñas partículas microplásticas con la microscopía FTIR.

**Mohan et al., (2022)**, registró la predominancia de microplásticos en las playas de Port Blair, Aní, India, debido a su relevancia ejercida por el sector turismo; ejecutó separación por densidad de cloruro de sodio (1.2 g por cm<sup>3</sup>) y con yoduro de sodio (1.8 g por cm<sup>3</sup>), también con visualización en microscopía y análisis de FTIR para identificación de polímeros. Indicó que las partículas microplásticas oscilan entre 105 y 475 partículas Kg de sedimento con un valor alrededor de 249.82 partículas Kgm, las estructuras de los polímeros encontrados fueron (HDPE), (PS), (PP) y (PET); la (FTIR) identificó un nuevo polímero, denominado plasta zinc en el sedimento de la playa que considerablemente llegaría a ser nanoplástico.

**Da Silva et al., (2022)**, evaluó las características de los microplásticos por el invierno y por el verano en cuatro playas oceánicas de Niteroi; se describió a través del método ATR-FTIR; se estableció el grado de impureza de las playas, se obtuvo el polietileno al 43% y el poliestireno al 52% fueron los más numerosos, el origen de estos polímeros está vinculada con el consumo alimentario, se enfatizó la importancia de la cadena de valor en el empaquetado y así priorizar las necesidades de ejecución en el manejo de los residuos plásticos.

**Prarat et al., (2022)**, investigó la organización, las propiedades y la exposición ambiental de los MP en las estaciones de muestreo de las playas de arena y agua de mar asociadas a la extensión de la costa de Rayong, Tailandia; la metodología para separación por densidad según NOAA fue empleada aislando MP en la arena y el agua de mar, luego caracterización con microscopía de forma visual y para la identificación de polímeros con ATR-FTIR; como resultado la abundancia media de microplásticos en la playa de arena y el agua de mar, que presentó cerca de 338,89 partículas/kg p.s. y alrededor de 1781,48 partículas/m<sup>3</sup>, de forma correspondiente. La arena de la playa y el agua de mar obtuvieron la mayor cantidad de partículas con coloración marrón amarillento y microfibras translúcidas, respectivamente, se señaló el riesgo ecológico potencial (RI), en el agua de mar presentó nivel II de peligro, mientras que en la playa de arena obtuvo el nivel IV de peligrosidad; a pesar de su ilusoria cercanía, la falta de idoneidad entre grados de riesgo en la arena de la playa y el agua del mar puede deberse a las variaciones del tipo de polímero condicionado por los diferentes orígenes terrestres y marinos.

**Yabanli et al., (2019)**, reveló la contaminación de los microplásticos en la región del Egeo Meridional en Turquía. Utilizó remoción de materia orgánica, se usó 130 ml de solución peróxido de hidrógeno a unas de las muestras de 100 g, luego segunda desecación a 60 °C horno de secado, seguidamente adición cloruro de sodio; se contabilizó los microplásticos con microscopio estereoscópico escaneo y caracterización de polímero con ATR-FTIR; demostrándose fragmentos (72%) de categoría predominante en las playas con exposición a vientos y corrientes y que la contaminación por MP en Península Datca fue mayor a comparación en la literatura de lugares similares alrededor del mundo (2073.3 partículas Kg-1 dw); se

concluyó que las investigaciones periódicas en las playas serán útiles para definir los impactos de los microplásticos en los hábitats marinos.

**Abelouah et al., (2022)**, describió el problema de los microplásticos (MP) en siete playas de Agadir, costa atlántica de Marruecos, donde se extrajeron microplásticos por separación por densidad con cloruro de sodio y análisis de identificación, se utilizó microscopio estereoscópico y a composición química se usó espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (ATR-DTIR), resultando la abundancia (densidad) de microplásticos con una tendencia a 34 200 MPs/kg por encima de otras playas del mundo; sus formas fueron: fibras, fragmentos, películas y gránulos, las fibras con tipología dominante de un 73%, el PE obtuvo el polímero predominante en todas las playas 59%, seguido del PP - 18%, PS - 9%, PVC - 8% y EVA - 6%, las cuantiosas cantidades de microplásticos sugieren entradas continuas de plásticos de todos los tamaños y tipos; se concluyó que las playas del Atlántico centro marroquí se encuentran perjudicadas por cifras elevadas de MPs.

**Mengatto et al., (2022)**, evaluó la abundancia de microplásticos (1 – 5 milímetros) en sedimentos que descienden de las playas de arena en el Complejo Estuarino, Paranaguá; las muestras de sedimento se filtraron en un tamiz de 5 y 1 mm, se descubrió un sumatoria de microplásticas de 398 partículas, de las cuales gran parte fueron espumas 63,7 %, fragmentos de plástico duro 13,8 %, fragmentos de pintura 12,8 % y gránulos 7,2 %, casi todas las playas evaluadas, se encontraron en estado de contaminación por microplástico; los orígenes más probables de los microplásticos son el desarrollo urbano y portuario.

**Tiwari et al., (2019)**, evaluó la existencia de microplásticos en playas de la costa india (Arábigo, Tuticorin y Dhanushkodi), con el método de separar la densidad, se caracterizaron con 3 técnicas analíticas: microscopía con el uso de fluorescencia (teñir con Nile Red), técnica FTIR y método de SEM-EDS; resultó las concentraciones de microplásticos en la arena de las playas fueron de 45 MP kg<sup>-1</sup> a 220 MP Kg<sup>-1</sup> de arena seca, el tipo de plástico fue PE 43%, PET 17.3%, PS 17 %, PP 12.3% y PVC 1.33%, las imágenes SEM señalan las superficies de los microplásticos por sus grietas características, lo que revela el deterioro de polímeros, y la meteorización fisicoquímica; se concluye que las playas contienen

partículas contaminantes de microplásticos con la misma proporción de la megaciudad Mumbai.

En las propiedades físicas de los microplásticos, se indican que son partículas compactas artificiales de forma regular e irregular, de origen fabricación primaria o secundaria, la producción de microplástico primario está destinada directamente a tener una forma de tamaño pequeño, mientras que los secundarios son el producto de procesos químicos y procesos de meteorización física de partículas exorbitantes en el océano, como por ejemplo las fibras textiles en la pesca artesanal, estas fibras están sometidas a fuerzas mecánicas y factores ambientales ejercidas por la naturaleza, lo que facilita su descomposición a largo plazo, ambas categorías se pueden clasificar según su forma, como fibras, fragmentos o esferas (Da Costa et al., 2023).

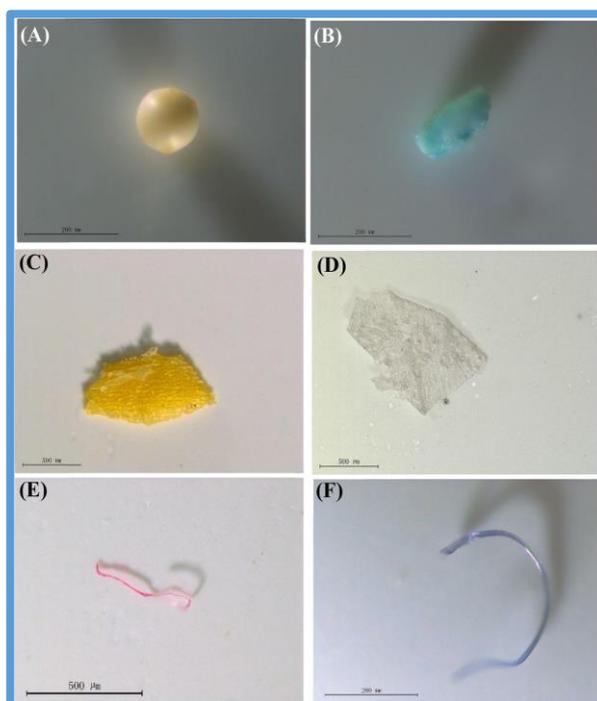


Figura 1. Características morfológicas de microplásticos.  
Fuente: Xu et al, 2020

En la Figura 1 la imagen demuestra las características morfológicas de los microplásticos comenzando con: (A) microesferas; (B) Pellet; (C) Fragmento; (D) Película; (E-F) microfibra. (Xu et al., 2020)

Para (Yin et al., 2023) las partículas microplásticas son fragmentos sintéticos de menor tamaño a 5 mm, estos son polímeros de alto peso molecular y no se

degradan con facilidad, la mayoría de microplásticos sufren una serie de sucesiones de degradación, que abarca la abrasión física, radiación ultravioleta, biodegradación, oxidación química, etc (ver Figura 2); con el envejecimiento, muchas propiedades fisicoquímicas de los microplásticos cambiarán, como por ejemplo el cambio de peso molecular promedio y la rugosidad de la superficie, favoreciendo así a la adsorción de contaminantes; sin embargo esto trae la consecuencia de la acumulación de un alto potencial de toxicidad en los microplásticos (LUO H. et al., 2022).

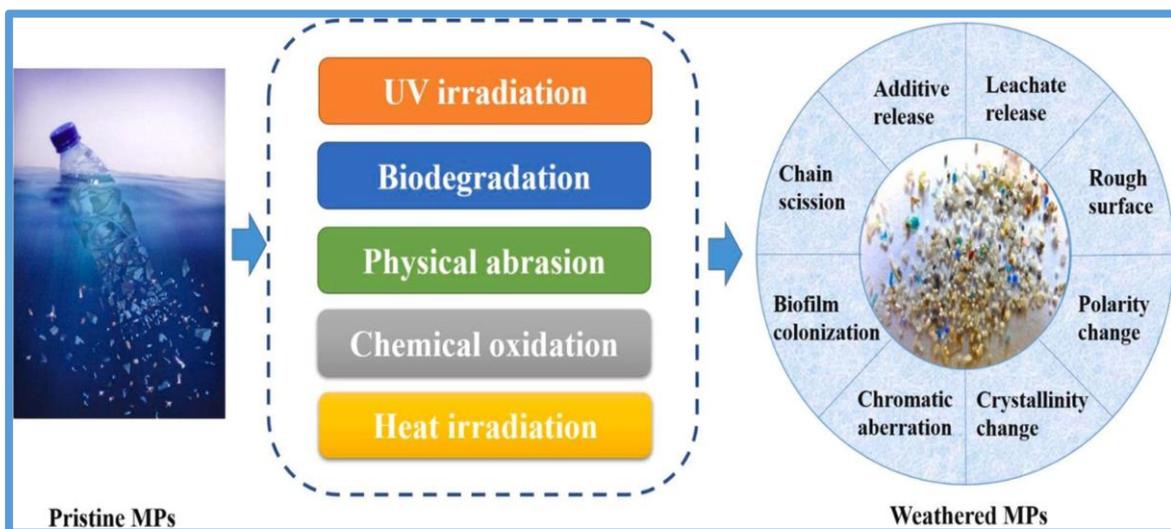


Figura 2. Comportamiento a la intemperie de los microplásticos.  
Fuente: Liu et al., 2020.

En la Figura 2, el comportamiento a la intemperie de los microplásticos de baja radiación UV y térmica, biodegradación, abrasión física y oxidación química (Liu et al., 2020).

Los microplásticos se dividen en dos categorías, primarios y secundarios; la diferencia es que los primarios tuvieron una fabricación de partículas ya establecidas, mientras que los secundarios se produjeron por descomposición de elementos más grandes, llegando a ser este último más abundante (Fan et al., 2022).

Las playas de arena son ambientes costeros marinos, en donde se identifica la existencia de microplásticos mayormente en los tramos de la costa; este ambiente donde las condiciones meteo - oceanográficas (dirección y altura de las olas y

corrientes de deriva costera) y las características topográficas fomentan el atasco y la remoción de las partículas plásticas en los sedimentos; en la última década, la presencia de contaminantes emergentes ha incrementado en las playas costeras de arena, esto debido a la característica que tienen los microplásticos de hidrofobicidad que facilitan la adherencia de elementos metálicos como Zn, Cd y Pb (Mesquita et al., 2022).

En las playas de arena, debido a la diversidad en el relieve facilitado por la inclinación entre la tierra y el mar, y por los distintos hábitats de las especies marinas terrestres y semiterrestres, su clasificación respecto a la presencia de las zonas de la playa; la zona intermareal (el espacio de sumergimiento conforme a la altura de la marea) y la zona supralitoral (espacio regularmente seco) (Lopes et al., 2023).

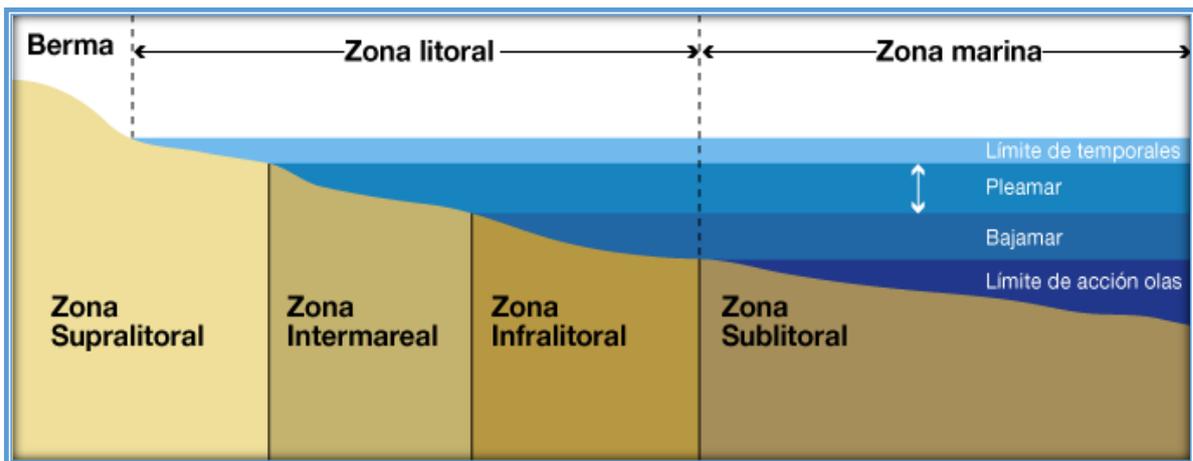


Figura 3. Zona de la playa.  
Fuente: Fuente: ESEA, junta de Andalucía, sf.

La tipología principal de los microplásticos está compuesta por una diversidad de polímeros: PE, PP, PS, PV, entre otros. La complejidad en su estructura y distintas proporciones de los microplásticos señalan la complejidad de sus efectos por su existencia en el ecosistema marino (Zhelezova et al., 2021).

Tabla 1 Usos frecuentes del plástico.

El plástico	Usos comunes
PS	Platos, cubiertos, juguetes
PA (nylon)	Sedal y red de pesca, cerdas de cepillo de dientes
PMMA (acrílico)	Lentes, ventanas irrompibles, pintura
PET (poliéster)	Textiles, botellas de bebidas
POM	Partes automotrices, marcos de vidrio, sujetadores
PVC	Tuberías, cercas, pisos, cortinas de baño
PE	Empaques, bolsas, películas
PP	Pajitas, envases de alimentos, tapas de botellas
EPS	Platos, bandejas, vasos de espuma

Fuente: (Daily et al 2020)

Los microplásticos son uno de los agentes contaminantes frecuentes, se depositan en los océanos y playas de la costa, incluso se transporta de manera fluvial y atmosférico, la basura en las playas y directamente en el mar a través de las aguas residuales, actividades acuicultura, navieras y pesqueras, independientemente del tiempo y área; las principales fuentes marítimas de plástico incluyen el transporte marítimo, la pesca y el transporte en especial las aguas residuales vertidas en los ríos y estos desembocan al mar, mientras que en fuentes terrestres incluye el turismo, los aportes industriales y fluviales, Karthik et al., (2018).

Las costas con mayor dinamismo de olas pueden conducir los microplásticos hacia posiciones más elevadas de la costa, puede producirse una redistribución de los microplásticos, llevarlos a la orilla en especial a los que no flotan dependiendo de su densidad (Lo et al., 2018).

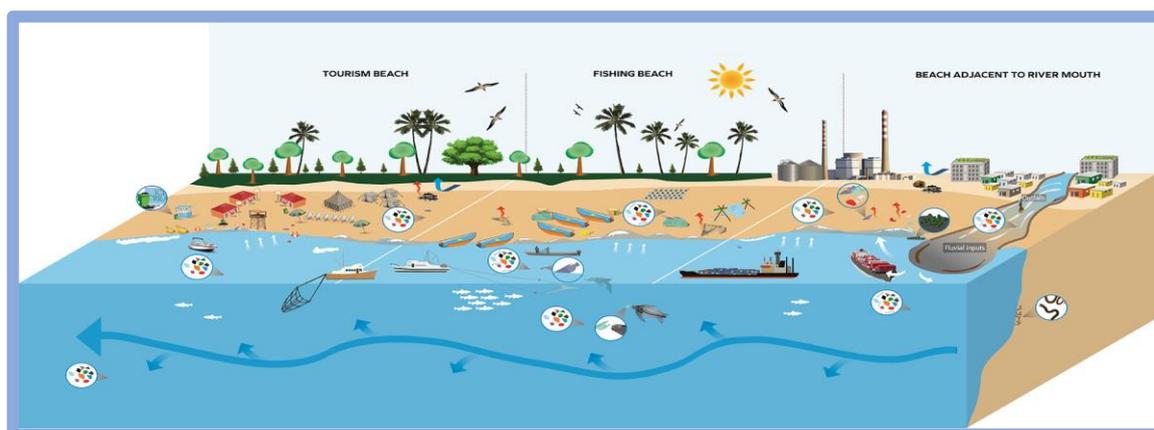


Figura 4. Fuentes de contaminantes por MP en las playas de arena.  
Fuente: Karthik et al., (2018).

Existen tres vías de interacción humana hacia los microplásticos: dietética, inhalación y contacto directo con la piel; exposición dietética, agua potable, los alimentos y envases plásticos pueden sufrir daños físicos, como abrasión interna y bloqueo; exposición por inhalación por su presencia en el aire, puede eludir las defensas del tracto respiratorio en especial en trabajadores industriales produciendo cáncer colorrectal (Zarus et al., 2021), formación de aerosoles, degradación material de construcción, liberación de lodos de aguas residuales impulsada por el viento; exposición contacto con la piel, las partículas de menor tamaño a 100 nm pueden atravesar el cerco dérmico y atravesar la piel del ser humano, el contacto dérmico con cosméticos y textiles a partir de PET o PVC (Yang et al., 2022).

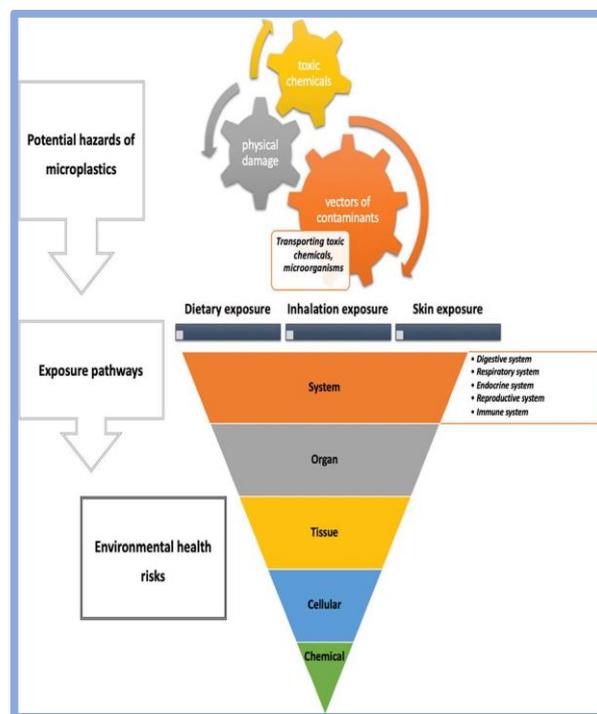


Figura 5. Exposición humana a los microplásticos.  
Yang et al., 2022

El distrito de Ancón está ubicado al norte de Lima, extensión territorial 299.22Km<sup>2</sup> ubicado en la provincia de Lima, con una altitud de 3 msnm y coordenadas latitud 11°46'15" y longitud 77°10'21"; la contaminación por playas es por residuos sólidos y material de desmonte, actividades pesqueras artesanales (efluentes sanguaza que son vertidos al mar) y restaurantes locales; la planta de tratamiento de aguas

residuales, generan compuestos de metano, olores que perjudican a la población (MINSA, 2019).

**Estructura de los microplásticos:** Para Leal et al., (2019) es la estructura de los microplásticos se refiere a cómo están organizadas y dispuestas las moléculas de plástico que componen estas diminutas partículas. La variedad de estructuras de los microplásticos está determinada por su origen y los procesos de degradación que han experimentado.

**El poliestireno (PS)** es un producto plástico, derivado del petróleo, compuesto de monómero de estireno (vinilbenceno), en 2012, se produjeron aproximadamente 32,7 millones de toneladas a nivel mundial, es considerado como la quinta fuente de residuos que pueden llegar a ser peligrosos (Masura J. et al., 2015).

**El polietileno (PE)** es un termoplástico versátil, con bajo grado de biodegradabilidad, el uso excesivo de este plástico ha contribuido a la generación de enormes cantidades de desechos peligrosos detectados en entornos acuáticos que perjudican a los organismos aledaños presentes (Leal et al., 2019).

**El polipropileno (PP)** es un plástico ampliamente utilizado, especialmente en el moldeo por inyección. Puede tener tres estructuras diferentes: isostática, sindiotáctica o atáctica, siendo la primera la más importante debido a su alta relación de firmeza con su peso (Lefebvre et al., 2021).

**El polivinilo (PV)**, tiene un origen derivado de hidrocarburos y sal, similar al polietileno, pero contiene un átomo de cloro por cada dos átomos carbonos; generalmente tienen un diámetro entre 7 a 15 micrómetros (Leal et al., 2019).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación es de enfoque cuantitativo porque se utilizó la recopilación y procesamiento de datos para determinar las interrogantes de investigación y comprobar las hipótesis planteadas (Hadi et al., 2023). Siendo que se recopiló de manera sistemática los datos numéricos de las muestras en las tres playas arenosas de Lima norte, Perú, con la finalidad de proporcionar una representación cuantitativa de los microplásticos analizados.

Además, es del tipo aplicada, (Arias et al., 2022) mediante las bases teóricas se resuelve el problema de forma empírica según el objetivo planteado. debido a que se busca generar soluciones concretas y prácticas que puedan tener un impacto directo en la comunidad.

La densidad de los microplásticos varía según tipo de microplástico, como los PP y el PE suelen emerger superficialmente en el agua, que frecuentemente son consumidos por Daphnialos criaturas que habitan en la capa superior, sin embargo, los plásticos de alta densidad como PET y PVC, usualmente se almacenan en las profundidades y es más probable que sean consumidos por la biota del fondo del mar (Yin et al., 2023). El color de los microplásticos tiende atraer organismos que confunden su composición con la dieta alimentaria que estos tienen, ese es el caso de zooplancton copépodos consumen microplásticos confundiendo con su presa, por otro lado, el microplástico en su degradación libera compuestos orgánicos volátiles como el DMS (Ugwu et al., 2021).

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

El trabajo de investigación es de diseño no experimental, transversal descriptivo, según Romero et al, (2021) mencionan que en el diseño de investigación no experimental descriptivo no se manipulará su

variable y se centrará en describir y analizar el fenómeno tal como se presenta en la realidad.

En esta investigación de diseño no experimental, transversal descriptivo, se estará enfocando en recopilar y analizar los datos existentes de los resultados en los análisis de los microplásticos a través de la observación directa en tres playas arenosas de Lima norte, Perú. Para describir y caracterizarlos sin realizar manipulaciones controladas es necesario el diseño experimental (De La Torre et al, 2020; Expósito et al, 2021; Bridsona et al, 2020).

Tabla 2 Composición de muestras.

Playas de Ancón	Arena de playa	Sedimento	Agua superficial del mar
Las Conchitas (PCON) Malecón Ferreyros(PFER) San Martín (PMAR)	Muestra compuesta de cinco submuestras en cada playa	Una muestra en cada playa	Una muestra en cada playa

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Variables y operacionalización

La investigación trabajará con una variable, la cual es “Cuantificación y dispersión de microplásticos en las playas arenosas de Lima norte, Perú”. La tabla de operacionalización de variables se presenta en el Anexo N°1.

**Definición conceptual:** Los microplásticos se consideran contaminantes de tamaño menor a 5 mm. Se han caracterizado en primarios y secundarios. Los primarios se comprenden por partículas de PE, PP y PS que se caracterizan por ser incluidos en productos de limpieza e higiene personal, y se liberan al medio ambiente en forma de escorrentías de aguas pluviales y biosólidos de plantas de tratamiento utilizados como fertilizantes, mientras que los secundarios están compuestos por fibras de poliéster, acrílico y poliamida que se generan durante el lavado de ropa (Skaf et al., 2020).

**Definición operacional:** Las partículas microplásticas se caracterizan a través de la técnica de espectroscopía infrarroja por transformada de fourier (FTIR) obtenidas del tamizado y decantación con solución salina de las muestras de arena de las tres playas de Lima (Conchitas, Ferreyros y San Martín).

**Indicadores:** masa (g); tamaño (Tamiz 6, 4, 2 y 1.70 mm; 500 µm, 355 µm, 250 µm, 150 µm, 63 µm y 53 µm); forma (laminar, irregular); color (amarillo, azul, blanco, negro, rojo y verde); primario y secundario (poliestireno, polietileno, polipropileno y polivinilo).

**Escala de medición:** la razón es la escala de medición ya que se tomará los valores de los resultados obtenidos de los microplásticos con las mismas unidades de medidas por indicadores señalados en Anexo N° 01.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

La población incluye todos los factores que representan las características que se quieren investigar en un estudio cuantificable (Arias et al, 2022). La población está compuesta por las playas de Ancón (Lima norte). La población está compuesta por las playas arenosas de Lima norte.

**Criterios de inclusión:** la población se caracteriza por playas que están ubicadas geográficamente en el distrito de Ancón y de morfología arenosas, que sean de acceso libre, tengan alta demanda de actividades antropogénicas (turismo, pesca artesanal, gastronomía). También se toma en consideración la salubridad de las playas según MINSA programa verano saludable, donde resaltan la insalubridad de playa Las Conchitas, Malecón Ferreyros y San Martín.

**Criterios de exclusión:** Al ser morfología de las playas pedregosas, no estén dentro territorio de Lima norte en el distrito de Ancón.

La población está comprendida por las tres playas de arena de Lima norte: Playa Las Conchitas, Playa Malecón Ferreyros, Playa San Martín, (Figura N° 6), en el norte en el distrito de Ancón.



Figura 6. Ubicación de las playas arenosas de Lima norte.  
Fuente: Google Earth, 2023

### 3.3.1. Muestra

La muestra como denota Romero et al, (2021), es parte de la población la cual representará al universo de interés y a partir de este, se trabajará con la finalidad de alcanzar los resultados representativos. En la presente investigación se seleccionaron como muestra playas de arena de Lima norte, de las cuales se recolectaron los datos de: arena, sedimentos y agua superficial.

Siendo las siguientes playas de arena de Lima norte: Las Conchitas (PCON), Malecón Ferreyros (PFER) y San Martín (PMAR), donde se tomaron cinco submuestras de arena en el área supralitoral en cada playa (PCON1 - PCON5). Para muestra de sedimentos se consideraron un punto de muestreo en cada playa (SCON, SFER y SMAR), en la zona intermareal. Los transectos es uno en cada playa (TCON, TFER y TMAR), que son para muestras de agua superficial del mar en la zona intermareal.

### **3.3.2. Muestreo**

El método de muestreo es probabilístico, de tipo aleatorio simple. Según Romero et al, (2021) toda muestra tiene la probabilidad que cada una de las muestras de agua, arena y sedimentos que se recolectaron entre julio y agosto de 2023. Durante ese período, se tomaron en cuenta la corriente geostrófica, la velocidad de corriente y la velocidad del viento.

### **3.3.3. Unidad de análisis**

Una muestra para el análisis de microplásticos por cada tipo de muestra (arena en la zona supra litoral, sedimento y agua superficial en zona intermareal) en cada estación de muestreo.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se empleó la técnica de la observación científica Romero et al., (2021) al ser una herramienta audaz que se basa en el análisis e interpretación del entorno que se logra de forma individual o grupal enfocado al tema de estudio que se requiera.

Los instrumentos de recolección se usaron en dos etapas el primero es análisis in situ y el segundo para su posterior análisis en laboratorio. Estas herramientas, son autorizadas por un estricto y riguroso criterio de experimentados ingenieros colegiados, los cuales comprenden a tres instructores de la universidad, en el cual se registrará sus datos, tal como se evidencia en Tabla N° 03.

En la etapa de toma de muestra en campo (in situ) se realiza un protocolo de muestreo y fichas de recolección de datos que son validados por tres expertos. En la etapa de laboratorio se utilizó tamiz para clasificar tamaño y posterior análisis en FT-IR en laboratorios autorizados.

Tabla 3. Instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Instrumentos de recolección de datos
Muestreo y observación	<p>Ficha N° 01: Recolección de datos in situ: muestra y ubicación</p> <p>Ficha N° 02. Peso total de microplástico por punto de muestreo de arena. Anexo N° 02.</p> <p>Ficha N° 03: Tabla de peso total de microplástico por punto de muestreo de sedimento. Anexo N° 02.</p> <p>Ficha N° 04: Tabla de peso total microplástico por transecto de muestreo de agua superficial. Anexo N° 02.</p> <p>Ficha N° 05: Tabla de peso de microplástico de muestra de arena o sedimento según uso tamiz. Anexo N° 02.</p> <p>Ficha N° 06: Tabla de caracterización por color de microplásticos según muestreo sedimento (SMIR-SPED), arena (PMIR-PPED) o agua superficial (TMIR-TPED). Anexo N° 02.</p>

Fuente: Elaboración propia.

### Materiales y Equipos

Placa Petri, vaso precipitado de 1L, pipeta 10ml, propipeta, pinzas, burlap capacidad de 5Kg, balanza, tamiz 355um – 6 mm, estufa, agitador de tamices, espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR).

### 3.5. Procedimientos

Los métodos para el muestreo y análisis de los microplásticos en las tres playas de arena de Lima, se realiza bajo estos pasos consecutivos, con la finalidad de cuantificar, caracterizar y describir la existencia de los microplásticos en el litoral costero de Lima, con metodología de MSFD, 2014 para el correcto muestreo y ligeras variaciones para la etapa en laboratorio es indispensable la sistematización de Masura, 2015; Exposito et al, 2021; De La Torre et al, 2020; Mohan et al, 2021; Da Silva et al, 2021)

**Toma de muestras in situ:** ubicación de la zona de estudio, Codificación de contenedores de muestras y Selección de puntos de muestreo, muestreo de microplásticos: toma de muestras.

**Análisis químico y físico del microplástico:** tratamiento de muestras, separación por densidad de microplásticos, caracterización de microplástico (Microscopio fluorescente, Análisis FTIR) y Análisis de datos.

### Ubicación de la zona de estudio

Se consideran las características geográficas y meteorológicas de las playas en la Tabla N° 4.

Tabla 4. Ubicación geográfica de las playas arenosas.

Playa	Latitud	Longitud
Las Conchitas	-11.755731	-77.171300
Malecón Ferreyros	-11.773520	-77.178234
San Martín	-11.774156	-77.185901

Fuente: Elaboración propia.

### Codificación de contenedores de muestras

Se codificaron los contenedores de muestras según el tipo de muestreo a realizar arena, sedimento y agua superficial (Tabla N° 05).

Tabla 5. Codificación de las muestras.

Playa	Arena	Sedimento	Agua superficial
Las conchitas	PCON1	SCON	TCON
	PCON2		
	PCON3		
	PCON4		
	PCON5		
Malecón Ferreyros	PFER1	SFER	TFER
	PFER2		
	PFER3		
	PFER4		

	PFER5		
San Martín	PMAR1	SMAR	TMAR
	PMAR2		
	PMAR3		
	PMAR4		
	PMAR5		

Fuente: Elaboración propia.

### Selección de los puntos de monitoreo:

Se seleccionaron tres playas (Tabla N° 6), ubicadas en zona costera de Lima norte en el distrito de Ancón.

Se registra las coordenadas geográficas de cada playa a muestrear.

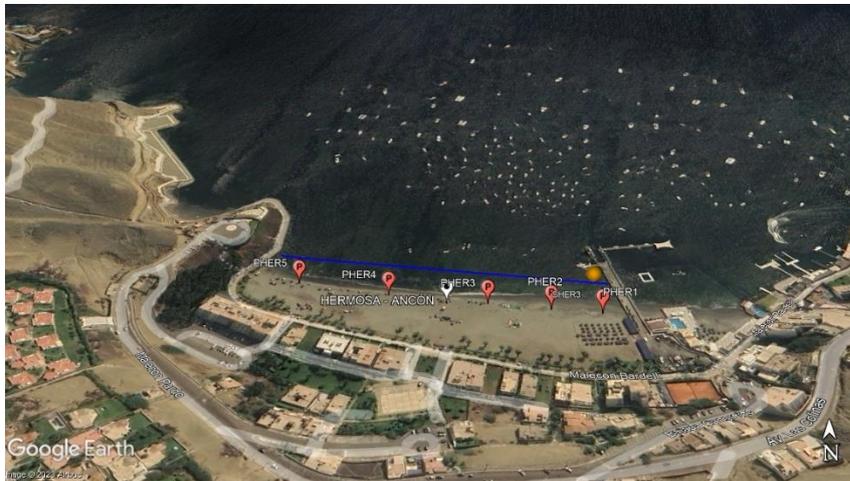
Se tomaron las muestras de agua superficial (transecto línea azul), sedimento círculo mostaza y arena seis puntos de muestreo puntos blancos.

Tabla 6. Ubicación geográfica de playas arenosas.





Playa Malecón Ferreyros (PFER) - Ancón



Playa San Martín (PMAR) - Ancón

Fuente: Elaboración propia.

Se registró según el tipo de muestreo de sedimento, arena o agua de mar superficial ya que al ser en 2 zonas de muestreo supralitoral en caso de la arena e intermareal para sedimento y agua de mar superficial. (Expósito, et al., 2021).

**Muestreo de agua de mar superficial:** fecha, tamaño de malla, tamaño de la abertura, tipo de red, distancia de remolque, distancia de remolcada. Volumen de agua filtrada, velocidad de barco. Se deberá registrar las condiciones meteorológicas (Anexo N° 02).

## Toma de muestras

Se siguió el método propuesto por Expósito et al., (2021) Las tomas de muestras se realizaron de tres tipos de muestreos en cada playa, se tomaron muestras en la zona intermareal que se obtuvo las muestras de sedimento representativo, en la zona supralitoral donde se obtuvo muestra de arena significativa; y en la delimitación de transecto entre el mar y la playa, el cual nos resulta la muestra de agua de mar superficial representativa de cada playa arenosa.

Tabla 7. Tipos de muestras.

Sedimento	Arena	Agua de mar superficial
 <p>Fuente: bioserviceclab, 2017</p>	 <p>Fuente: CIMAR, UCR, 2019</p>	 <p>Fuente: Microtrofic, 2017</p>

Fuente: Elaboración propia.

**Sedimento marino:** Se siguieron el método propuesto por Exposito et al., 2021; De La Torre et al., 2020; Da Silva et al., 2022, se recolectaron tres muestras de sedimentos (SCON, SFER y SMAR). Se utilizó un bote para ubicarse en la zona intermareal en las coordenadas según punto de muestreo al inicio o final del transecto delimitado para cada playa, con ayuda de la draga (tiene capacidad de 0.025 m<sup>2</sup>), se lanzará al fondo del mar con el objetivo de capturar sedimento y ser almacenados en recipiente de vidrio.

**Arena:** Se ejecutó según el método propuesto por Mohan et al., 2022; Yabanli et al., 2019; Exposito et al., 2021; De La Torre et al., 2020, se delimitaron 15 puntos de muestreo, de las cuales cada 5 puntos se tomarán en tres playas diferentes (PCON1 a PCON5) en la zona supralitoral (ubicación de alta actividad antropogénica) en cada playa en el orden de norte a sur, con las coordenadas de ubicación. Un marco de madera de 50 x 50 cm que se usaron

para delimitar el área a muestrear en cada punto y con ayuda de pala se extrae las muestras a una profundidad no mayor de 5 cm.

**Agua superficial del mar:** Se procedió según el método señalado por De La Torre et al., 2020; Da Silva et al., 2022; Al et al., 2021, se delimitó un transecto por cada playa arenosa del litoral costero de Lima norte (Ancón), con una lancha de 1.5 a 2 nudos de velocidad y con el uso de la red de Neuston 80  $\mu\text{m}$  de malla, boca de 24 cm de diámetro 1 m de largo; los transectos se distancian de la línea de costa entre 500 y 924 m a los puntos de muestreo de la playa de arena, se tomaron las muestras, depositados en un frasco de vidrio de boca ancha.

### **Análisis químico y físico de microplásticos**

#### **Tratamiento de muestras**

Respecto a la metodología de análisis de microplásticos, actualmente no se ha estandarizado protocolos por el contrario notables esfuerzos por la comunidad científica (Mohan et al., 2022; Yabanli et al., 2019; Exposito et al., 2021; De La Torre et al., 2020; Da Silva et al., 2022; Al et al., 2021; Dodson et al., 2020; Thepwilai et al., 2021). En la presente investigación, se aplicaron técnicas prácticas y rápidas para la extracción de microplásticos, acondicionando los procesos y parámetros a desarrollar según el tipo de muestra a analizar:

**Agua de mar superficial:** Se siguieron el método propuesto por Expósito et al., 2021; Al et al., 2021, Las muestras de agua de mar fueron conservadas en el copo de la red para luego ser enjuagadas rigurosamente que posteriormente se colocaron en un recipiente de muestra, se mantuvieron en estado de enfriamiento y en un recipiente oscuro hasta su siguiente evaluación. Las muestras se tamizaron por medio de una hilera de tamices (6, 4, 2 y 1.70 mm; 500  $\mu\text{m}$ , 355  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$  y 63  $\mu\text{m}$ ). Los fragmentos plásticos y filamentos de mayor tamaño fueron colocadas en placas Petri y los restos se filtraron en un filtro de teflón. El material que se retuvo en los tamices de residuos de 500, 355, 250, 125 y 63  $\mu\text{m}$  se filtrará sobre el teflón.

**Arena y sedimento:** Se seguirá el método propuesto por Bridsona et al., 2020; Expósito et al., 2021; Dodson et al., 2020; Mohan et al., 2022, Las submuestras de arena y sedimentos fueron pesadas con ayuda de la ficha técnica de pesaje Anexo N° 02 y luego homogenizadas en un recipiente de metal, que posteriormente se extrajo una muestra representativa de 100 gramos almacenadas en bandejas de aluminio (ver Anexo 2), para luego ser deshidratadas a 40 °C durante 48 horas, se pesaron después de la deshidratación cada muestra representativa y solo se utilizó 50 gramos para arena y sedimento. Se procedió a tamizar las muestras una vez secas con los tamices (6, 4, 2 y 1.70 mm; 500 µm, 355 µm, 250 µm, 125 µm y 63 µm). Los gránulos menos de 500 µm se colocarán en contenedores de placas petri para su posterior análisis.

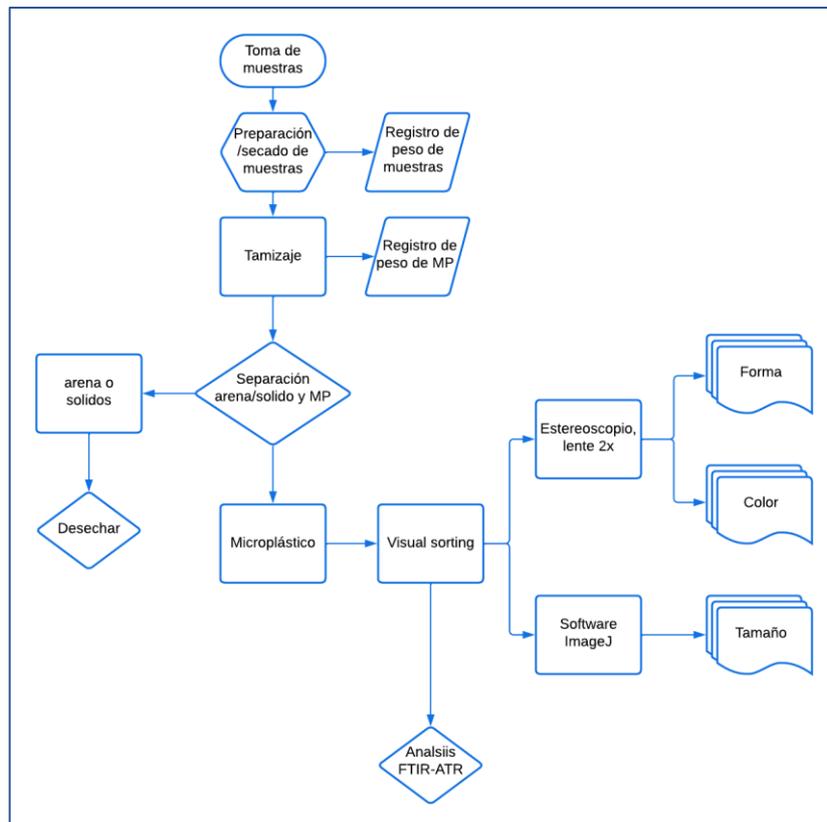


Figura 7. Diagrama de flujo del procedimiento de muestreo y análisis de MP en los tres tipos de muestras.

Fuente: elaboración propia.

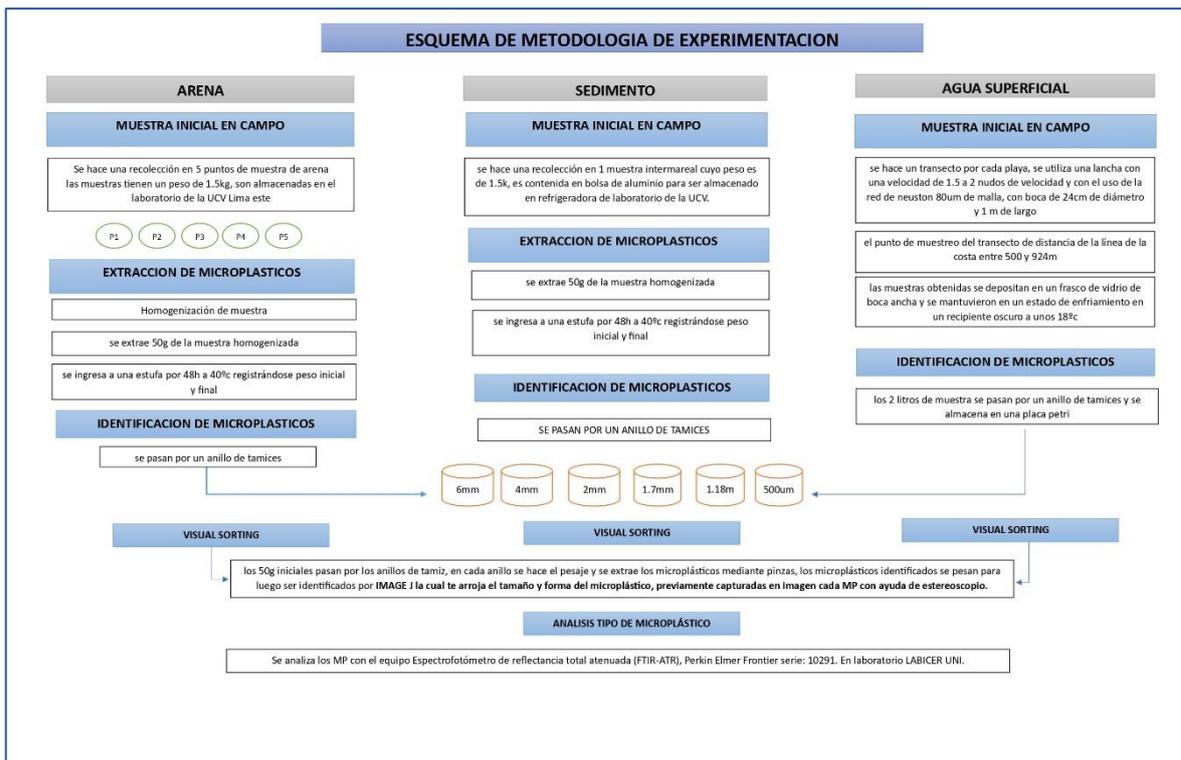


Figura 8. Esquema de metodología de experimentación.  
Fuente: Elaboración propia.

### Separación por densidad de microplásticos

Se siguió el método propuesto por Expósito et al., 2021, Thepwilai et al., 2021; Masura et al., 2015; Maynard et al., 2021, Los microplásticos en las muestras de arena de la playa y sedimentos se colocaron en un vaso de precipitado de vidrio de 1L una solución salina ( $\rho = 1.2 \text{ g.cm}^{-3} \text{ NaCl}$ ) cada 0.5Kg de arena y se agitaron durante 2 min con una vara de vidrio y se mantuvo en reposo durante el tiempo de dos horas, los microplásticos flotantes se procedieron a separar de forma directa y distribuir en placas Petri etiquetadas. Luego se cambiaron la solución a cloruro de zinc ( $\rho = 1.6 \text{ g.cm}^{-3}$ ), se homogenizaron y posteriormente se dejó reposar durante cinco horas.

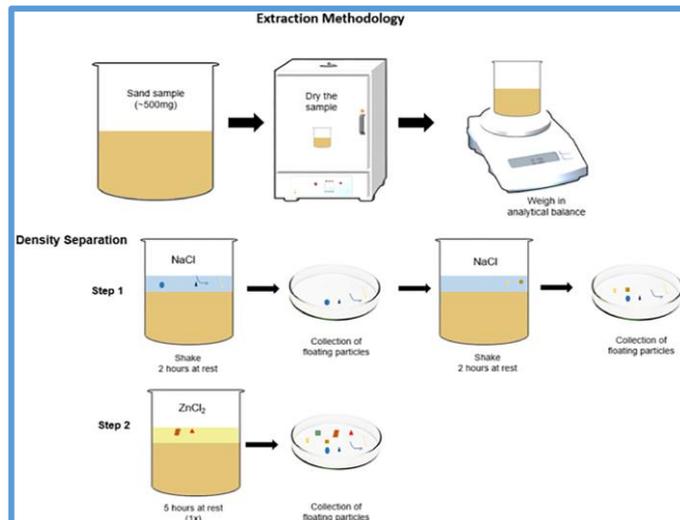


Figura 9. Separación por densidad del microplástico.  
Fuente: Maynard et al., 2021

### Caracterización de microplásticos

Se siguió el método propuesto por Expósito et al., 2021; De La Torre et al., 2020; Da Silva et al., 2022, se empleó el uso de la técnica de microscopía, la cual permitió la determinación al microplástico físicamente en estructura y dimensión de la partícula microplástica, donde una vez colocada la muestra en un portaobjetos, se ilumina y mediante lentes y sistema de enfoque, los microplásticos se visualizaron y se logró observar características como su forma, color y estructura superficial.

Se procedió el método propuesto por Mohan et al., 2022; Yabanli et al., 2019; De La Torre et al., 2020; Expósito et al., 2021, es una actividad complicada caracterizar microplásticos en su forma, tamaño y tipos de polímeros con un solo método o técnica de matrices ambientales confiables. Se utilizaron dos métodos analíticos: caracterización física (microscopía) y química (espectroscopía) de microplástico. Por ello se utilizó en esta investigación microscopio estereoscópico y FTIR.

**Microscopio estereoscópico:** se utilizó el método propuesto por Expósito et al., 2021, Thepwilai et al., 2021; De La Torre et al., 2020, para muestra de agua de mar, las partículas y fibras mayores a 0.5 mm que no contengan materia orgánica se caracterizaron con el microscopio estereoscópico.

Mediante el método propuesto por Expósito et al., 2021, Thepwilai et al., 2021; De La Torre et al., 2020, para las muestras de arena y sedimento se analizaron en laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina, las partículas mayores a 0.5 mm serán analizadas en un procedimiento de clasificación visual: cuantificación y descripción morfológica mediante observación estereomicroscópica de 8 a 62 aumentos.

**Análisis FTIR:** se usó el método propuesto por Exposito et al., 2021; De La Torre et al., 2020; Da Silva et al., 2022; Al et al., 2021; Dodson et al., 2020, la muestra fue analizada en el laboratorio LABICER de la Universidad Nacional Ingeniería. Se preparó adecuadamente para esta técnica, se empleó la filtración para aislar los microplásticos de la muestra matriz, eliminando impurezas y contaminantes. Posteriormente se utilizaron materiales de referencia con espectros FTIR conocidos de diferentes tipos de plásticos. Estos materiales se utilizaron como una base de comparación para los espectros obtenidos de los microplásticos desconocidos. La muestra se coloca en un soporte transparente de bromuro de potasio, se aplica un haz de radiación infrarroja a la muestra y se registra la respuesta de absorción de energía en función de la longitud de onda.

### **Análisis de datos**

Los resultados obtenidos de todo el proceso de caracterización de los microplásticos, se compararán entre las tres playas arenosas seleccionadas, a fin de obtener un registro e identificar su distribución entre las mismas, para el empleo de toma de decisiones adecuadas respecto a los microplásticos.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Se emplearon los métodos básicos de muestreo y clasificación visual, los cuales consistieron en recolectar muestras de las tres playas arenosas de Lima, Perú. Estas muestras fueron examinadas visualmente para detectar microplásticos. Siendo estos clasificados por su tamaño, forma y color para su cuantificación y dispersión en las playas señaladas.

Adicionalmente, se usaron las técnicas de microscopio estereoscópico y espectroscopia infrarroja transformada de Fourier (FTIR), cuyo análisis

permitió determinar los distintos tipos de microplásticos presentes en una muestra. Mediante esta técnica, fue posible determinar la composición de los microplásticos hallados en estas playas.

### **3.7. Aspectos éticos**

El estudio se centra en la recopilación de datos in situ, sin ser modificados. Estrictamente basado en la canalización de resultados científicos y que los análisis sean verídicos y confiables.

La investigación se realizó considerando los estatutos establecidos por el consejo universitario N°0216/2017-UCV en el cual resaltan los objetivos de ética, respetándose la propiedad intelectual, siendo referenciados y apropiadamente citados.

Siguiendo los criterios nacionales y sabiendo que el plagio es considerado un delito, se realiza la correcta citación de las fuentes de consulta de acuerdo con los requerimientos de la Universidad César Vallejo. Esto se realiza siguiendo rigurosamente las directrices establecidas en la norma ISO 690. Para asegurar la autenticidad y originalidad de la investigación, se utiliza el programa TURNITIN, es un software calibrado en la evaluación de trabajos de investigación. Este software permite determinar similitud en porcentaje con otros estudios publicados, garantizando así los pilares éticos de la autenticidad y originalidad en la investigación científica y asegurando la privación de duplicidad.

## IV. RESULTADOS

### Cuantificación de microplástico

Se realizó según tipo de muestra: arena en la zona supralitoral, sedimento y agua superficial en la zona intermareal. En la Tabla 8 se evidencia las cantidades de arena y MP encontrados en las muestras de arena en las playas del distrito de Ancón (Conchitas, Malecón Ferreyros y San Martín).

Tabla 8. Pesaje de muestras de las playas de arena del distrito de Ancón.

Medida de tamiz	MUESTRAS DE ARENA PLAYAS DEL DISTRITO DE ANCÓN														
	PCON					PFER					PMAR				
	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con arena	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con arena	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz C/muestra	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran
6mm	467.46	467.46	0	0	0.00%	467.46	467.4735	0.0135	0.05	0.03%	467.46	467.46	0	0	0.00%
4mm	452.34	452.34	0	0	0.00%	452.34	452.361	0.021	0	0.04%	452.34	452.34	0	0	0.00%
2mm	445.89	446.07	0.18	0.0012	0.36%	445.89	445.955	0.065	0.021	0.13%	445.89	446.8	0.91	0.0456	1.99%
1.7mm	427.93	427.98	0.05	0.0089	0.10%	427.93	427.9571	0.0271	0.0654	0.05%	427.93	428.93	1	0.0188	2.17%
1.18mm	413.62	413.64	0.02	0.0042	0.04%	413.62	413.69	0.07	0.0414	0.14%	413.62	413.93	0.3	0.0149	0.65%
500µm	359.97	365.72	5.75	0.0191	11.59%	359.97	361.34	1.37	0.0178	2.74%	359.97	360.12	0.15	0.0058	0.33%
355µm	361.57	371.04	9.47	0	19.09%	361.57	363.75	2.18	0	4.37%	361.57	361.83	0.26	0	0.56%
250µm	362.53	376.89	14.36	0	28.94%	362.53	369.84	7.31	0	14.64%	362.53	365.21	2.68	0	5.81%
125µm	340.87	360.66	19.79	0	39.88%	340.87	377.57	36.7	0	73.52%	340.87	377.18	36.31	0	78.70%
63µm	314.3	314.3	0	0	0.00%	314.3	316.46	2.16	0	4.33%	314.3	318.83	4.53	0	9.82%
<b>TOTAL SIN TAMIZ (g)</b>			49.62					49.9166					46.14		
<b>PESO TOTAL MP grande (g)</b>				0.0143					0.1778					0.0793	
<b>PESO TOTAL MP pequeño (g)</b>				0.0191					0.0178					0.0058	
<b>% Microplástico grande</b>					0.50%					0.39%					4.80%
<b>% Microplástico pequeño</b>					99.50%					99.61%					95.21%

Fuente: Elaboración propia.

### Presencia de sedimento en cada medida de tamiz

En la muestra de PCON (Figura 10), la identifica que la mayor presencia de arena es en el tamiz de 125 $\mu$ m con 19.79 gramos, seguida de tamiz de 250  $\mu$ m con 14.36 gramos; tamiz 355 $\mu$ m con 9.47 gramos y tamiz 500 $\mu$ m con 5.75 gramos, y con menor cantidad tamices de 1.7mm y 2mm con 0.05; 0.18 gramos, siendo nula la presencia en tamices 6, 4 y 63 $\mu$ m.

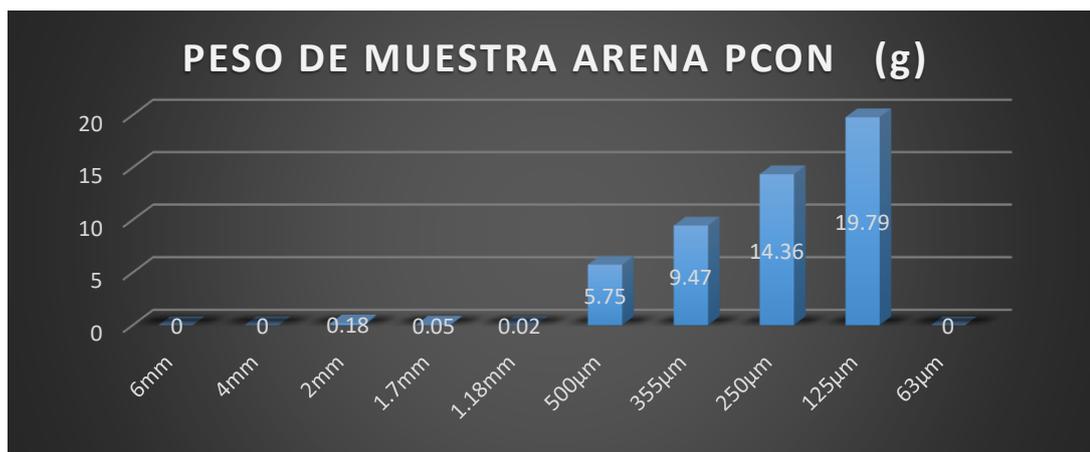


Figura 10. Muestra arena PCON - Peso de arena (g).  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de arena PFER (Figura 11), se observa que la mayor presencia de microplásticos en los tamices de 125, 250, 355, 63 y 500 $\mu$ m con 36.7, 7.31, 2.18, 2.16 y 1.37 gramos; los tamices con menor presencia de arena 6, 4, 1.7 y 2mm con 0.0135, 0.021, 0.0271 y 0.065 gramos.

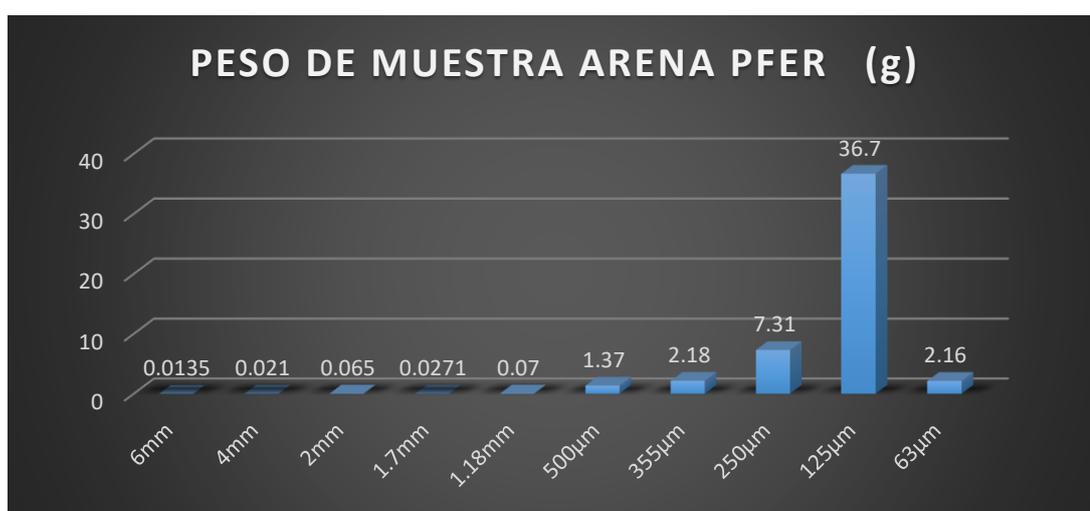


Figura 11. Muestra arena PFER - Peso (g).  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de arena PMAR (figura 12) el peso de arena en los tamices de mayor cantidad es d las siguientes medidas: 125mm, 63µm, 250µm y 1.7mm con 36.31, 4.53, 2.68 y 1 gramos, como las de menor cantidad los tamices de 500µm, 355µm y 2mm con 0.15, 0.26 y 0.91 gramos. Finalmente, con nula presencia de los tamices de medida de 4 y 6mm.

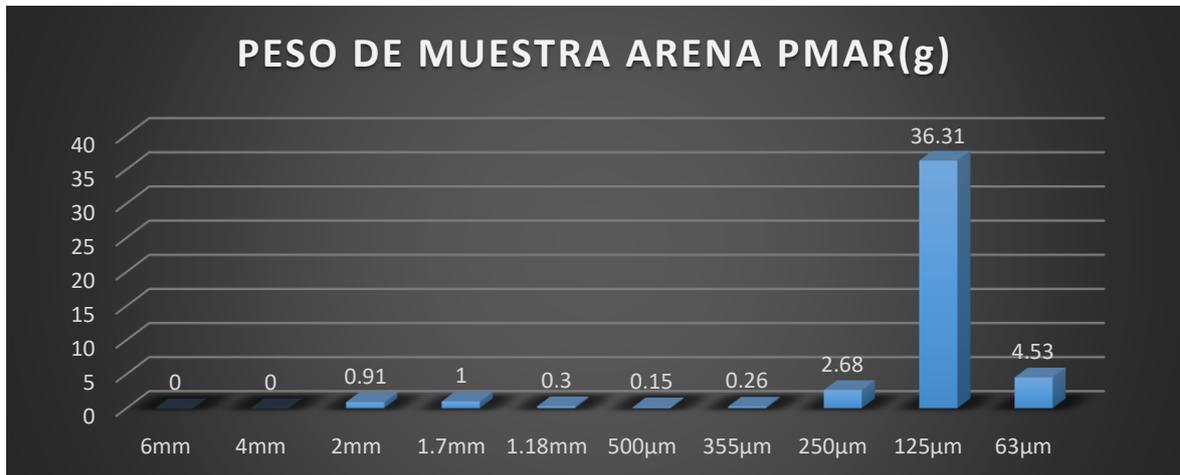


Figura 12. Muestra arena PMAR Peso (g).  
Fuente: Elaboración propia.

### Porcentaje de granulometría de las muestras de arena

Se evidencia que mayor presencia de microplásticos pequeños menores a 1mm son en las tres muestras de arena con más de 90% de presencia, solo se observa que en muestra PMAR cantidad de porcentaje de MP grande mayor a 1mm es con 4.17%.

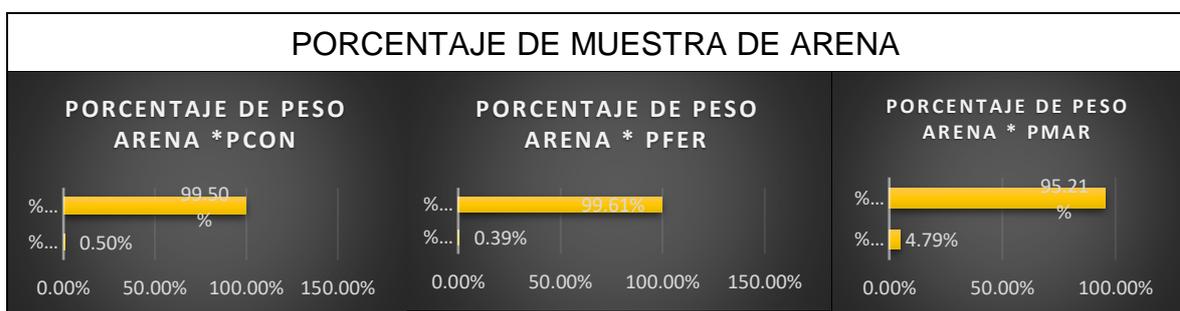


Figura 13. Porcentaje granulometría de arena.  
Fuente: Elaboración propia.

## Pesaje de MP en las muestras de arena

Peso de microplásticos de la muestra de arena en la zona supralitoral, se identifica que la playa Conchitas tiene mayor presencia de MP en los tamices de 6 mm con 0.05 gramos; 2 mm con 0.021 gramos; 1.7 mm con 0.0654 gramos y 500  $\mu\text{m}$  con 0.0622 gramos de MPs.

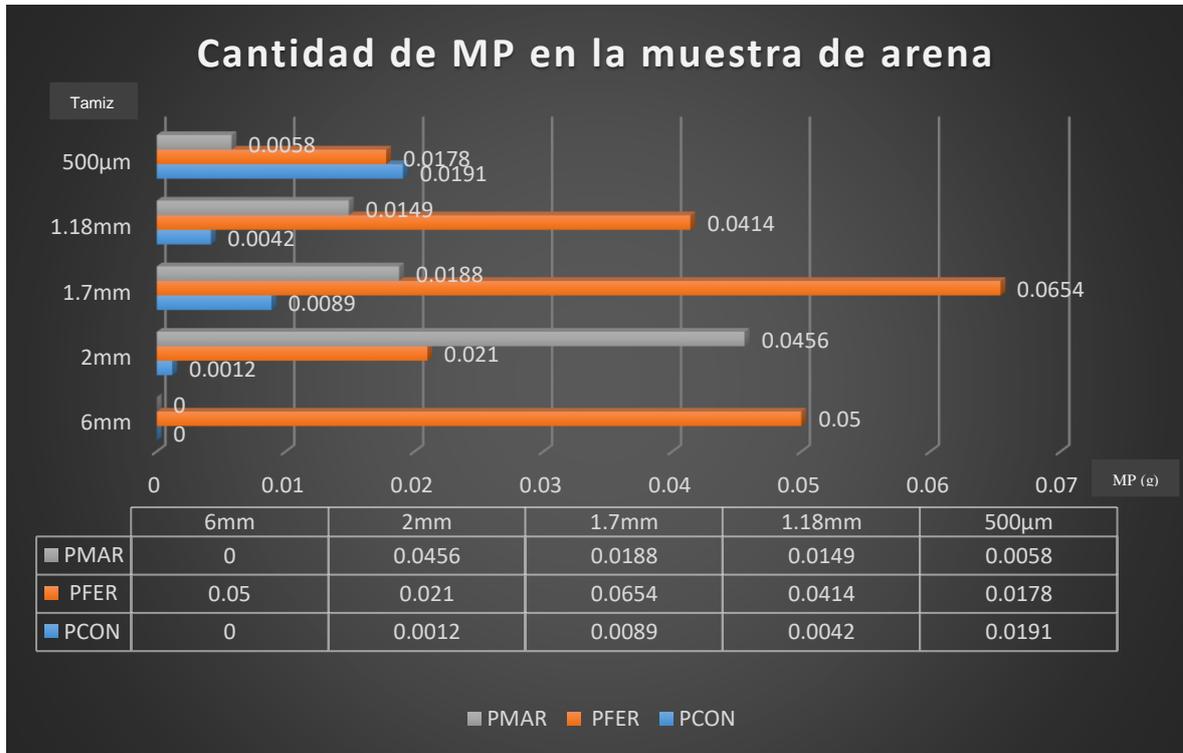


Figura 14. Cantidad de MP en muestra de arena.  
Fuente: Elaboración propia.

## Cuantificación de Microplásticos de muestras de sedimento

En la Tabla 9, se presenta las cantidades de sedimento y MP identificados en laboratorio

Tabla 9. Pesaje de muestras de sedimento de las playas del distrito de Ancón.

MUESTRAS DE SEDIMENTO DE LAS PLAYAS DEL DISTRITO DE ANCÓN																
Medida de tamiz	SCON					SFER					SMAR					
	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con arena	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con arena	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con arena	Peso Arena (g)	Peso Neto MP (g)	%Gran	
2mm	445.89	448.05	2.16	2.1807	4.91%	445.89	445.89	0	0	0.00%	445.89	445.89	0	0	0.00%	
1.7mm	427.93	428.83	0.9	0.0116	2.04%	427.93	427.98	0.05	0.0017	0.11%	427.93	428.32	0.39	0	0.79%	
1.18mm	413.62	413.6587	0.03	0.0087	0.07%	413.62	413.68	0.06	0	0.14%	413.62	413.66	0.04	0	0.08%	
500µm	359.97	373.18	13.21	0.002	30.01%	359.97	370.03	10.06	0.0056	22.93%	359.97	363.81	3.84	0	7.79%	
355µm	361.57	364.64	3.07	0	6.97%	361.57	365.25	3.68	0	8.39%	361.57	363.36	1.79	0	3.63%	
250µm	362.53	369.03	6.5	0	14.77%	362.53	367.12	4.59	0	10.46%	362.53	362.53	0	0	0.00%	
125µm	340.87	359.02	18.15	0	41.23%	340.87	362.74	21.87	0	49.84%	340.87	384.08	43.21	0	87.70%	
63µm	314.3	314.3	0	0	0.00%	314.3	317.87	3.57	0	8.14%	314.3	314.3	0	0	0.00%	
<b>TOTAL SIN TAMIZ (g)</b>			44.02					43.88					49.27			
<b>PESO TOTAL MP grande (g)</b>				2.201					0.0017					0		
<b>PESO TOTAL MICROPLÁSTICO pequeño (g)</b>				0.002					0.0056					0		
<b>% Microplástico grande</b>					0.070					0.003					0.009	
<b>% Microplástico pequeño</b>					0.930					0.997					0.991	

Fuente: Elaboración propia.

### Presencia de sedimento en cada medida de tamiz

En la muestra de sedimento SCON (Figura 15) se registra que las medidas de tamices 125, 500, 250, 355 $\mu$ m y 2mm; el tamiz 1.7mm tiene menor cantidad de arena con 0.9gramos, nula presencia de arena es en los tamices de 6, 4mm, 63 y 53 $\mu$ m.

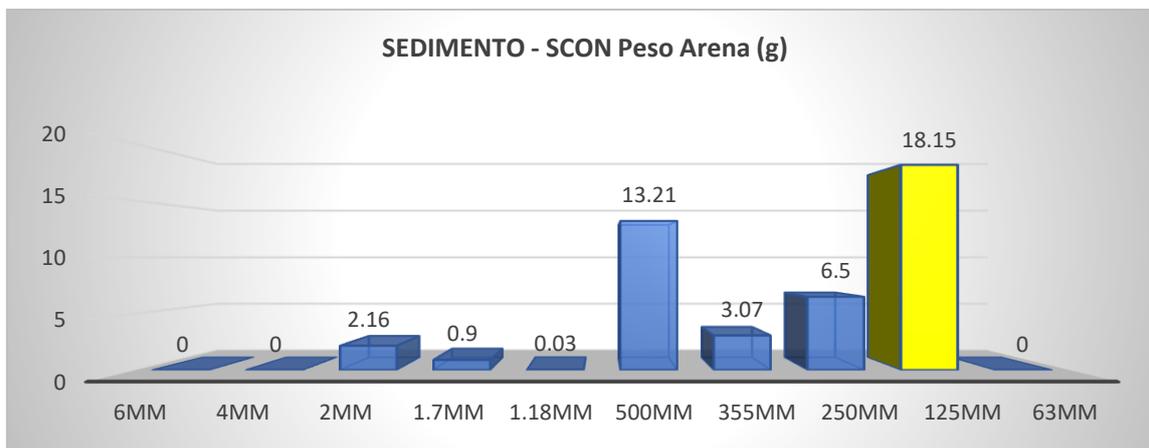


Figura 15. Sedimento SCON peso arena (g).  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de SFER (Figura 16), se identifica en los tamices con mayor presencia de arena las medidas de 125, 500, 250, 355 y 63 $\mu$ m con 21.87, 10.06, 4.59, 3.68 y 3.57 $\mu$ m; también se registra con menor presencia de arena en tamiz de 1.7mm con 0.05 gramos. Siendo nula la presencia de arena en los tamices de porosidad 6, 4, 2mm y 53 $\mu$ m.

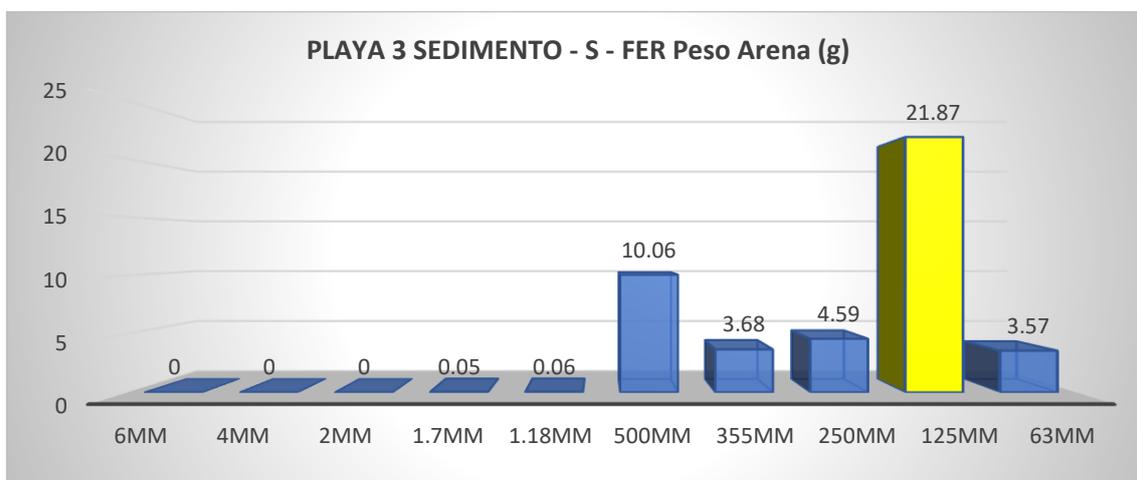


Figura 16. Sedimento SFER peso arena (g).  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de sedimento de SMAR el peso de arena con mayor presencia en los tamices de las medidas 125, 500 y 355 $\mu$ m con 43.21, 3.84 y 1.79gramos; el tamiz con menor presencia de arena es de la medida de 1.7mm con 0.39gramos. Se evidencia nula presencia de los tamices 6,4, 2mm; 63 y 53 $\mu$ m.

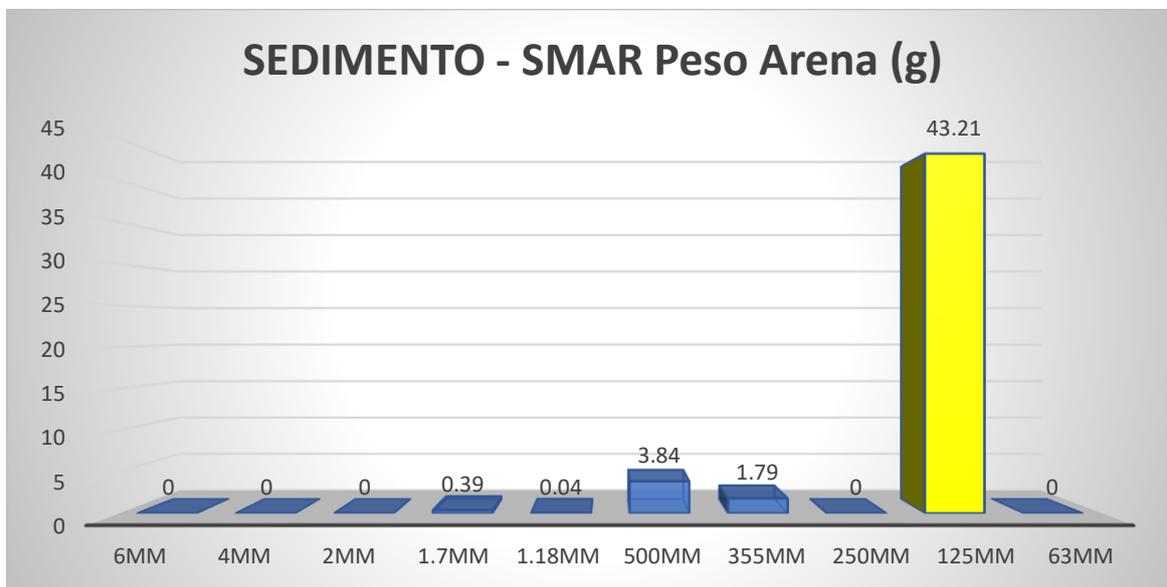


Figura 17. Sedimento SMAR Peso Arena (g).  
Fuente: Elaboración propia.

### Porcentaje de granulometría de las muestras de sedimento

Se infiere por los resultados obtenidos que las tres muestras de sedimento el porcentaje de MP pequeños tienen mayor presencia con más de 90% y solo en muestra SCON tiene porcentaje de 6.96.

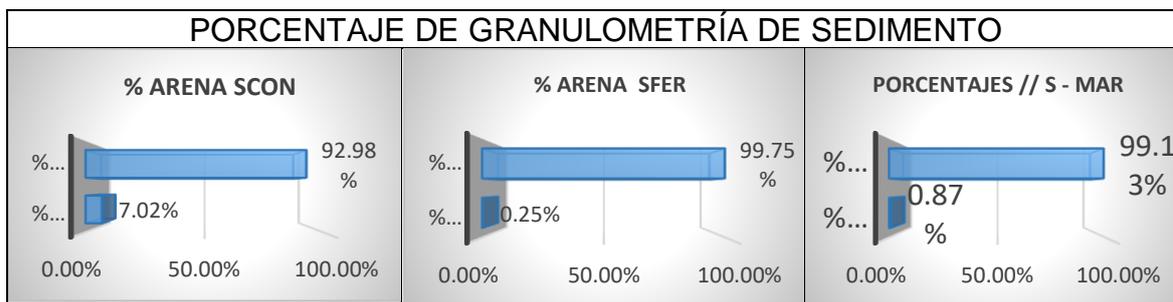


Figura 18. Porcentaje de granulometría de sedimento.  
Fuente: Elaboración propia.

### Cuantificación de microplásticos en muestras de sedimento de las playas del distrito de Ancón.

En las muestras de sedimento se infiere mayor presencia de MP grandes tamiz 2 mm es la playa Conchitas con 2.18 gramos; en tamiz 1.7 mm tiene presencia de 0.0017 gramos de MP en playa Malecón Ferreyros y 0.0116 gramos en playa conchitas; tamiz de 1.18 mm solo se hayo presencia de MP en playa Conchitas con 0.0087 gramos y tamiz de 500µm resulto 0.0056 gramos en playa Malecón Ferreyros y 0.002 gramos de MP en playa Conchitas, finalmente playa San Martin no se identificó presencia de MP.



Figura 19. Cantidad de MP en muestra de sedimento.  
Fuente: Elaboración propia.

### Cuantificación de MP de las muestras de agua de mar de las playas de Ancón

En la Tabla 10 se evidencia las cantidades de microplásticos identificados y cuantificados según el tamaño de tamiz (2; 1.18; 500 um y 355 um) de las muestras de agua de mar superficial de la zona intermareal de las playas: Conchitas (TCON), Malecón Ferreyros (TFER) y San Martin (TMAR) ubicadas en el distrito de Ancón.

Tabla 10 Cantidad de MP en las muestras de agua superficial de las playas de Ancón.

MUESTRAS DE SEDIMENTO DE LAS PLAYAS DEL DISTRITO DE ANCÓN									
Medida de tamiz	TCON			TFER			TMAR		
	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con MP	Peso Neto MP (g)	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con MP	Peso Neto MP (g)	Peso Tamiz (g)	Peso Tamiz con MP	Peso Neto MP (g)
2mm	0	0	0	0	0	0	445.89	445.9041	0.0141
1.18mm	427.93	427.933	0.003	0	0	0	427.93	427.9356	0.0056
500µm	359.97	359.9744	0.0044	359.97	359.9713	0.0013	359.97	359.9879	0.0179
355µm	361.57	361.5705	0.0005	361.57	361.5701	0.0001	0	0	0
PESO TOTAL MP grande (g)			0.003			0			0.0197
PESO TOTAL MICROPLÁSTICO pequeño (g)			0.0049			0.0014			0.0179

Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en la Figura 20 la presencia de microplásticos en las playas San Martín y Conchitas en la mayoría de los tamices usados para las muestras de agua de mar. También se infiere que la mayor cantidad de microplásticos está concentrado en el tamiz de 500 µm.

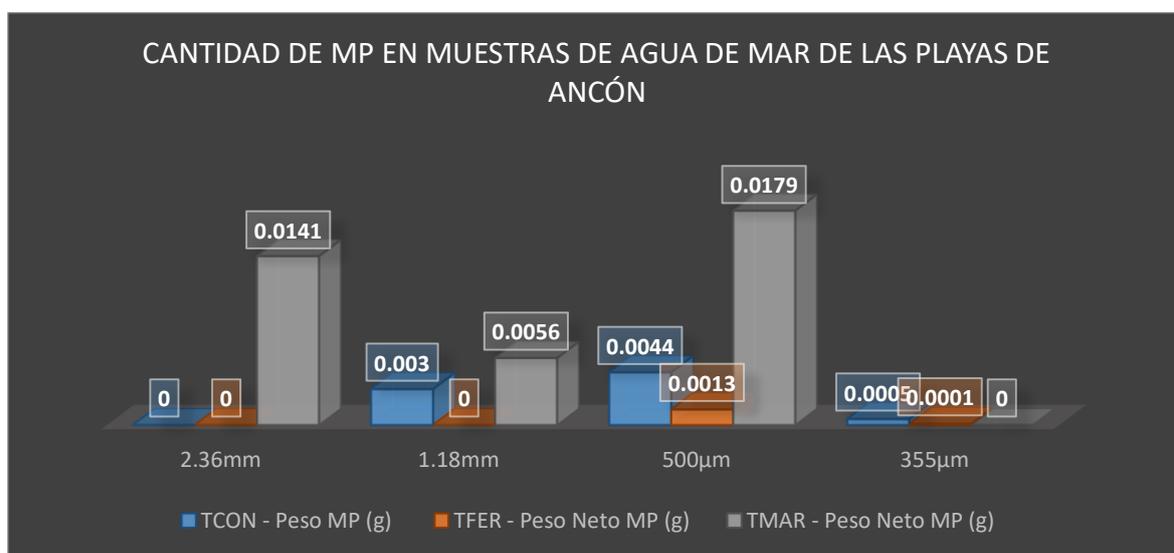


Figura 20 Cantidad de MP en muestras de agua de mar de las playas de Ancón.  
Fuente: Elaboración propia.

## Caracterización de color, forma y tamaño de los MP en las muestras de arena, sedimento y agua superficial.

En esta etapa de caracterización se desglosa según el tipo de muestra (arena, sedimento y agua de mar superficial), de las playas arenosas del distrito de Ancón en función de tamaño, color y forma que se podrá evidenciar en Anexo 7.

Tabla 11. Tamaño de longitud de los MP en las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

MUESTRA ANALIZADA	TAMAÑO DE LONGITUD (mm)										
	0.000-1.000	1.000-2.000	2.000-3.000	3.000-4.000	4.000-5.000	5.000-6.000	6.000-7.000	7.000-8.000	8.000-9.000	9.000-10.000	10.000-11.000
PCON	0	20	15	6	1	4	1	0	0	0	0
PFER	0	18	21	10	2	5	2	0	0	1	0
PMAR	0	10	10	3	1	1	0	1	0	0	0
SCON	0	2	7	1	0	0	1	0	0	0	0
SFER	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
TCON	5	14	3	2	2	2	0	0	0	0	0
TFER	3	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
TMAR	5	40	19	2	2	0	3	3	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 21 se detalla que la mayor cantidad de MP en longitud es en la medida de 1 a 4 mm.

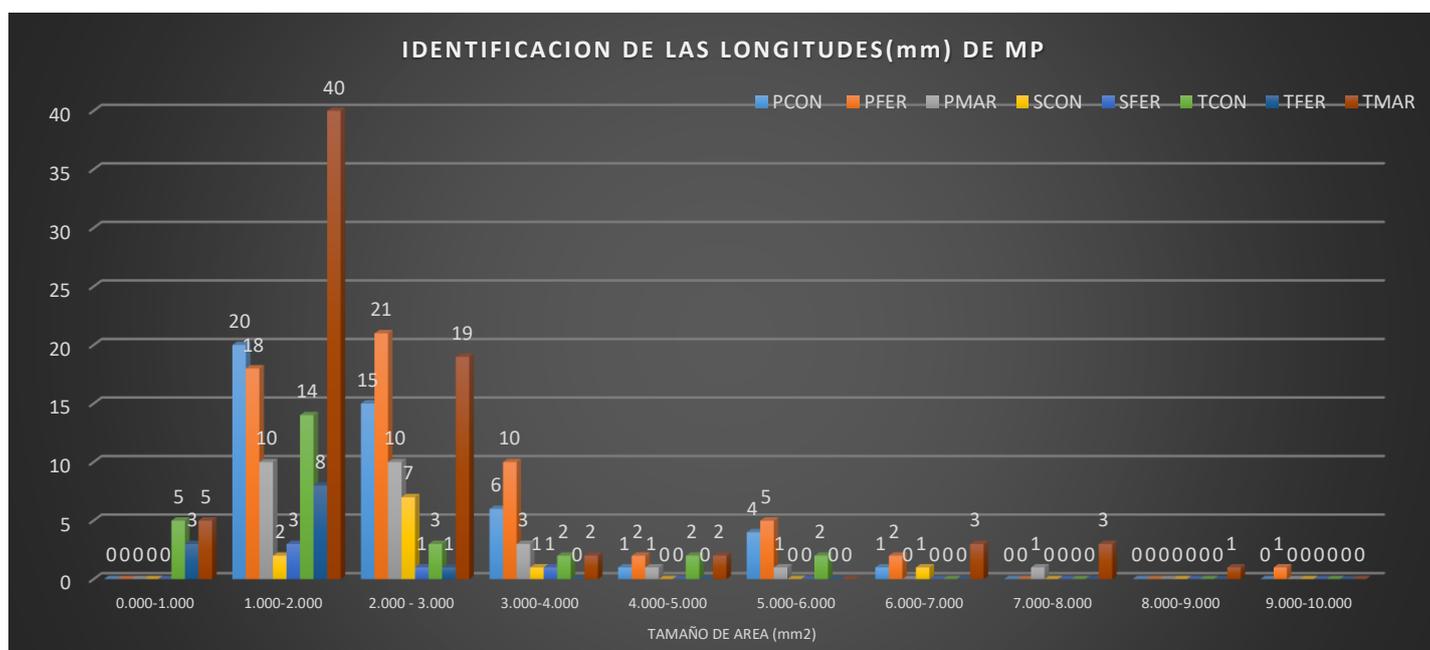


Figura 21. Longitudes (mm) de los MP en las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial. Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 12 se registra las cantidades de microplásticos que tienen las áreas en mm<sup>2</sup> según intervalo de medida de las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial de las playas del distrito de Ancón, que están registrados en Anexos 7.

Tabla 12. Medida de área de los MP de las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

MUESTRA ANALIZADA	TAMAÑO DE AREA (mm <sup>2</sup> )																
	0.001 - 0.400	0.400 - 1.000	1.001 - 1.500	1.501 - 2.000	2.001 - 2.500	2.501 - 3.000	3.001 - 3.500	3.501 - 4.000	4.001 - 4.500	4.501 - 5.000	5.001 - 5.500	5.500 - 6.000	6.000 - 6.500	6.500 - 7.000	7.000 - 7.500	7.500 - 8.000	8.000 - 11.000
PCON	0	15	6	10	6	4	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
PFER	1	5	9	9	5	6	3	2	4	0	3	0	1	2	2	0	3
PMAR	0	1	3	4	4	5	1	1	3	0	1	0	1	1	0	0	
SCON	0	0	3	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	
SFER	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
TCON	5	12	4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	
TFER	5	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TMAR	6	27	17	6	1	3	3	1	1	0	0	1	0	1	1	0	

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 21 se evidencia las áreas de intervalo de 1 a 1.5 mm<sup>2</sup> de área con presencia de todas las muestras.

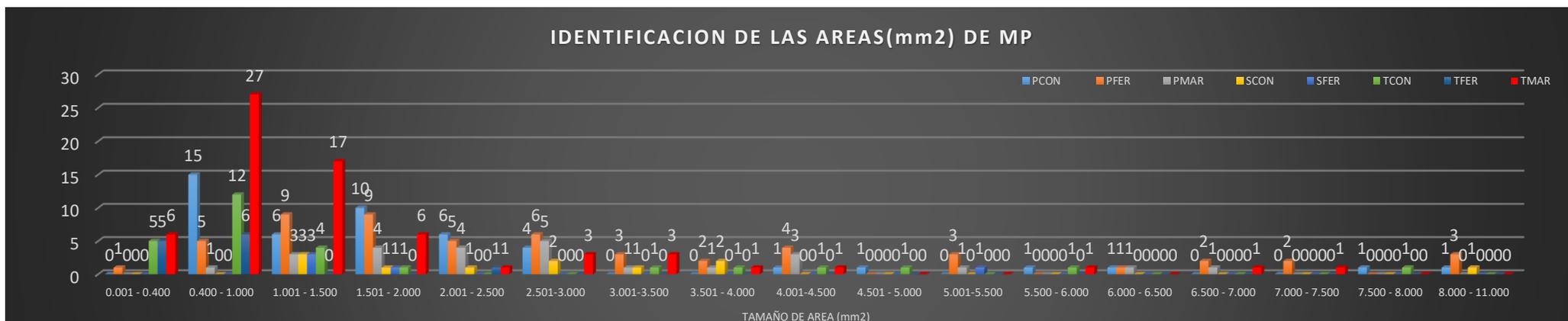


Figura 22. Identificación de áreas de mm<sup>2</sup> de las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

Fuente: elaboración propia.

## Caracterización de MP en color de las muestras de arena, sedimento y agua de mar.

Se evidencia que en las muestras de arena (Tabla 13), en la medida de tamiz 6mm no existe presencia de MP por consecuencia ningún color a identificar, por otro lado, en tamiz de 500µm se identifica gran cantidad de microplásticos.

Tabla 13. Color de microplásticos grandes y pequeño de las muestras de arena.

TIPO	ANÁLISIS DE MUESTRAS	CANTIDAD	COLORES								
			ROJO	CELESTE	AZUL	VERDE	AMARILLO	BLANCO	NEGRO	TRANSPARENTE	MORADO
ARENA	PCON	47	16	7	6	4	2	5	0	7	0
	PFER	60	6	1	10	2	7	7	6	20	1
	PMAR	27	2	2	8	5	4	4	0	2	0
SEDIMENTO	SCON	11	2	1	3	1	1	0	2	2	0
	SFER	5	2	2	0	1	0	0	0	2	0
	TCON	28	9	1	4	3	1	0	2	2	0
AGUA DE MAR	TFER	12	4	3	3	0	0	0	0	2	0
	TMAR	75	5	17	10	0	0	5	4	2	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 22 se evidencia los porcentajes de la muestra de arena PCON playa Conchitas donde se evidencia la presencia de color rojo con 34%, celeste y transparente con 15% respectivamente, azul 13%, blanco 11%, verde 8% y amarillo 4%.

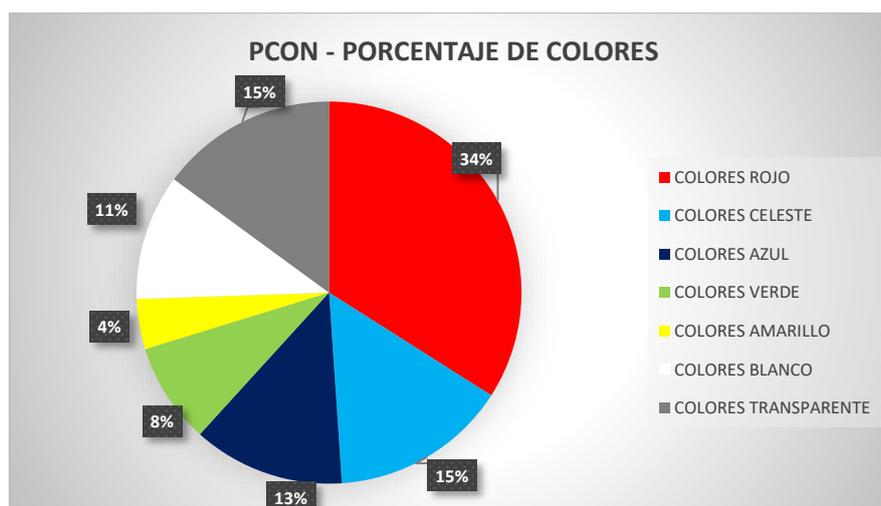


Figura 23. Porcentaje de colores de los MP de muestra arena PCON.  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de arena PFER playa Malecón Ferreyros con colores transparente 33%, azul 16%, blanco y amarillo con 12% respectivamente, rojo y negro con 10%, verde 3%, morado y celeste 2% respectivamente. Como se evidencia en la Figura 23.

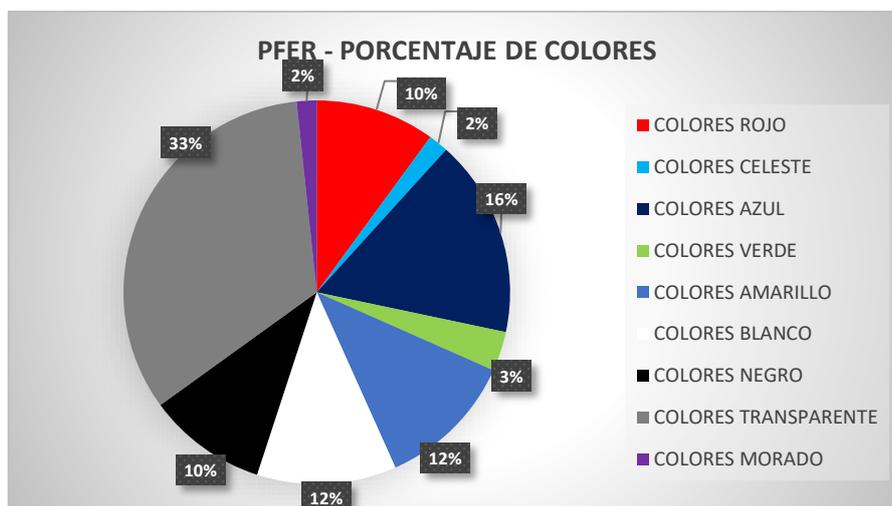


Figura 24. Porcentaje de colores de los MP de muestra arena PFER.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 24 se identifica la muestra de arena PMAR playa San Martín se evidencia los colores azules 30%, verde 19%, amarillo y blanco 15% respectivamente, así como transparente, rojo y celeste 7% respectivamente.

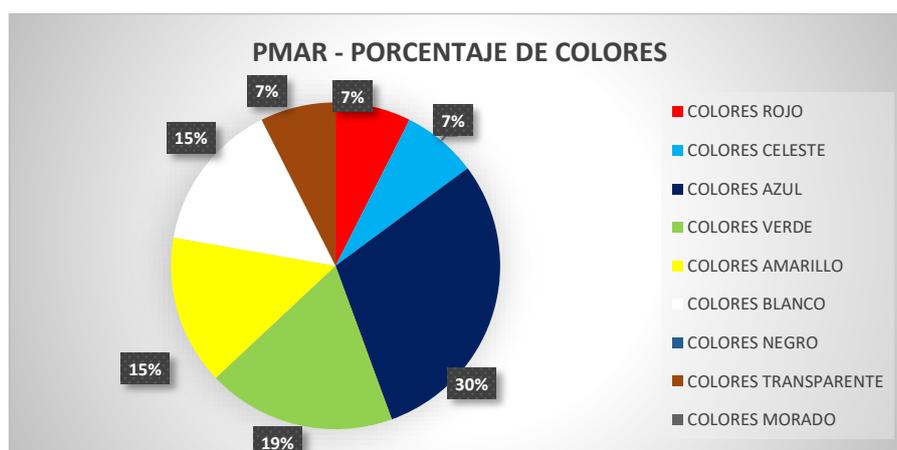


Figura 25. Porcentaje de colores de los MP de muestra arena PMAR.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 25 de la muestra sedimento SCON playa Conchitas, la presencia de colores son azul 25%, negro, transparente, rojo 17% respectivamente, como también celeste, amarillo, verde 8% respectivamente.

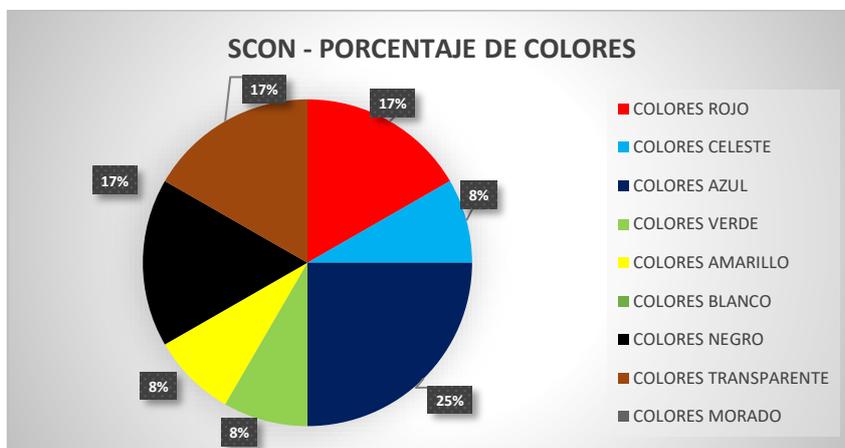


Figura 26. Porcentaje de colores de los MP de muestra sedimento SCON.  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra sedimento SFER playa Malecón Ferreyros se evidencia los colores transparente y celeste 29% respectivamente, rojo 28% y verde 14%. Como se registra en la Figura 26.

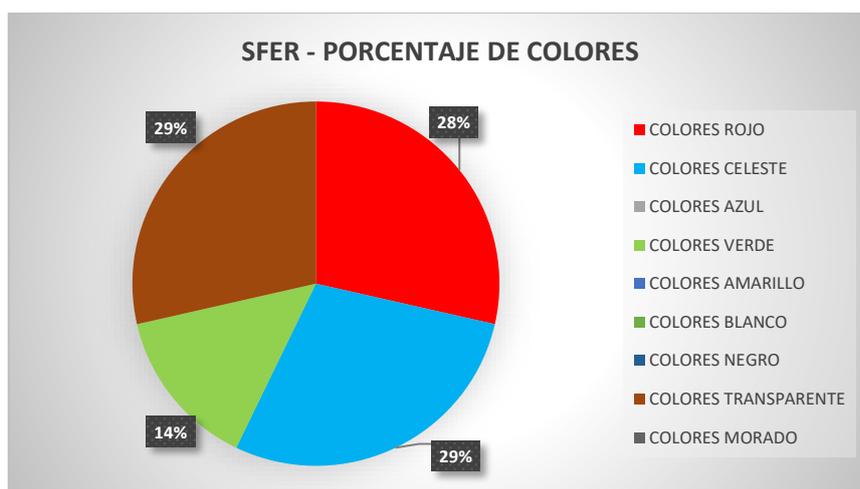


Figura 27. Porcentaje de colores de los MP de muestra sedimento SFER.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 27 la muestra de agua de mar superficial TCON playa Conchitas tiene colores: rojo 41%, azul 18%, verde 14%, negro y transparente 9% respectivamente, amarillo 5% y celeste 4%.

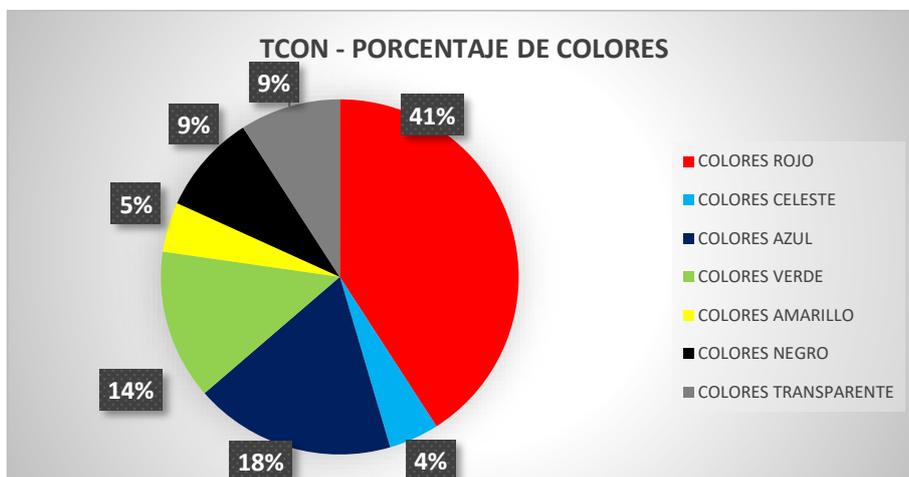


Figura 28. Porcentaje de colores de los MP de muestra agua de mar superficial TCON.

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de agua de mar superficial TFER playa Malecón Ferreyros se identifica los colores: rojo 33%, celeste y azul 25%, transparente 17%. Evidencia en la Figura 28.

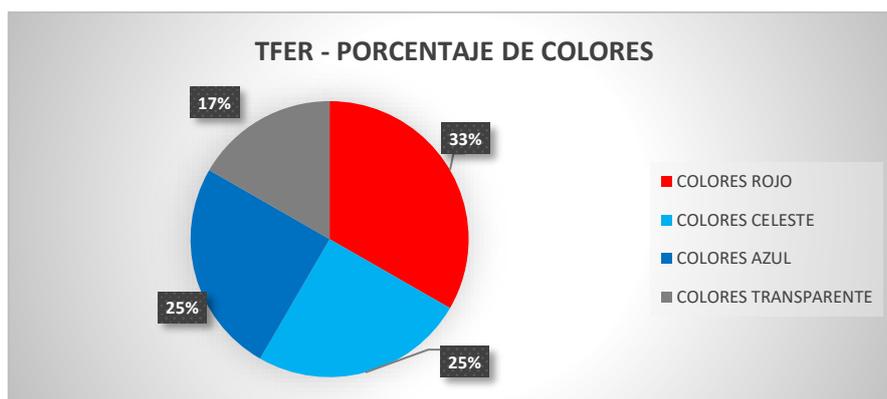


Figura 29. Porcentaje de colores de los MP de muestra agua de mar superficial TFER.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29 la muestra agua de mar superficial TMAR playa San Martin se evidencia los colores: celeste 39%, azul 23%, rojo y blanco 12%, negro 9% y transparente 5%.

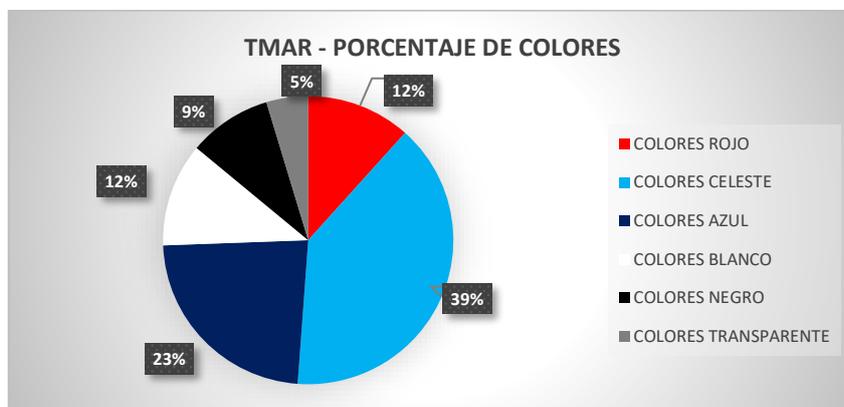


Figura 30. Porcentaje de colores de los MP de muestra agua de mar superficial TMAR.  
Fuente: Elaboración propia.

### Caracterización morfológica de los microplásticos de las muestras de arena, sedimento y agua de mar.

En la Tabla 12 se registra las cantidades de microplásticos en función a su forma de las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

Tabla 14. Análisis morfológico de las playas muestreadas

ANALISIS DE MUESTRAS	CANTIDAD	FORMA			
		FRAGMENTO	PELLET	PELICULA	LAMINA
ANALISIS DE PCON	47	35	11	0	0
ANALISIS DE PFER	60	45	14	1	0
ANALISIS DE PMAR	27	19	5	2	0
ANALISIS DE SCON	11	9	1	1	0
ANALISIS DE SFER	5	5	0	0	0
ANALISIS DE TCON	28	25	0	3	0
ANALISIS DE TFER	12	12	0	0	0
ANALISIS DE TMAR	75	67	0	0	8

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28 se detalla el porcentaje morfológico de microplásticos de la muestra arena de la playa Conchitas (PCON), donde forma de fragmento es 76% presente en la muestra y 24% de forma pellet.

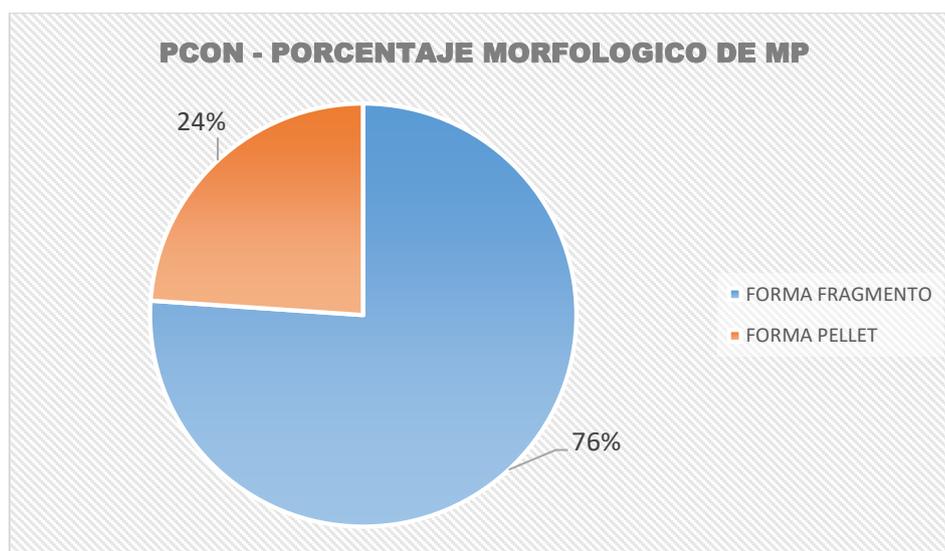


Figura 31. Porcentaje morfológico de MP de la muestra arena PCON.  
Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje morfológico de microplásticos en la muestra de arena en la playa Malecón Ferreyros (PFER) en la Figura 29, registro la formas: Fragmento con 75%, pellet 23% y película 2%. Siendo evidentemente la forma de fragmento con más presencia.

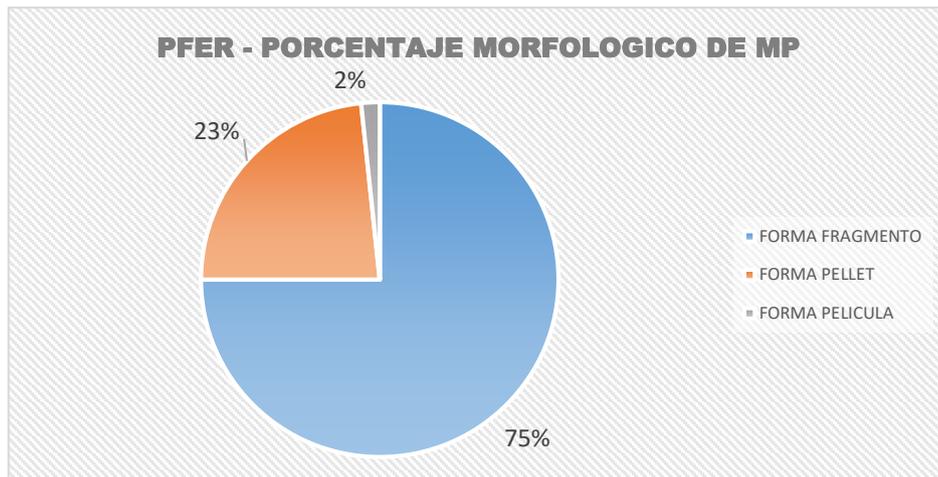


Figura 32. Porcentaje morfológico de MP de la muestra arena PFER.  
Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje morfológico de microplásticos en la muestra de arena en la playa San Martín se registró con mayor presencia fragmento 70%, seguidamente pellet con 19% y película con 7%, como se visualiza en la Figura 30.

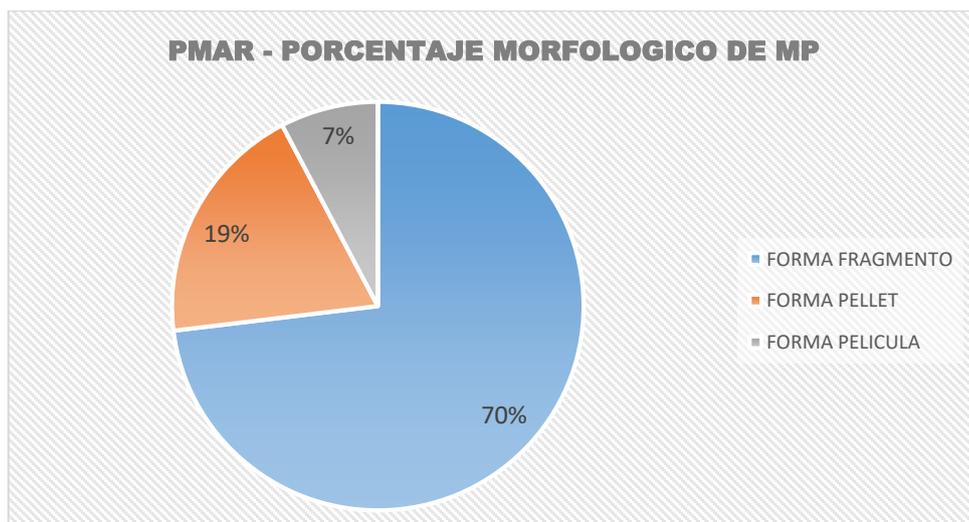


Figura 33. Porcentaje morfológico de MP de la muestra arena PMAR.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 31 se describe el porcentaje morfológico de la muestra de sedimento de la playa conchitas (SCON), en el cual la mayor cantidad de tipo de forma fragmento con 82%, seguidamente pellet y película ambos con 9% de presencia en la muestra SCON.

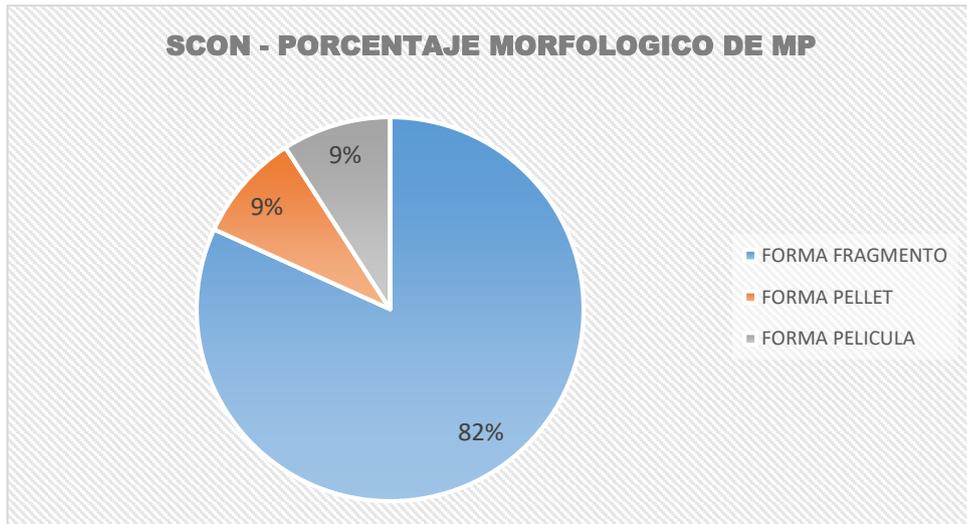


Figura 34. Porcentaje morfológico de MP de la muestra sedimento SCON.  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de sedimento de la playa Malecón Ferreyros (SFER), como registra en la Figura 32, la única forma de microplásticos presente es fragmento.

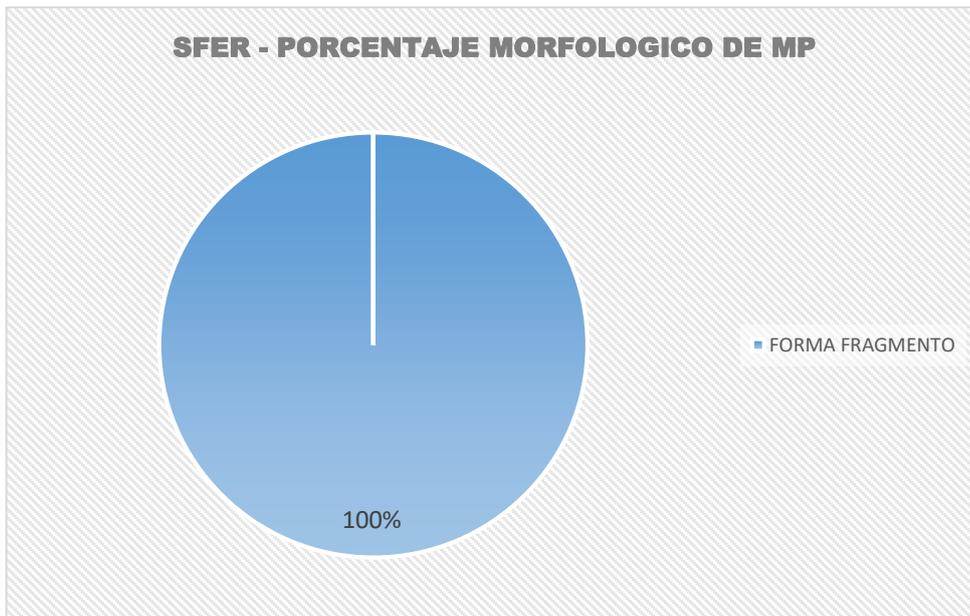


Figura 35. Porcentaje morfológico de MP de la muestra sedimento SFER.  
Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de agua de mar superficial (TCON), tal como detalla en la Figura 33, la presencia de formas es dos: fragmento con 89% y película con 11%

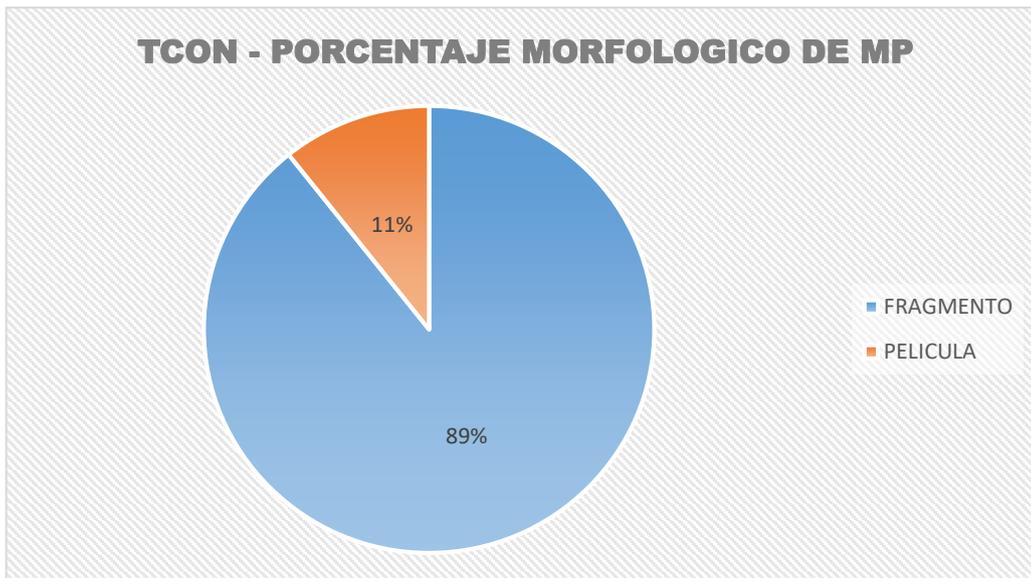


Figura 36. Porcentaje morfológico de MP de la muestra agua de mar superficial TCON.

Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de agua de mar superficial en zona intermareal de la playa Malecón Ferreyros, como se evidencia en la Figura 34, la única presencia es de la forma de fragmento.

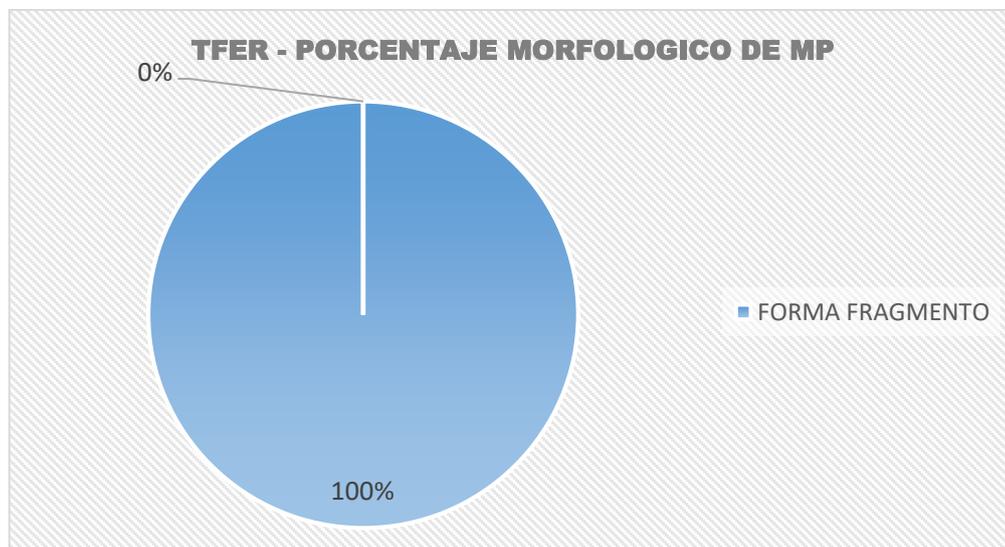


Figura 37. Porcentaje morfológico de MP de la muestra agua de mar superficial TFER.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 35, se visualiza la muestra de agua de mar superficial zona intermareal de la playa San Martín dos tipos de forma, fragmento con mayor presencia 89% y lamina 11%.

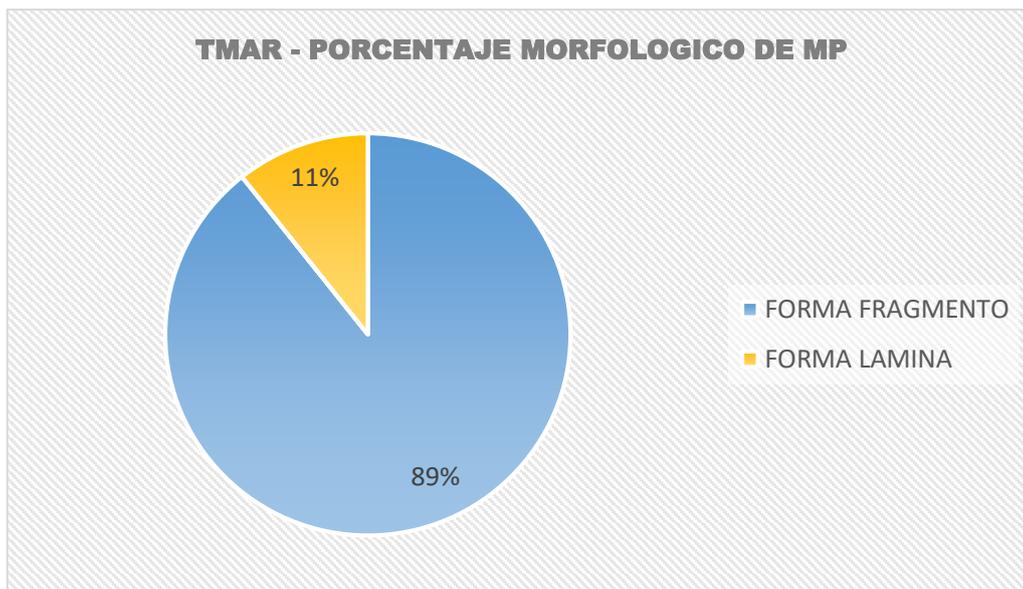


Figura 38. Porcentaje morfológico de MP de la muestra agua de mar superficial TMAR.

Fuente: Elaboración propia.

### Tipo de microplástico identificado

Para análisis de identificación de polímero, se utilizó 4 microplásticos de colores celeste, negro, verde y transparente que a continuación se detallan los resultados obtenidos por laboratorio LABICER UNI.

Muestra de microplástico de color celeste se visualiza el espectro de la muestra MP color celeste en la Figura 38.

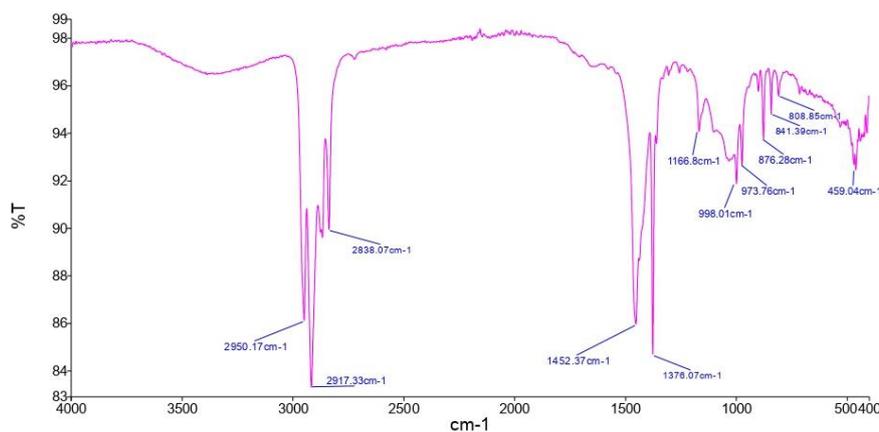


Figura 39. Espectro infrarrojo de la muestra MP celeste.

Fuente: LABICER UNI

En la Figura 39 se evidencia el espectro infrarrojo de polímero polipropileno.

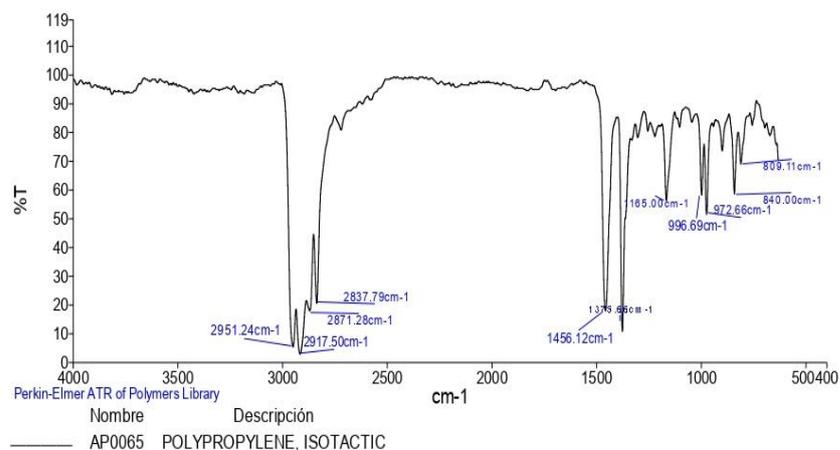


Figura 40. Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).  
Fuente: LABICER UNI

En la Figura 40 se visualiza los espectros de la muestra Mp color celeste y el espectro infrarrojo de polímero polipropileno.

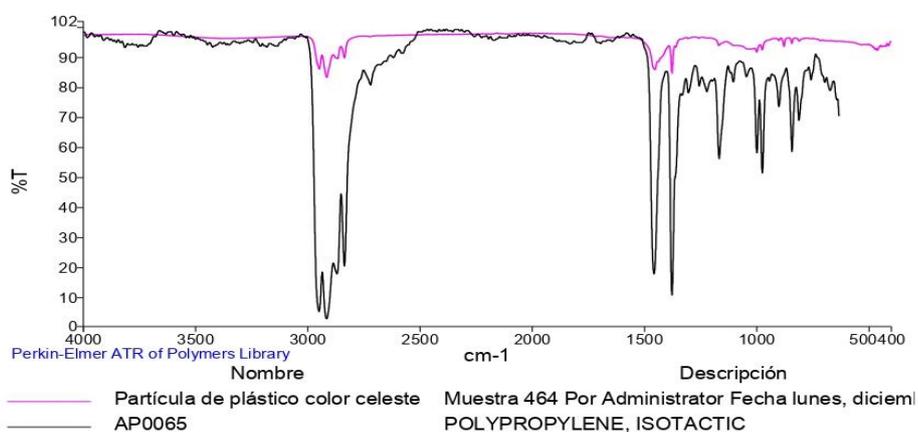


Figura 41. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.  
Fuente: LABICER UNI

Muestra de microplástico de color verde se visualiza en la Figura 41,

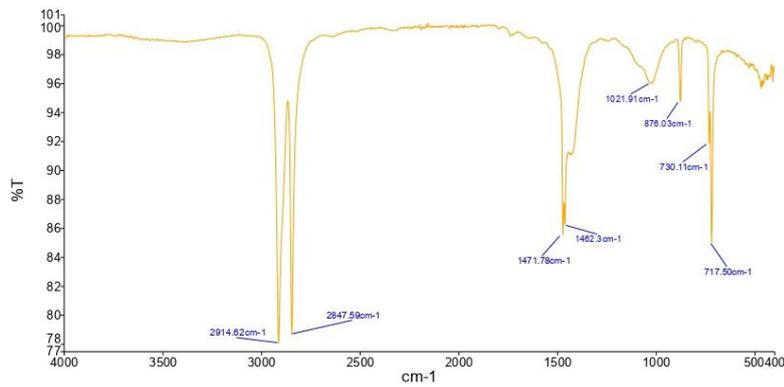


Figura 42. Espectro infrarrojo de la muestra MP de color verde.  
Fuente: LABICER UNI

En la Figura 42 se registra el espectro infrarrojo estandar del polietileno.

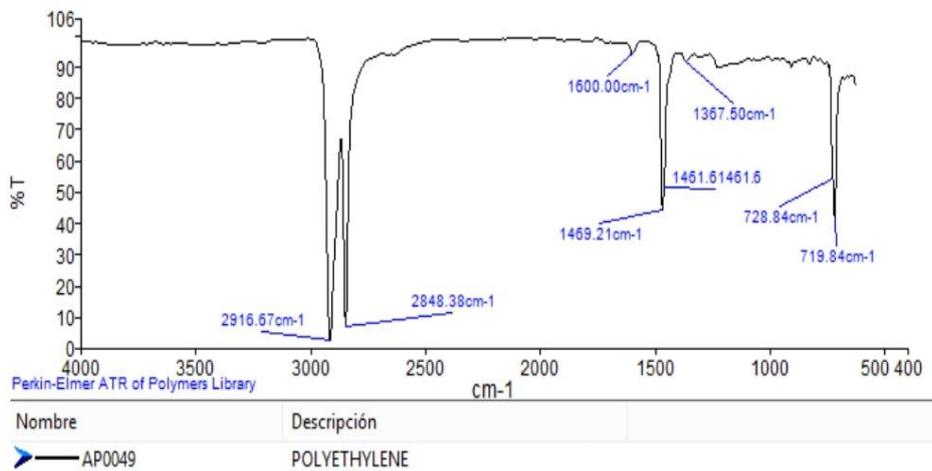


Figura 43. Espectro infrarrojo del estándar de polietileno, (Librería PolyATR de Perkin Elmer).  
Fuente: LABICER UNI

En la Figura 43 detalla la comparación de los espectros de la muestra MP color verde y el espectro infrarrojo estándar de polietileno.

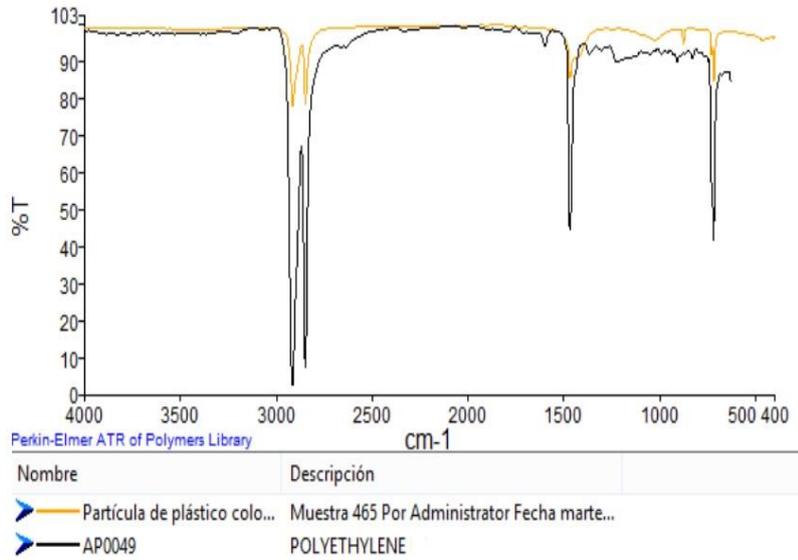


Figura 44. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra MP color verde y del estándar.  
Fuente: LABICER UNI

Muestra de microplástico de color negro se muestra su espectro infrarrojo en la Figura 44.

FIGURA N°2. Espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR – ATR)  
PERKIN ELMER. FRONTIER Serie: 102921.

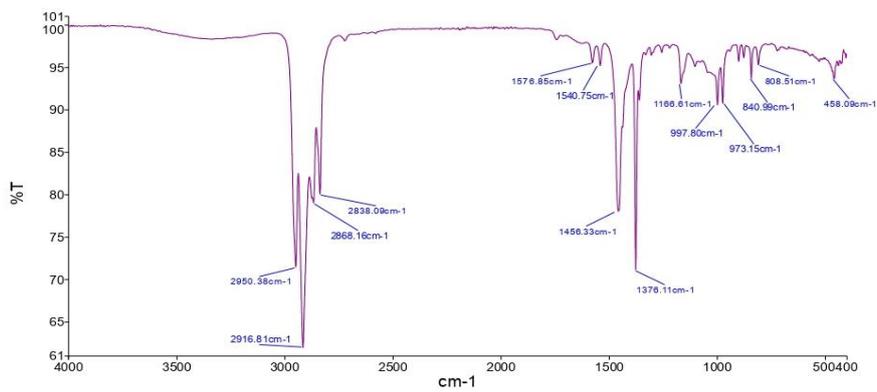


Figura 45. Espectro infrarrojo de la muestra MP color negro.  
Fuente: LABICER UNI

En la Figura 45 se detalla el espectro infrarrojo del estándar de polipropileno.

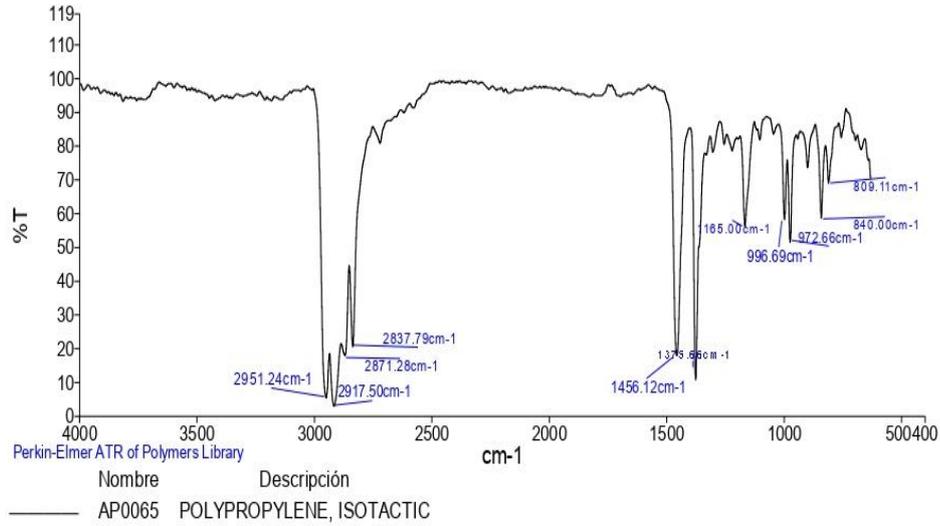


Figura 46. Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).  
Fuente: LABICER UNI

En la Figura 46 se visualiza la comparación de la muestra MP color negro y espectro infrarrojo estándar de polipropileno.

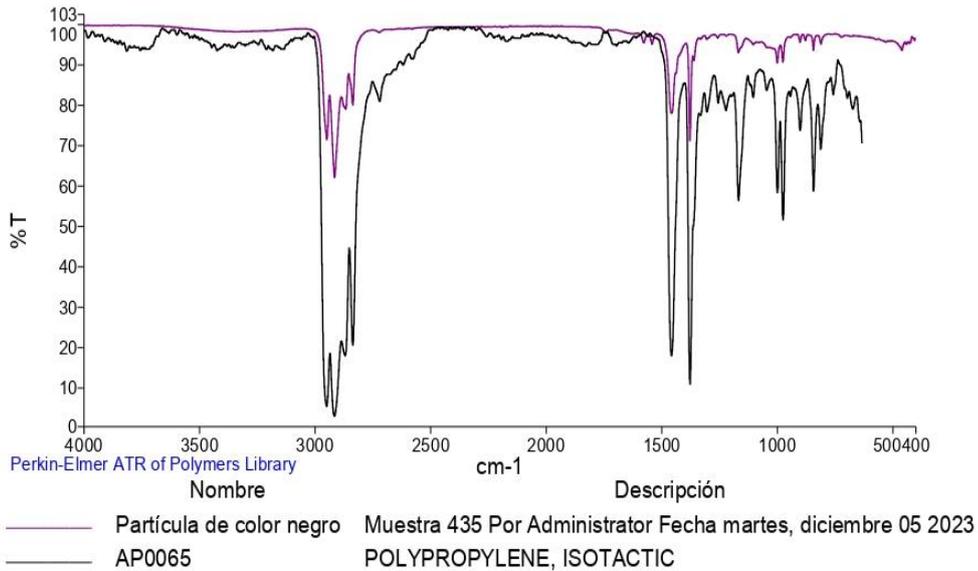


Figura N°5. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.

Figura 47. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra MP color negro y del estándar.

Fuente: LABICER UNI

Muestra de microplástico de color transparente se visualiza el espectro infrarrojo en la Figura 47.

FIGURA N°2. Espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR – ATR)  
PERKIN ELMER. FRONTIER Serie: 102921.

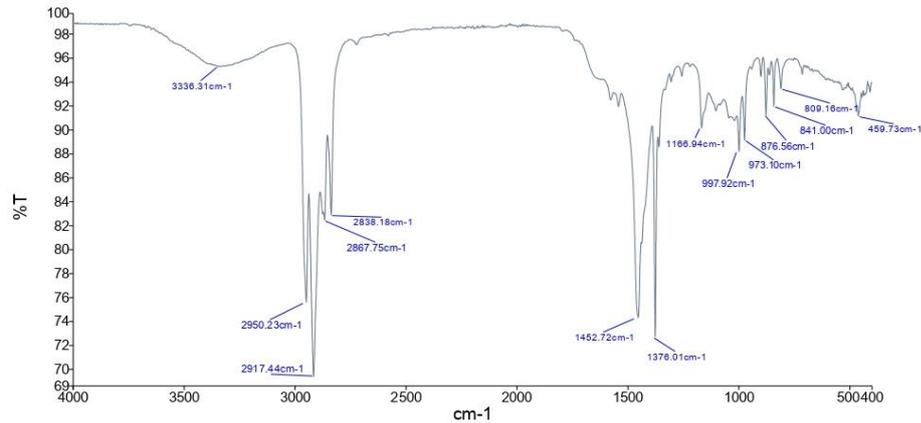


Figura N°3. Espectro infrarrojo de la muestra.

Figura 48. Espectro infrarrojo de la muestra MP color transparente.

Fuente: LABICER UNI

En la Figura 48 se grafica el espectro infrarrojo dl estándar de polipropileno.

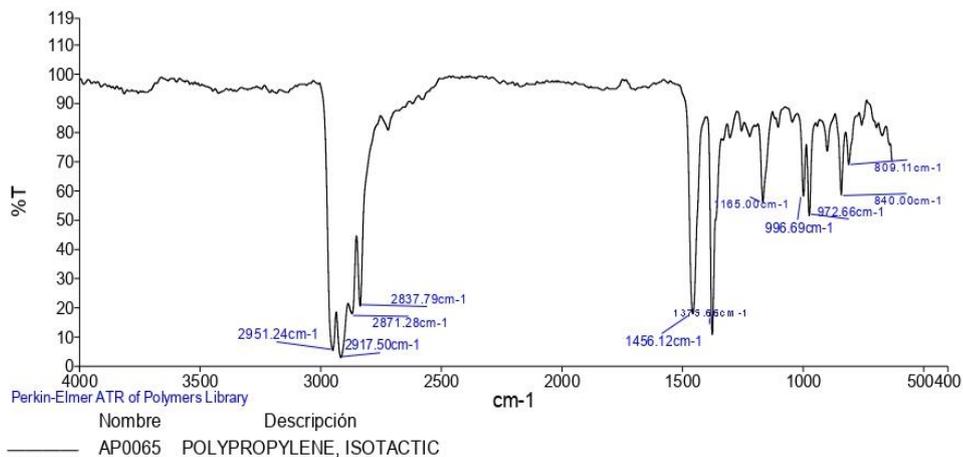


Figura N°4. Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno.  
(Librería PolyATR de Perkin Elmer).

Figura 49. Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).

Fuente: LABICER UNI

En la Figura 49 evidencia la comparación de espectro infrarrojo de la muestra MP color transparente y espectro de polipropileno.

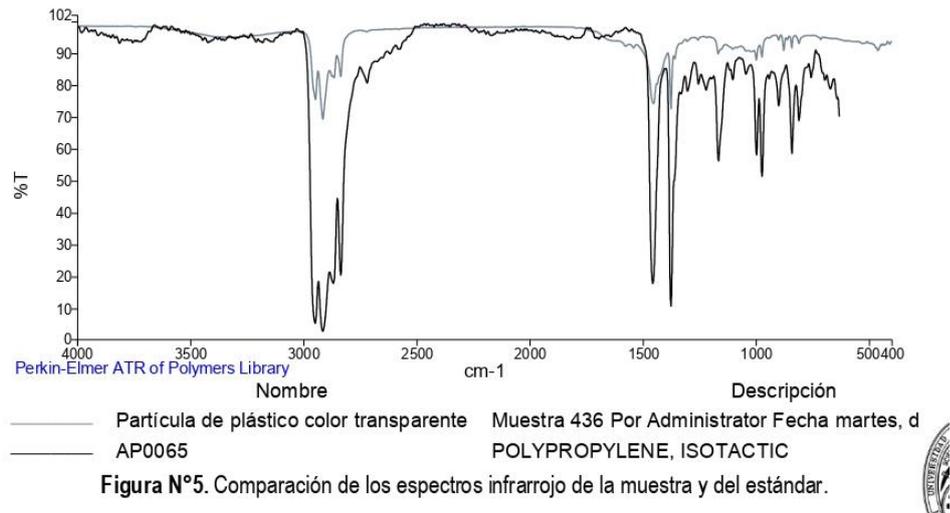


Figura N°5. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.

Figura 50. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra MP color transparente y del estándar.

Fuente: LABICER UNI

## V. DISCUSIÓN

**Las cantidades de MP** en muestras de arena las medidas de tamices considerados 500 um a 6 mm. Se identificaron en las muestras PCON, PMAR y PFER con mayor presencia de MP en medidas de 500um, 1.18mm, 1.7mm y 2mm. Con las cantidades de 47 MP en PCON, 60 MP en PFER y 27 MP en PMAR. También en las muestras de agua de mar superficial TMAR tiene 75 MP, TCON tiene 28 MP y TFER con 12 MP y las muestras de sedimento SCON tienen 11 MP y SFER con 5 MP. Estos resultados no guardan semejanza con Prarat (2022) abundancia media de microplásticos en la playa de arena y el agua de mar, que presentó cerca de 338,89 partículas/kg p.s. y alrededor de 1781,48 partículas/m<sup>3</sup>, de forma correspondiente. Así como no guarda semejanza con Abelouah (2022) de microplásticos con una tendencia a 34 200 MPs/kg por encima de otras playas del mundo.

**El tamaño de los microplásticos** según el área en mm<sup>2</sup> de las muestras de arena PCON, PFER, PMAR 0.4 a 3 mm<sup>2</sup>; las muestras de sedimento SCON, SFER con

1 a 4 mm<sup>2</sup>; las muestras de agua de mar superficial TCON, TFER y TMAR desde 0.001 a 2 mm<sup>2</sup>. Las longitudes de las muestras de PCON, PFER y PMAR es de 1 a 6 mm; las muestras de sedimento de SCON y SFER 1 a 4 mm; en las muestras de agua de mar superficial TCON, TFER y TMAR es de 0.05 a 3 mm de longitud cada MP identificado. Así como existe semejanza con Exposito (2021) los microplásticos de 2 a 4 mm en sedimentos del fondo y en la playa arenosa, los MP de entre 1 y 2 mm fueron con mayores cantidades en playa arenosa y agua de mar superficial y los MP de tamaño entre 0.5 y 1 mm con más presencia en los sedimentos.

**La morfología** de las muestras de arena PCON playa conchitas se caracteriza con 76% de fragmento y 24% de pellet; muestra PFER playa Malecón Ferreyros tiene 72% fragmento y 23% pellet. Muestra PMAR tiene 70% de fragmento y 19% de pellet; la muestra sedimento SCON playa Conchitas tiene fragmento 82%, pellet y película 9% respectivamente; la muestra de agua de mar superficial TCON playa Conchitas con 89% fragmento y película 11%; muestra TFER playa Malecón Ferreyros tiene solo fragmento, muestra TMAR playa San Martín tiene 89% fragmento y 11% de lámina. Se evidencia que la forma de fragmento tiene mayor presencia en los 3 tipos de muestra. Expósito et al., 2021 identificó fragmentos, gránulos y películas. También existe semejanza Yabanli (2019) demostrándose fragmentos (72%) de categoría predominante en las playas. Como también no existe semejanza con Mengatto (2022) de las cuales gran parte fueron espumas 63,7 %, fragmentos de plástico duro 13,8 %, fragmentos de pintura 12,8 % y gránulos 7,2 %. Así como no existe semejanza con De la Torre et al., 2020 halló espuma; Bridsona et al., 2020 identificó fibras, fragmentos y películas.

**Los colores** más predominantes en las muestras de arena PCON playa Conchitas el rojo con 34%, celeste y transparente con 15%, PMAR playa San Martín color azul con 30%, verde con 19% y muestra PFER playa Malecón Ferreyros color transparente 33%, azul 16%. En las muestras de sedimento SCON playa Conchitas el color azul 25% y negro, transparente y rojo 17%, muestra sedimento SFER playa Malecón Ferreyros colores celeste y transparente 29%, rojo 28%; en las muestras agua de mar superficial TCON playa conchitas tiene color rojo 41% y azul 18%,

muestra TFER playa Malecón Ferreyros color rojo 33%, celeste y azul 25% respectivamente; muestra TMAR playa San Martin color celeste 39%, azul 23%

Se analizaron cuatro muestras de MP que son mayor cantidad identificados en los 3 tipos de muestras arena, sedimento y agua de mar, se seleccionaron de color celeste, negro, transparente identificados como polipropileno, verde polietileno. Siendo con mayor presencia el polipropileno, se utilizó el método de análisis de FTIR-ATR para la identificación de polímero. Esta situación contrastada con Tiwari (2019), en el cual las muestras de MP analizadas en la espectroscopia infrarroja poliestireno PE 43%, PET 17.3%, PS 17 %, PP 12.3% y PVC 1.33%. Asi como afirma Expósito (2021), identifico PE (46%), PP (22%), PS (4%), PU (4%), PET (8%), PC (1%) Por el contrario no guarda semejanza con De la Torre (2020) identifico en su investigación polímero poliestireno. En cambio, no existe semejanza con Expósito (2021) identifico PE (46%), PP (22%), PS (4%), PU (4%), PET (8%), PC (1%). También se niega a De La Torre et al., (2020), hallo poliestireno, polímero que no se identificó en la presente investigación.

En la muestra de arena la muestra PFER playa Malecón Ferreyros tiene mayor cantidad de 60 MP, en muestra de sedimento SCON playa Conchitas con 11 MP y muestra de agua de mar superficial TMAR playa San Martin con 75 MP.

## VI. CONCLUSIONES

La reciente investigación permite arribar a las siguientes conclusiones:

- Los microplásticos identificados en el muestreo de las Playas Conchitas, Malecón Ferreyros y San Martín, en cuanto a su morfología, se obtiene una mayor presencia de *fragmentos*, y en menor cantidad las *películas* de plástico, si nos dirigimos a las cantidades de MP presenciados en esta investigación, encontraremos un total de 256 microplásticos, siendo evidente la problemática ambiental que se viene generando en un lapso considerable.
- Los colores presentes en dicha investigación de los microplásticos en las playas de Ancón arrojan en grandes cantidades al color Rojo, azul y transparente.
- Aplicando la Espectrofotometría infrarroja de transformada de Fourier – Reflectancia total atenuada (FTIR – ATR), se determinó que los tipos de polímeros encontrados en las 3 playas de Ancón son Polipropileno (PP) que pertenece al resultado de color celeste, Polietileno (PE) perteneciente al color verde, Polipropileno (PP) perteneciente al color negro, Polipropileno (PP) perteneciente al color transparente.
- Los orígenes probables de la contaminación de las Playas de Ancón se deben a la polución ya que en épocas de verano, ocupa un alto grado de bañistas, siendo esta, una principal fuente de contaminación por el plástico existente, pero; la fuente más probable sea la cercanía a la Refinería La Pampilla, ya que es una gran emisora de contaminantes, por otro lado, la existencia de desagües a lo largo del distrito, cumplen la función de disposición final de los residuos de los pobladores, las cuales se encuentran en mal estado, permitiendo de esta manera la liberación de aguas residuales hacia el Mar.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar un estudio posterior en las playas de Malecón Ferreyros, Conchitas y San Martín, ya que probablemente podría darse la absorción de MP en los peces, generando una cadena de enfermedades por la ingesta de MP en la población.
- Se recomienda hacer un estudio en los animales marinos presentes en el distrito, o llegar a un diálogo y apoyo con la pesca artesanal de la zona de Ancón con la finalidad de investigar si la fauna marina presenta MP en su interior y que tan grave es la contaminación de MP en los peces.
- Se recomienda obtener un mayor rango de muestreo en las playas de Ancón y así poder obtener una data más exacta de los niveles de contaminación por microplásticos existentes en el Distrito de Ancón.
- Se sugiere realizar una investigación sobre la presencia de microplásticos no comunes en las playas y afluentes del territorio peruano, con relación a su lugar de procedencia y proceso de formación.

## VIII. REFERENCIAS

1. ABELOUAH, Mohamed Rida; BEN-HADDAD, Mohamed; RANGEL-BUITRAGO, Nelson; HAJJI, Sara; EL ALEM, Noureddine; ALLA, Aicha Ait. Microplastics pollution along the central Atlantic coastline of Morocco. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 174, 113190, de enero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113190>  
ISSN: 1879-3363
2. AL, Sultan; RAKIB, Md. Refat; KUMAR, Rakesh; HAIDER, Sayeed Mahmood; SHARMA, Prabhakar; IDRIS, Abubakr. Occurrence, spatial distribution, and risk assessment of microplastics in surface water and sediments of Saint Martin Island in the Bay of Bengal. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 179, 113720, junio de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113720>  
ISSN: 1879-1026
3. ALIM, Olubukola; CLAVEAU, Dominique; KURUSU, Rafael; LAPOINTE, Mathieu; BAYEN, Stéphane; TUFENKJI, Nathalie. Weathering pathways and protocols for environmentally relevant microplastics and nanoplastics: What are we missing?. *Journal of Hazardous Materials* [en línea]. 423, 126955, febrero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126955>
4. ARIAS, José; HOLGADO, Julio; TAFUR, Tania y VASQUEZ, Mario. Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis [en línea]. Puno - Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., Mayo 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>  
ISSN:978-612-5069-04-7

5. AKDOGAN, Zeynep; GUVEN, Basak. Microplastics in the environment: A critical review of current understanding and identification of future research needs. *Environmental pollution* [en línea]. 254, 113011, noviembre de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113011>  
ISSN: 0269-7491
6. BAJT, Oliver. From plastics to microplastics and organisms. *FEBS Open Bio*. [en línea]. 11, 954 - 966, 11 de abril de 2021. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/2211-5463.13120>  
ISSN: 2211-5463
7. BERGAMI, Elisa; APELAND, Bjorg; SHARMA, Rad; ENDERLEIN, Peter; MANNO, Clara. The Ocean Plastic Incubator Chamber (OPIC) system to monitor in situ plastic degradation at sea. *Environmental Pollution* [en línea]. 311, 119868, 15 de octubre de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119868>  
ISSN: 1873-6424
8. BRIDSONA, James H.; PATEL, Meeta; LEWIS, Anita; GAW, Sally; PARKER, Kate. Microplastic contamination in Auckland (New Zealand) beach sediments. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 151, 110867, febrero de 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110867>  
ISSN:1879-3363
9. Centro Común de Investigación, Instituto para el Medio Ambiente y la Sostenibilidad, Orientación sobre el seguimiento de la basura marina en los mares europeos , Oficina de Publicaciones, 2014. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2788/99816>
10. DA COSTA, Igor David; COSTA, Leonardo; OLIVEIRA, Ariane; CARVALHO, Carlos; ZALMON, Ilana. Microplastics in fishes in amazon riverine beaches:

Influence of feeding mode and distance to urban settlements. *Science of the Total Environment* [en línea]. 863, 160934, 10 de marzo de 2023 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160934>  
ISSN: 1879-1026

11. DA SILVA, Elaine; DO CARMO, Dirlane; MUNIZ, Marcelo; DOS SANTOS, Camila; ISSA, Barbara; DE OLIVEIRA, Daniel; DOS, Roberto; VEZZONE, Mariana. Evaluation of microplastic and marine debris on the beaches of Niteroi Oceanic Region, Rio De Janeiro, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 175, 113161, febrero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113161>  
ISSN:1879-3363

12. DAILY, Juliette; HOFFMAN, Matthew. Modeling the three-dimensional transport and distribution of multiple microplastic polymer types in Lake Erie. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 154, 111024, 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111024>  
ISSN 0025-326X

13. DE LA TORRE, Gabriel; DIOSES, Diana; CASTRO Jazmín; ANTAYA, Rosabel; YUPANQUI, Naomi; ESPINOZA, Dante, SALDAÑA, Miguel. Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Perú. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 151, 110877, 15 de marzo de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110877>  
ISSN: 1879-3363

14. DODSON, Gabrielle; SHOTORBAN, Katrina; HATCHER, Patrick; WAGGONER, Derek; GHOSAL, Sutapa; NOFFKE, Nora. Microplastic fragment and fiber contamination of beach sediments from selected sites in Virginia and North Carolina, USA. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 151,

- 110869, febrero de 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110869>  
ISSN: 1879-3363
15. DOWARAH, Kaushik; DEVIPRIYA, Suja. Microplastic prevalence in the beaches of Puducherry, India and its correlation with fishing and tourism/recreational activities. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 148, 123 - 133, noviembre de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.066>  
ISSN: 1879-3363
16. EDEA, junta de Andalucía. Disponible en: [https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/e2d7115a-28ff-44c0-8d9f-7929072e0a20/1/es-an\\_2010072811\\_9130111.zip/ODE-a3165554-259e-3c06-b5c2-07699c4b688/24\\_oceanos.html?temp.hn=true&temp.hb=true](https://edea.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/e2d7115a-28ff-44c0-8d9f-7929072e0a20/1/es-an_2010072811_9130111.zip/ODE-a3165554-259e-3c06-b5c2-07699c4b688/24_oceanos.html?temp.hn=true&temp.hb=true)
17. EXPÓSITO, Nora; ROVIRA, Joaquim; SIERRA, Jordi; FOLCH, Jaume; SCHUHMACHER, Marta. Microplastics levels, size, morphology and composition in marine water, sediments and sand beaches. Case study of Tarragona coast (western Mediterranean). *Science of the Total Environment* [en línea]. 786, 147453, 10 de septiembre de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147453>  
ISSN: 1879-1026
18. FAN, Jianxin; ZOU, Lan; DUAN, Ting; QIN, Liang; QI Zenglin; SUN, Jiaoxia. Occurrence and distribution of microplastics in surface water and sediments in China's inland water systems: a critical review. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 331, 129968, 10 de enero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129968>  
ISSN:0959-6526

19. GARCÉS-ORDONEZ, Ostin; DIAZ, Luisa; ESPINOSA, Renan; MUNIZ, Marcelo. The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 160, 111558, noviembre de 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111558>  
ISSN: 1879-3363
20. GU, Xiang; LIU, Shanshan; LI, Yang; OUYANG, Wei; HE, Mengchang; LIU, Xitao; LIN, Chunye. A review of sources, status, and risks of microplastics in the largest semi-enclosed sea of China, the Bohai Sea. *Chemosphere* [en línea]. 306, 135564, noviembre de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135564>  
ISSN: 1879-1298
21. GÜL, Mustafa. Short-term tourism alters abundance, size, and composition of microplastics on sandy beaches. *Environmental Pollution* [en línea]. 316,1, 120561, 01 de enero 2023 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120561>  
ISSN: 1873-6424
22. HADI, Mohamed; MARTEL; Christian; HUAYTA, Freddy; ROJAS, Cevero y ARIAS, José. Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis [en línea]. Puno - Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., enero 2023 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>  
ISSN: 978-612-5069-63-4
23. HARTMANN, Nanna; HUFFER, Thorsten; THOMPSON, Richard; HASSELLOV, Martin; VERSCHOOR, Anja; DAUGAARD, Anders; RIST, Sinja; KARLSOON, Therese; BRENNHOLT, Nicole; COLE, Matthew; HERRLING, Maria; HESS, Maren; IVLEVA, Natalia; LUSHER, Amy; WAGNER, Martin. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris. *Environmental*

*Science & Technology* [en línea]. 53, 1039 - 1047, 4 de enero de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>

24. HORN, Dorothy; MILLER, Michaela; ANDERSON, Sean; STEELE, Clare. Microplastics are ubiquitous on California beaches and enter the coastal food web through consumption by Pacific mole crabs. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 139, 231 – 237, febrero de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.039>  
ISSN: 1879-3363

25. HUANG, Jiayu; DONG, Guangyuan; LIANG, Miaoting; WU, Xidong; XIAN, Mingjian; AN, Yunsong; ZHAN, Jiandong; XU, Lingling; XU, Jindong; SUN, Weimin; CHEN, Shaohua; CHEN, Chengyu; LIU, Tao. Toxicity of micro(nano)plastics with different size and surface charge on human nasal epithelial cells and rats via intranasal exposure. *Chemosphere* [en línea]. 307, 136093, noviembre de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136093>  
ISSN: 1879-1298

26. KARTHIK, R.; ROBIN, R.; PURVAJA, R.; GANGULY, D.; ANANDAVELU, I.; RAGHURAMAN, R.; HARIHARAN, G.; RAMAKRISHNA, A.; RAMESH, R. Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Science of The Total Environment* [en línea]. 645, 1388-1399, 15 diciembre 2018 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.242>  
ISSN: 0048-9697

27. KUNDU, Aayushi; SHETTI, Nagaraj; BASU, Soumen; REDDY, Kakarla; NADAGOUDA, Mallikarjuna; AMINABHAVI, Tejraj. Identification and removal of micro- and nano-plastics: Efficient and cost-effective methods. *Chemical Engineering Journal* [en línea]. 421, 129816, 1 de octubre de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2021.129816>

ISSN: 1873-3212

28. LEAL, Walter; SAARI, Ulla; FEDORUK, Mariia; IITAL, Arvo; MOORA, Harri; KLOGA, Marija; VORONOVA, Viktoria. An overview of the problems posed by plastic products and the role of extended producer responsibility in Europe. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 214, 550 - 558, 20 de marzo de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.256>

ISSN: 1879-1786

29. LEFEBVRE, Charlotte; ROJAS, Isabel; LASSERRE, Juliette; VILLETTE, Sandrine; LECOMTE, Sophie; CACHOT, Jerome; MORIN, Benedicte. Stranded in the high tide line: Spatial and temporal variability of beached microplastics in a semi-enclosed embayment (Arcachon, France). *Science of the Total Environment* [en línea]. 797, 149144, 25 de noviembre de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149144>

ISSN: 1879-1026

30. LINCOLN, Susana; ANDREWS, Barnaby; BIRCHENOUGH, Silvana; CHOWDHURY, Piyali; ENGELHARD, Georg; HARROD, Olivia; PINNEGAR, Jhon; TOWNHILL, Bryony. Marine litter and climate change: Inextricably connected threats to the world's oceans. *Science of The Total Environment* [en línea]. 837, 155709, 1 de septiembre de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155709>

ISSN: 0048-9697

31. LIU, Peng; ZHAN, Xin; WU, Xiaowei; LI, Jinli; WANG, Hanyu; GAO, Shixiang. Effect of weathering on environmental behavior of microplastics: Properties, sorption and potential risks. *Chemosphere*. [en línea]. 242, 125193, marzo

- de 2020. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125193>
32. LO, Hoi-Shing; LEE, Yan-Kin; PO, Beverly; WONG, Leung-Chun; XU, Xiaoyu; WONG, Cheuk-Fung; WONG, Chun-Yuen; TAM, Nora; CHEUNG, Siu-Gin. Impacts of Typhoon Mangkhut in 2018 on the deposition of marine debris and microplastics on beaches in Hong Kong. *Science of the Total Environment* [en línea]. 716, 137172, 10 de mayo de 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137172>  
ISSN:1879-1026
33. LO, Hoi-Shing, XU, Xiaoyu; WONG, Chun-Yuen; CHEUNG, Siu-Gin. Comparisons of microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong. *Environmental Pollution* [en línea]. 236, 208-217, mayo 2018 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.031>  
ISSN: 0269-7491
34. LOPES, Leonardo; DA COSTA, Igor; DA SILVA, Ariane; Rosental, Ilana. “Microplastic ecology”: Testing the influence of ecological traits and urbanization in microplastic ingestion by sandy beach fauna. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* [en línea]. 290, 108406, 5 de septiembre de 2023 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108406>  
ISSN: 0272-7714
35. LOSNO, Ángel; IANNACONE, José. Characterization of microplastics in water and sediments in the wetlands Pantanos De Villa, Chorrillos, Lima, Peru. *Bulletin of Marine and Coastal Research* [en línea]. 52, 185, enero de 2023 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2023.52.1.1155>  
ISSN 0122-9761

36. MASURA, Julie; BAKER, Joel; FOSTER, Gregory; ARTHUR, Courtney HERRING, Carlie. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department of Commerce, Technical Memorandum NOS-OR&R-48. Disponible en: <https://marinedebris.noaa.gov/technical-memorandum/laboratory-methods-analysis-microplastics-marine-environment>
37. MENGATTO, Mateus; NAGAI, Renata. A first assessment of microplastic abundance in sandy beach sediments of the Paranaguá Estuarine Complex, South Brazil (RAMSAR site). *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 177, 113530, abril 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113530>  
ISSN: 1879-3363
38. Ministerio de Salud (MINSA). Playas saludables. Disponible en: <http://veranosaludable.minsa.gob.pe/>
39. Ministerio de Salud (MINSA). Analisis de la situación de Salud del distrito de Ancón, provincia y departamento de Lima, noviembre de 2019. Disponible en: [https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD\\_MINSA/DOCU\\_METOS\\_ASIS/ASIS\\_DISTRITO%20ANCON%202019.pdf](https://www.dge.gob.pe/portal/docs/asis-lima-2019/CD_MINSA/DOCU_METOS_ASIS/ASIS_DISTRITO%20ANCON%202019.pdf)
40. MOHAN, P.; TIWARI, Shivam; KARUVELAN, Murugan; MALAIRAJAN, Sumathi; MAGESWARAN, T.; SACHITHANANDAM, V. A baseline study of meso and microplastic predominance in pristine beach sediment of the Indian tropical island ecosystem. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 181, 113825, agosto 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113825>  
ISSN: 1879-3363
41. MAYNARD, Isabella; CUNHA, Pamela; MACHADO, Luciana; RISCALA, Rubens; BEZERRA, Eliane; SILVA, Álvaro; SIERPE, Verónica y

NOGUERIA, Maria. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Science of The Total Environment* [en línea]. 771, 144777, 01 de junio de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144777>  
ISSN: 0048-9697

42. PEREZ-VENEGAS, Diego; TORO-VALDIVIESO, Constanza; AYALA, Felix; BRITO, Beatriz; ITURRA, Lunna; ARRIAGADA, Maite; SEGUER, Mauricio; BARRIOS, Carmen; SEPULVEDA, Maritza; OLIVA, Doris; CARDENAS-ALAYZA, Susana; URBINA, Mauricio; JORQUERA, Alberto; CASTRO-NALLAR, Eduardo; GALBAN-MALAGON, Cristobal. Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 153, 110966, abril 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110966>  
ISSN: 1879-3363

43. PRARAT, Panida; HONGSAWAT, Parnuch. Microplastic pollution in surface seawater and beach sand from the shore of Rayong province, Thailand: Distribution, characterization, and ecological risk assessment. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 174, 113200, enero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113200>  
ISSN: 1879-3363

44. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). De la contaminación a la solución: una evaluación global de la basura marina y la contaminación plástica, 2021. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution>

45. PURCA, Sara. Presencia de microplásticos en la costa peruana. Red de Investigación de Estresores Marinos – Costeros en Latinoamérica y el Caribe (REMARCO). 20 de enero de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://remarco.org/blog/2022/01/20/presencia-de-microplasticos-en-la-costa-peruana/>

46. RABARI, Vasantkumar; PATEL, Krupal; PATEL, Heris; TRIVEDI, Jigneshkumar. Quantitative assessment of microplastic in sandy beaches of Gujarat state, India. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 181, 113925, agosto de 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113925>

ISSN: 1879-3363

47. ROMERO, Holguer; REAL, Jhony; ORDÓÑEZ, Joe; GAVINO, Gloria y SALDARRIAGA, Guadalupe. Metodología de la investigación [en línea]. México: Equidumbre Editorial Corporativa, febrero de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros\\_categoria\\_Academico/articulo/view/22](https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/articulo/view/22).

ISBN: 978-9942-40-104-5

48. SHAMSKHANY, Arefeh; LI, Zhuoran; PATEL, Preet; KARIMPOUR, Shooka. Evidence of Microplastic Size Impact on Mobility and Transport in the Marine Environment: A Review and Synthesis of Recent Research. *Frontiers in Marine Science* [en línea]. 8, 760649, 15 de diciembre de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2021.760649>

ISSN: 2296-7745

49. TENG, Jia; ZHAO, Jianmin; ZHANG, Chen; CHENG, Bo; KOELMANS, Albert; WU, Di; GAO, Meng; SUN, Xiyan; LIU, Yongliang; WANG, Qing. A systems analysis of microplastic pollution in Laizhou Bay, China. *Science of the Total Environment* [en línea]. 745, 140815, 25 de noviembre de 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140815>

ISSN: 1879-1026

50. THEPWILAI, Supakorn; WANGRITTHIKRAIKUL, Kannika; CHAWCHAI, Sakonvan; BISSEN, Raphael. Testing the factors controlling the numbers of microplastics on beaches along the western Gulf of Thailand. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 168, 112467, julio de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112467>  
ISSN: 1879-3363
51. TIWARI, M.; RATHOD; AJMAL, P.; BHANGARE, R.; SAHU, S. Distribution and characterization of microplastics in beach sand from three different Indian coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 140, marzo de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.055>  
ISSN: 1879-3363
52. UGWU, Kevin; HERRERA, Alicia; GÓMEZ, May. Microplastics in marine biota: A review. *Marine pollution bulletin* [en línea]. 169, 112540, agosto de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112540>  
ISSN: 0025-326X
53. YABANLI, Murat; YOZUKMAZ, Aykut; SENER, Idris; OLMEZ, Ozge Tokul. Microplastic pollution at the intersection of the Aegean and Mediterranean Seas: A study of the Datca Peninsula (Turkey). *Marine Pollution Bulletin* [en línea]. 145, agosto de 2019 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.003>  
ISSN: 1879-3363
54. YANG, Wenfenguo; GAO, Pan; MA, Guoyi; HUANG, Jiayi; WU, Yixiao; WAN, Liang; DING, Huijun; ZHANG, Weihao. Transcriptome analysis of the toxic mechanism of nanoplastics on growth, photosynthesis and oxidative stress of microalga *Chlorella pyrenoidosa* during chronic exposure. *Environmental Pollution* [en línea]. 284, 117413, 1 de septiembre de 2021

[fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117413>

ISSN: 1873-6424

55. YANG, Xi, et al. Environmental health impacts of microplastics exposure on structural organization levels in the human body. *Science of the Total Environment* [en línea]. 825, 154025, 15 junio 2022 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154025>

ISSN: 0048-9697

56. YIN, Jiang; LONG, Yaoyue; XIAO, Weiyi; LIU, Dan; TIAN, Qindong; LI, Ya; LIU, Change; PAN, Ying. Ecotoxicology of microplastics in *Daphnia*: A review focusing on microplastic properties and multiscale attributes of *Daphnia*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea]. 249, 114433, 1 de enero de 2023.[fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114433>

ISSN: 0147-6513

57. XU, Qiujin; GAO, Yiyao; XU, Li; SHI, Wenzhou; WANG, Feifei; LEBLANC, Gerald; CUI, Song; AN, Lihui; LEI, Kun. Investigation of the microplastics profile in sludge from China's largest Water reclamation plant using a feasible isolation device. *Journal of Hazardous Materials* [en línea]. 388, 122067, 2020 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122067>

ISSN: 0304-3894

58. ZHELEZOVA, A.; ZVEREV, A.; ZUEVA, A; LEONOV, V.; ROZANOVA, O.; ZUEV, A.; TIUNOV, A. Prokaryotic community formation on polyethylene films incubated for six months in a tropical soil. *Environmental Pollution* [en línea]. 269, 116126, 15 de enero de 2021 [fecha de consulta: 21 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116126>

ISSN: 1873-6424

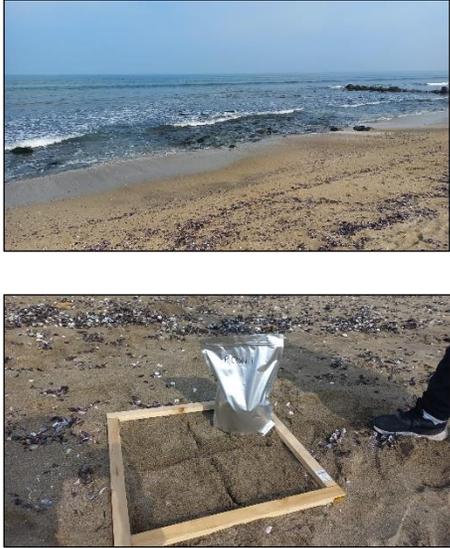
## ANEXOS

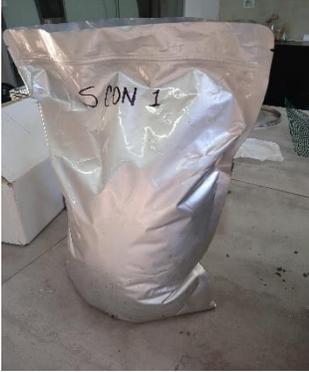
### Anexo 1. Matriz de consistencia.

Cuantificación y dispersión de microplásticos en las playas arenosas de Lima norte, Perú								
PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
PG: ¿Cuál es la cantidad y cómo está distribuido los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?	HG: Existen diferentes cantidades y distintas distribuciones de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	OG: Cuantificar y caracterizar la distribución de los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	Cuantificación y dispersión de microplásticos	Los MP se denominan contaminantes de dimensión no mayor a 5 mm. Se clasifica en primarios y secundarios. Se componen de partículas de PE, PP y PS, se filtran al ambiente mediante efluentes, escorrentías de aguas torrenciales, en cambio los secundarios están constituidas por fibras PL, PA y acrílico que se producen durante el lavado de ropa. (Skaf, D., et al, 2020).	Las partículas microplásticas se caracterizan a través de la técnica de espectroscopia infrarroja por transformada de fourier (FTIR) obtenidas del tamizado y decantación con solución salina de las muestras de arena de las tres playas de Lima (Conchitas, Malecón Ferreyros y San Martín).	Cantidad de microplásticos	Masa	g
PE1: ¿Cuáles son las cantidades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?	HE1: Se plantean distintas cantidades de microplásticos en las muestras de arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	OE1: Hallar las cantidades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú						
PE2: ¿Cuáles son las propiedades de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?	HE2: Las propiedades de los microplásticos variarán en su tamaño, forma y composición de las muestras encontradas en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	OE2: Determinar las propiedades físicas de los microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú				Propiedades físicas de los microplásticos	Tamaño	Tami: 500 um, 1000 um, 2000 um, >2000 um
							Forma	Laminar / Irregular
PE3: ¿Cuáles son los tipos de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?	HE3: Existen distintos tipos de microplásticos encontrados en las muestras de arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	OE3: Identificar los tipos de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú				Tipos de microplásticos	Color	Amarillo / Azul / Blanco / Negro / Rojo / Verde
			Primario / Secundario	Poliestireno (PS) / Polietileno (PE) / Polipropileno (PP) / Polivinilo (PV)				
PE4: ¿Cuál de las tres playas arenosas de Lima presentan mayor cantidad de microplásticos en la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú?	HE4: Se espera que alguna de las tres playas arenosas de Lima presente una mayor concentración de microplásticos en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial de las tres playas arenosas de Lima norte, Perú	OE4: Indicar cuales de las tres playas arenosas de Lima norte presentan mayor cantidad de microplástico en la arena de la zona supralitoral, sedimentos marinos de la zona intermareal y agua de mar superficial	Comparación de cantidad de microplásticos	Masa	g			

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2 Monitoreo de arena y sedimento en las playas de Ancón.

Monitoreo de las muestras de arena	Homogenización de las cinco submuestras (PCON1-PCON5)	Pesaje de muestra representativa de PCON1-PCON5
		
Monitoreo de las muestras de sedimentos (Malecón Ferreyros)	Muestra de sedimento PFER de la playa Malecón Ferreyros	Muestra representativa
		

		
<p>Monitoreo de las muestras de sedimentos (Playa 1)</p>	<p>Muestra de sedimento SCON de la playa Conchitas</p>	<p>Muestra representativa</p>
		
<p>Monitoreo de las muestras de sedimentos (Playa 2)</p>	<p>Muestra de sedimento SFER de la playa Malecón Ferreyros</p>	<p>Muestra representativa</p>
		

Monitoreo de las muestras de sedimentos San Martin	Muestra de sedimento SMAR de la playa San Martin	Muestra representativa
		

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3. Proceso de identificación de microplásticos

1. Homogenización de las muestras iniciales	
	
2. Peso de las muestras a analizar	
	



### 3. Secado de la muestra



### 4. Tamizado de las muestras

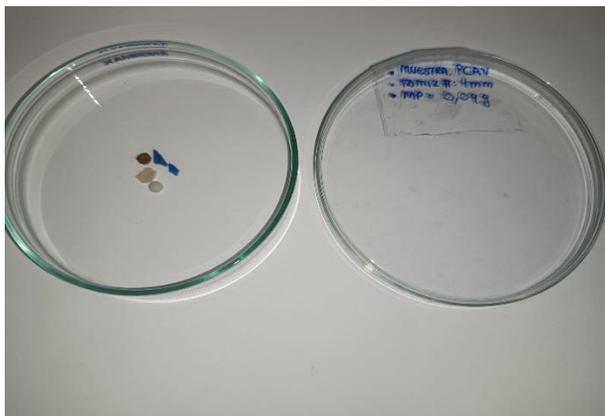


## 5. Peso de los tamices con muestra

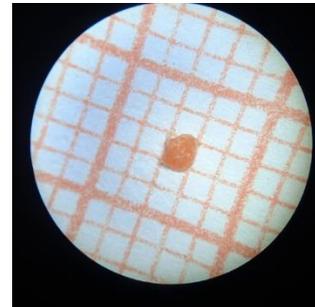
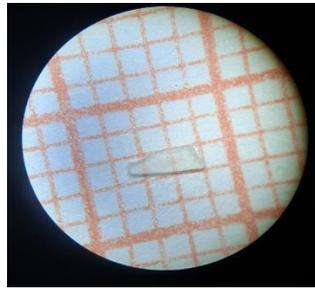
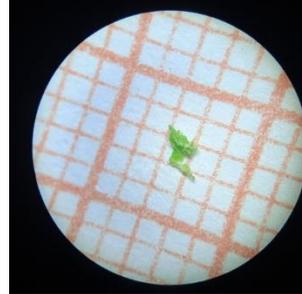
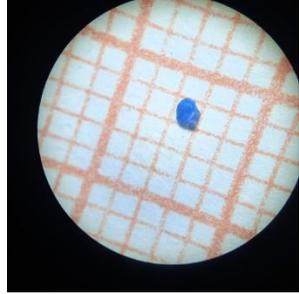
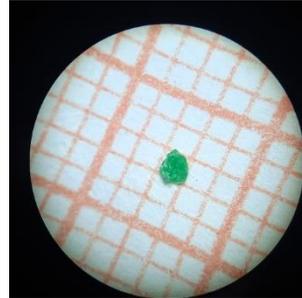
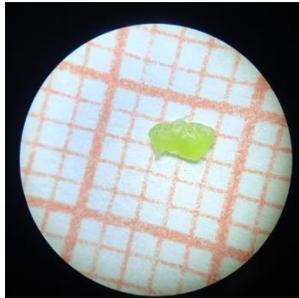
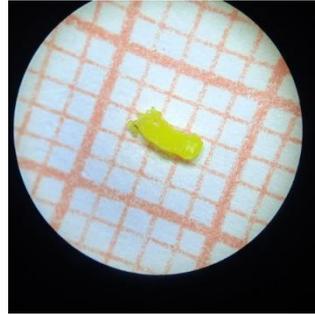
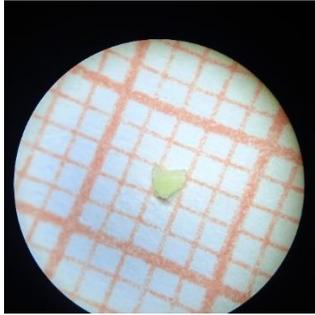


## 6. Rotulación y pesaje de las muestras tamizadas





## 7. Análisis morfológico de los microplásticos detectados



Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 4. Uso del software para identificar el tamaño de los MP en los tres muestreos: arena, sedimento y agua de mar superficial.**

Software IMAGENJ													
	<p>Principalmente se calibra la imagen que tiene fondo papel milimetrado, convirtiendo pixel en mm. Por ello se traza una línea de inicio a fin de la mayor cantidad de cuadrantes y se dirige a herramienta Analyze y selecciona "Set Scale", aplicando en Know distance, la cantidad de cuadrantes se abarco, seguidamente en "Unit of length" colocar mm. Finalmente clic en "ok".</p>												
Delimitación del contorno del MP para identificación del área en mm <sup>2</sup>													
<table border="1" data-bbox="532 869 808 968"> <thead> <tr> <th>Area</th> <th>Mean</th> <th>Min</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.422</td> <td>161.125</td> <td>96</td> <td>252</td> </tr> </tbody> </table>	Area	Mean	Min	Max	2.422	161.125	96	252	<p>Siguiente paso es aplicar la herramienta polígono y clicar hasta completar todo el contorno del microplástico de la imagen, para luego clic en la tecla "M", que activara un cuadro de resultado con el área del MP.</p>				
Area	Mean	Min	Max										
2.422	161.125	96	252										
Inserción de línea para identificar la longitud del MP													
<table border="1" data-bbox="532 1283 808 1381"> <thead> <tr> <th>Area</th> <th>Mean</th> <th>Min</th> <th>Max</th> <th>Angle</th> <th>Length</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.009</td> <td>160.733</td> <td>137.607</td> <td>202.667</td> <td>-0.790</td> <td>2.811</td> </tr> </tbody> </table>	Area	Mean	Min	Max	Angle	Length	0.009	160.733	137.607	202.667	-0.790	2.811	<p>Por último, paso se selecciona la herramienta "línea" y se delimita punto inicial perpendicular de la longitud del microplástico, seguidamente para obtener el resultado, se presiona tecla "M", mostrando nuevos datos con la longitud del MP.</p>
Area	Mean	Min	Max	Angle	Length								
0.009	160.733	137.607	202.667	-0.790	2.811								

Fuente: software ImageJ.

## Anexo 5. Equipos de laboratorio utilizados.



Tamices



Estufa



Balanza analítica



Agitador de tamices



FTIR-ATR

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 6. Contenido general de análisis de microplásticos.**

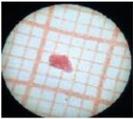
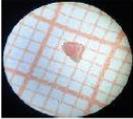
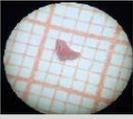
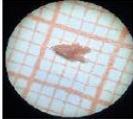
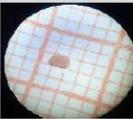
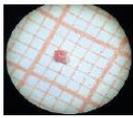
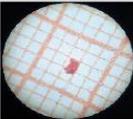
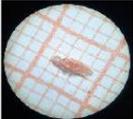
<i>MUESTRA ANALIZADA</i>	<b>TAMAÑO DE AREA (mm2)</b>																
	0.001 - 0.400	0.400 - 1.000	1.001 - 1.500	1.501 - 2.000	2.001 - 2.500	2.501- 3.000	3.001- 3.500	3.501 - 4.000	4.001- 4.500	4.501 - 5.000	5.001- 5.500	5.500 - 6.000	6.000 - 6.500	6.500 - 7.000	7.000 - 7.500	7.500 - 8.000	8.000 - 11.000
<i>PCON</i>	0	15	6	10	6	4	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
<i>PFER</i>	1	5	9	9	5	6	3	2	4	0	3	0	1	2	2	0	3
<i>PMAR</i>	0	1	3	4	4	5	1	1	3	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>SCON</i>	0	0	3	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>SFER</i>	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>TCON</i>	5	12	4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>TFER</i>	5	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>TMAR</i>	6	27	17	6	1	3	3	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0

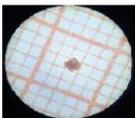
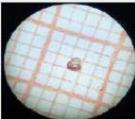
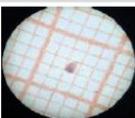
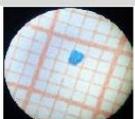
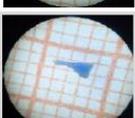
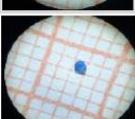
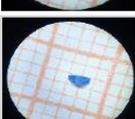
Fuente: Elaboración propia.

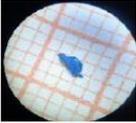
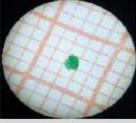
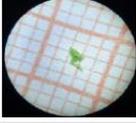
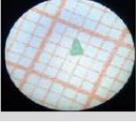
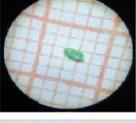
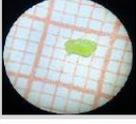
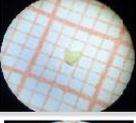
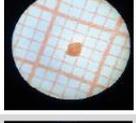
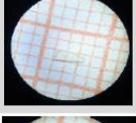
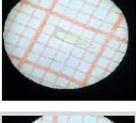
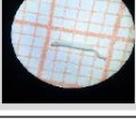
<i>MUESTRA ANALIZADA</i>	<b>TAMAÑO DE AREA (mm2)</b>										
	0.000- 1.000	1.000- 2.000	2.000 - 3.000	3.000- 4.000	4.000- 5.000	5.000- 6.000	6.000- 7.000	7.000- 8.000	8.000- 9.000	9.000- 10.000	10.000 - 11.000
<i>PCON</i>	0	20	15	6	1	4	1	0	0	0	0
<i>PFER</i>	0	18	21	10	2	5	2	0	0	1	0
<i>PMAR</i>	0	10	10	3	1	1	0	1	0	0	0
<i>SCON</i>	0	2	7	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>SFER</i>	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>TCON</i>	5	14	3	2	2	2	0	0	0	0	0
<i>TFER</i>	3	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>TMAR</i>	5	40	19	2	2	0	3	3	1	0	0

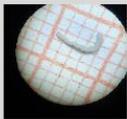
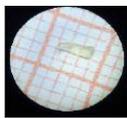
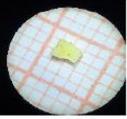
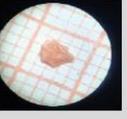
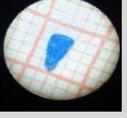
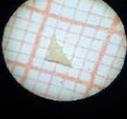
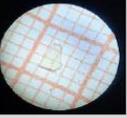
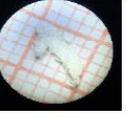
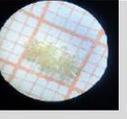
Fuente: Elaboración propia.

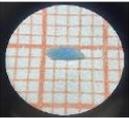
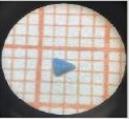
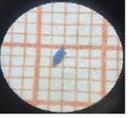
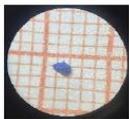
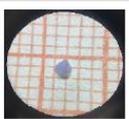
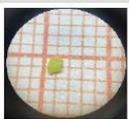
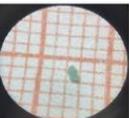
**Anexo 7. Caracterización en tamaño, forma y color de los microplásticos de las muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.**

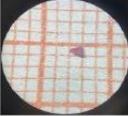
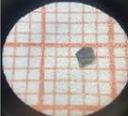
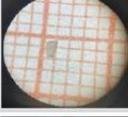
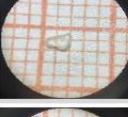
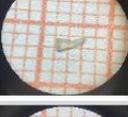
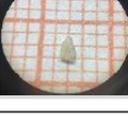
N°	CÓDIGO	ÁREA (mm)	LONGITUD (mm)	FORMA	COLOR	IMAGEN
1	1-500um-PCON	1.84	1.934	Fragmento	ROJO	
2	2-500um-PCON	1.44	1.945	Fragmento	ROJO	
3	3-500um-PCON	1.911	3.404	Fragmento	ROJO	
4	4-500um-PCON	1.566	1.667	Fragmento	ROJO	
5	5-500um-PCON	1.61	1.99	Fragmento	ROJO	
6	6-500um-PCON	2.27	2.919	Fragmento	ROJO	
7	7-500um-PCON	0.973	1.512	Fragmento	ROJO	
8	8-500um-PCON	0.795	1.36	Fragmento	ROJO	
9	9-500um-PCON	0.753	1.317	Fragmento	ROJO	
10	10-500um-PCON	0.672	1.124	Fragmento	ROJO	
11	11-500um-PCON	2.613	3.359	Fragmento	ROJO	

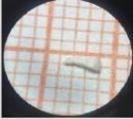
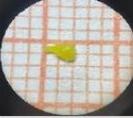
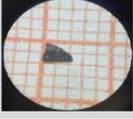
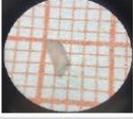
12	12-500um-PCON	0.802	1.247	Fragmento	ROJO	
13	13-500um-PCON	0.743	1.037	Fragmento	ROJO	
14	14-500um-PCON	0.449	1.103	Fragmento	ROJO	
15	15-500um-PCON	1.384	2.934	Pellet	CELESTE	
16	16-500um-PCON	0.854	1.124	Pellet	CELESTE	
17	17-500um-PCON	1.165	2.135	Fragmento	AZUL	
18	18-500um-PCON	1.303	1.745	Fragmento	CELESTE	
19	19-500um-PCON	1.609	3.402	Fragmento	CELESTE	
20	20-500um-PCON	1.108	2.03	Fragmento	CELESTE	
21	21-500um-PCON	1.582	2.708	Fragmento	AZUL	
22	22-500um-PCON	0.653	1.08	Pellet	AZUL	
23	23-500um-PCON	0.972	1.631	Pellet	AZUL	

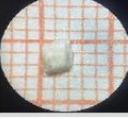
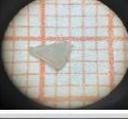
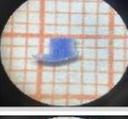
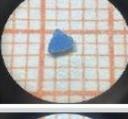
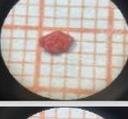
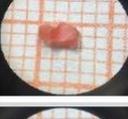
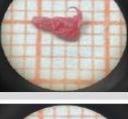
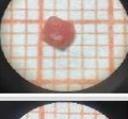
24	24-500um-PCON	1.536	2.466	Pellet	AZUL	
25	25-500um-PCON	0.794	1.17	Pellet	VERDE	
26	26-500um-PCON	0.847	2.094	Fragmento	VERDE	
27	27-500um-PCON	0.83	1.353	Pellet	CELESTE	
28	28-500um-PCON	0.929	1.674	Pellet	VERDE	
29	29-500um-PCON	2.339	2.281	Fragmento	VERDE	
30	30-500um-PCON	1.905	2.411	Pellet	AMARILLO	
31	31-500um-PCON	0.815	1.273	Fragmento	BLANCO	
32	32-500um-PCON	1.187	1.552	Fragmento	ROJO	
33	33-500um-PCON	1.662	2.489	Fragmento	TRANSPARENTE	
34	34-500um-PCON	2.165	3.42	Fragmento	TRANSPARENTE	
35	35-500um-PCON	1.816	4.429	Fragmento	BLANCO	

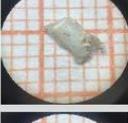
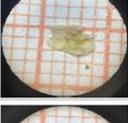
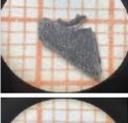
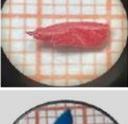
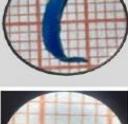
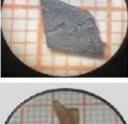
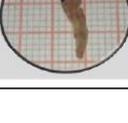
36	36-500um-PCON	2.03	2.742	Fragmento	TRANSPARENT E	
37	37-500um-PCON	2.059	5.182	Fragmento	BLANCO	
38	38-500um-PCON	2.517	3.143	Fragmento	TRANSPARENT E	
39	39-1.7mm-PCON	5.634	5.365	Fragmento	CELESTE	
40	40-1.7mm-PCON	2.959	2.485	Pellet	AMARILLO	
41	41-1.7mm-PCON	4.396	2.884	Fragmento	ROJO	
42	42-1.7mm-PCON	6.08	5.504	Fragmento	TRANSPARENT E	
43	43-1.7mm-PCON	4.739	3.323	Pellet	AZUL	
44	44-1.7mm-PCON	2.071	2.887	Fragmento	TRANSPARENT E	
45	45-1.7mm-PCON	2.696	2.311	Fragmento	TRANSPARENT E	
46	46-2mm-PCON	10.545	6.36	Fragmento	BLANCO	
47	47-2mm-PCON	7.66	5.324	Microfibra	BLANCO	

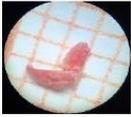
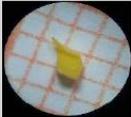
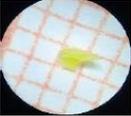
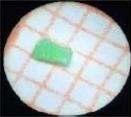
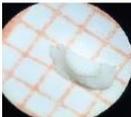
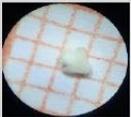
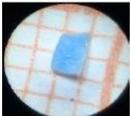
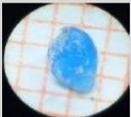
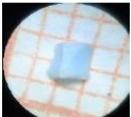
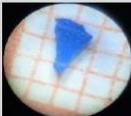
48	49-500um-PFER	0.017	3.057	Pellet	AZUL	
49	50-500um-PFER	1.605	1.812	Pellet	AZUL	
50	51-500um-PFER	0.87	1.878	Fragmento	AZUL	
51	52-500um-PFER	1.349	1.909	Fragmento	AZUL	
52	53-500um-PFER	1.058	1.474	Pellet	AZUL	
53	54-500um-PFER	1.945	2.219	Pellet	AZUL	
54	55-500um-PFER	1.372	1.532	Pellet	AZUL	
55	56-500um-PFER	1.59	2.717	Fragmento	VERDE	
56	57-500um-PFER	1.258	1.433	Pellet	AMARILLO	
57	58-500um-PFER	0.779	1.348	Fragmento	CELESTE	
58	59-500um-PFER	1.541	1.265	Fragmento	AMARILLO	
59	60-500um-PFER	2.853	3.089	Pellet	AMARILLO	

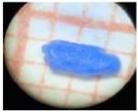
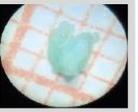
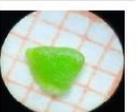
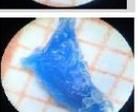
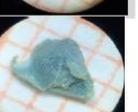
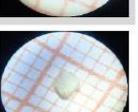
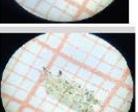
60	61-500um-PFER	1.465	1.742	Pellet	AMARILLO	
61	62-500um-PFER	0.575	1.135	Fragmento	MORADO	
62	63-500um-PFER	1.443	1.728	Fragmento	NEGRO	
63	64-500um-PFER	1.972	2.17	Fragmento	TRANSPARENTE	
64	65-500um-PFER	5.412	5.406	Fragmento	TRANSPARENTE	
65	66-500um-PFER	0.868	1.428	Fragmento	TRANSPARENTE	
66	67-500um-PFER	1.647	1.927	Fragmento	TRANSPARENTE	
67	68-500um-PFER	1.445	1.789	Fragmento	TRANSPARENTE	
68	69-500um-PFER	1.215	2.1	Fragmento	TRANSPARENTE	
69	70-500um-PFER	1.689	1.835	Fragmento	TRANSPARENTE	
70	71-500um-PFER	1.318	2.274	Fragmento	TRANSPARENTE	
71	72-500um-PFER	1.555	1.982	Fragmento	TRANSPARENTE	

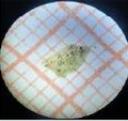
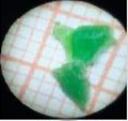
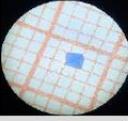
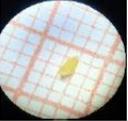
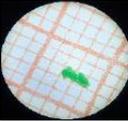
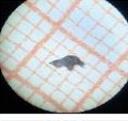
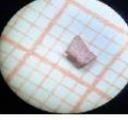
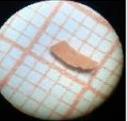
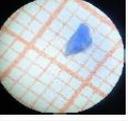
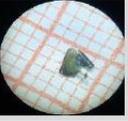
72	73-500um-PFER	0.918	1.342	Fragmento	BLANCO	
73	74-500um-PFER	2.004	2.756	Fragmento	BLANCO	
74	75-1.18mm-PFER	3.925	2.604	Pellet	AMARILLO	
75	76-1.18mm-PFER	1.841	2.076	Fragmento	AMARILLO	
76	77-1.18mm-PFER	3.172	2.781	Fragmento	NEGRO	
77	78-1.18mm-PFER	2.297	2.318	Fragmento	NEGRO	
78	79-1.18mm-PFER	2.721	2.566	Fragmento	BLANCO	
79	80-1.18mm-PFER	2.817	2.647	Fragmento	BLANCO	
80	81-1.18mm-PFER	2.84	3.143	Fragmento	TRANSPARENTE	
81	82-1.18mm-PFER	4.464	3.866	Fragmento	TRANSPARENTE	
82	83-1.18mm-PFER	3.087	2.289	Fragmento	TRANSPARENTE	
83	84-1.18mm-PFER	2.9	2.349	Fragmento	TRANSPARENTE	

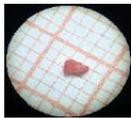
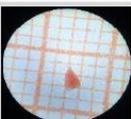
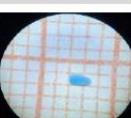
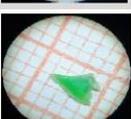
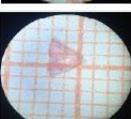
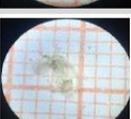
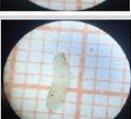
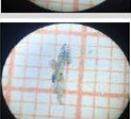
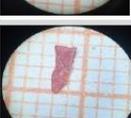
84	85-1.18mm-PFER	3.404	2.531	Fragmento	TRANSPARENT E	
85	86-1.18mm-PFER	2.38	2.421	Fragmento	TRANSPARENT E	
86	87-1.18mm-PFER	2.021	1.98	Fragmento	TRANSPARENT E	
87	88-1.7mm-PFER	5.146	2.794	Pellet	BLANCO	
88	89-1.7mm-PFER	4.343	3.254	Fragmento	TRANSPARENT E	
89	90-1.7mm-PFER	3.848	3.347	Fragmento	AZUL	
90	91-1.7mm-PFER	2.464	2.169	Pellet	AZUL	
91	92-1.7mm-PFER	2.885	2.443	Fragmento	ROJO	
92	93-1.7mm-PFER	4.147	2.882	Pellet	ROJO	
93	94-1.7mm-PFER	5.082	3.665	Fragmento	ROJO	
94	95-1.7mm-PFER	4.243	2.238	Fragmento	ROJO	
95	96-1.7mm-PFER	6.621	4.218	Fragmento	VERDE	

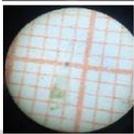
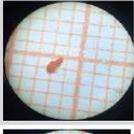
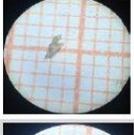
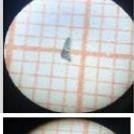
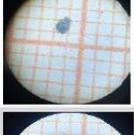
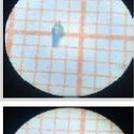
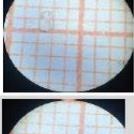
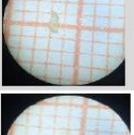
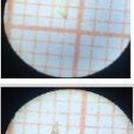
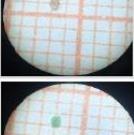
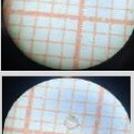
96	97-2mm- PFER	8.134	5.145	Fragmento	TRANSPARENT E	
97	98-2mm- PFER	12.827	6.331	Fragmento	TRANSPARENT E	
98	99-2mm- PFER	7.251	3.774	Fragmento	TRANSPARENT E	
99	100-2mm- PFER	10.349	6.09	Fragmento	BLANCO	
100	101-2mm- PFER	7.13	4.457	Fragmento	BLANCO	
101	102-2mm- PFER	6.527	3.722	Película	AMARILLO	
102	103-2mm- PFER	6.375	3.733	Fragmento	NEGRO	
103	104-2mm- PFER	11.907	5.761	Fragmento	NEGRO	
104	105-2mm- PFER	8.778	5.916	Pellet	ROJO	
105	106-2mm- PFER	16.748	9.763	Pellet	AZUL	
106	107-4mm- PFER	15.136	5.705	Fragmento	NEGRO	
107	108-6mm- PFER	35.249	15.684	Fragmento	ROJO	

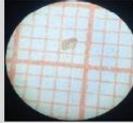
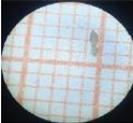
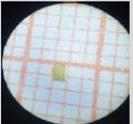
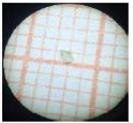
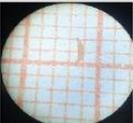
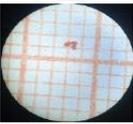
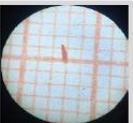
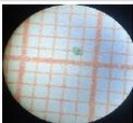
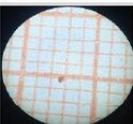
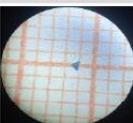
108	109-500um- PMAR	2.082	2.286	Fragmento	ROJO	
109	110-500um- PMAR	1.265	1.693	Fragmento	AMARILLO	
110	111-500um- PMAR	0.815	1.554	Fragmento	AMARILLO	
111	112-500um- PMAR	1.691	1.559	Fragmento	VERDE	
112	113-500um- PMAR	1.108	1.534	Pellet	VERDE	
113	114-500um- PMAR	1.524	1.981	Fragmento	AZUL	
114	115-500um- PMAR	2.207	2.514	Fragmento	BLANCO	
115	116-500um- PMAR	1.162	1.226	Fragmento	BLANCO	
116	117-1.18mm- PMAR	1.903	1.855	Fragmento	AZUL	
117	118-1.18mm- PMAR	3.612	2.748	Pellet	AZUL	
118	119-1.18mm- PMAR	2.072	1.665	Pellet	CELESTE	
119	120-1.18mm- PMAR	2.005	2.326	Pellet	AZUL	

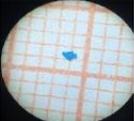
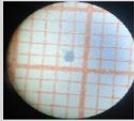
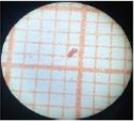
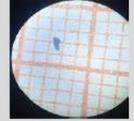
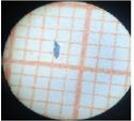
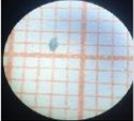
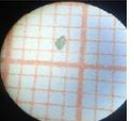
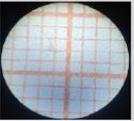
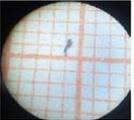
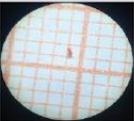
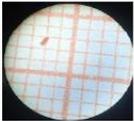
120	121-1.18mm- PMAR	2.974	2.825	Fragmento	AZUL	
121	122-1.18mm- PMAR	2.9	2.232	Fragmento	CELESTE	
122	123-1.18mm- PMAR	3.351	1.982	Fragmento	VERDE	
123	124-1.18mm- PMAR	1.648	1.806	Fragmento	VERDE	
124	125-1.18mm- PMAR	2.805	2.81	Fragmento	ROJO	
125	126-1.18mm- PMAR	4.338	3.978	Fragmento	TRANSPARENT E	
126	127-1.7mm- PMAR	6.242	4.369	Fragmento	AZUL	
127	128-1.7mm- PMAR	4.249	3.151	Pellet	AZUL	
128	129-1.7mm- PMAR	4.212	2.927	Fragmento	AZUL	
129	130-1.7mm- PMAR	2.689	2.376	Fragmento	AMARILLO	
130	131-1.7mm- PMAR	2.869	2.301	Fragmento	BLANCO	
131	132-1.7mm- PMAR	6.936	5.087	Película	TRANSPARENT E	

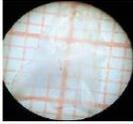
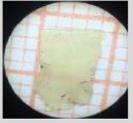
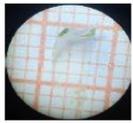
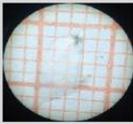
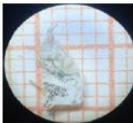
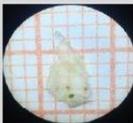
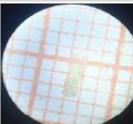
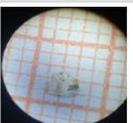
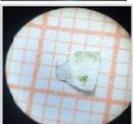
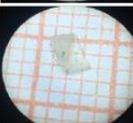
132	133-1.7mm- PMAR	5.332	3.803	Película	AMARILLO	
133	133-2mm- PMAR	15.918	7.02	Fragmento	VERDE	
134	134-2mm- PMAR	48.328	69.263	Microfibra	BLANCO	
135	135-500um- SCON	1.382	1.357	Fragmento	AZUL	
136	136-500um- SCON	1.327	1.917	Fragmento	AMARILLO	
137	137-500um- SCON	1.511	2.182	Fragmento	VERDE	
138	138-500um- SCON	1.365	2.389	Fragmento	NEGRO	
139	139-1.18mm- SCON	2.352	2.244	Fragmento	ROJO	
140	140-1.18mm- SCON	2.774	2.2	Fragmento	ROJO	
141	141-1.18mm- SCON	3.5	3.397	Fragmento	Anaranjado	
142	142-1.18mm- SCON	2.829	2.77	Fragmento	AZUL	
143	143-1.18mm- SCON	3.943	2.682	Película	NEGRO	

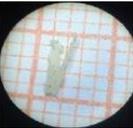
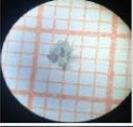
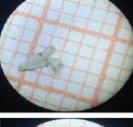
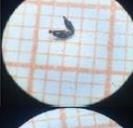
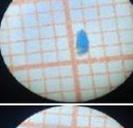
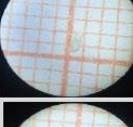
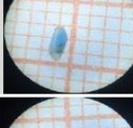
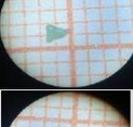
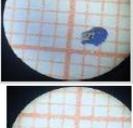
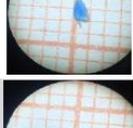
144	144-1.7mm- SCON	3.546	2.19	Fragmento	AZUL	
145	145-1.7mm- SCON	10.65	6.566	Pellet	CELESTE	
146	146-500um- SFER	1.671	1.851	Fragmento	ROJO	
147	147-500um- SFER	1.284	1.949	Fragmento	ROJO	
148	148-500um- SFER	1.024	1.514	Fragmento	CELESTE	
149	149-500um- SFER	1.26	2.341	Fragmento	CELESTE	
150	150-1.7mm- SFER	5.206	3.734	Fragmento	VERDE	
151	151-1.18mm- TCON	4.514	3.207	Película	Rojo	
152	152-1.18mm- TCON	7.966	4.171	Película	Transparente	
153	153-1.18mm- TCON	5.861	5.025	Fragmento	Transparente	
154	154-1.18mm- TCON	3.344	4.692	Fragmento	Azul	
155	155-1.18mm- TCON	3.987	3.909	Fragmento	Rojo	

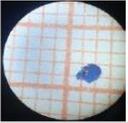
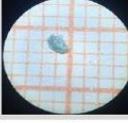
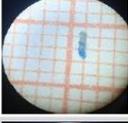
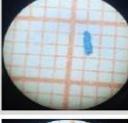
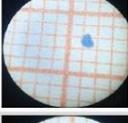
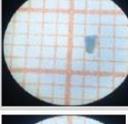
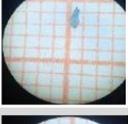
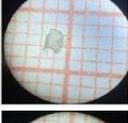
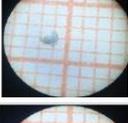
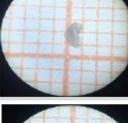
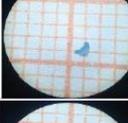
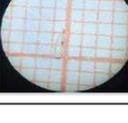
156	156-500um- TCON	4.453	5.299	Película	Transparente	
157	157-500um- TCON	0.775	1.567	Fragmento	Rojo	
158	158-500um- TCON	1.287	2.358	Fragmento	Negro	
159	159-500um- TCON	0.834	1.886	Fragmento	Azul	
160	160-500um- TCON	0.878	1.343	Fragmento	AZUL	
161	161-500um- TCON	1.248	2.042	Fragmento	Celeste	
162	162-500um- TCON	1.543	1.719	Fragmento	Transparente	
163	163-500um- TCON	0.855	1.689	Fragmento	Transparente	
164	164-500um- TCON	1.479	1.907	Fragmento	Transparente	
165	165-500um- TCON	0.748	1.722	Fragmento	Rojo	
166	166-500um- TCON	0.589	0.97	Fragmento	Verde	
167	167-500um- TCON	0.932	1.169	Fragmento	Transparente	

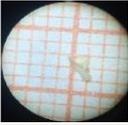
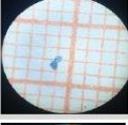
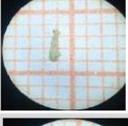
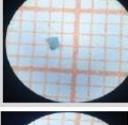
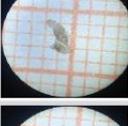
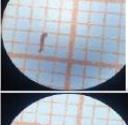
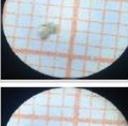
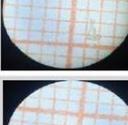
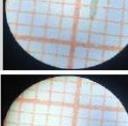
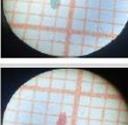
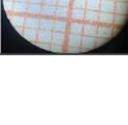
168	168-500um- TCON	0.732	1.844	Fragmento	Verde	
169	169-500um- TCON	0.755	1.279	Fragmento	Rojo	
170	170-500um- TCON	0.83	2.012	Fragmento	Negro	
171	171-500um- TCON	1.095	1.537	Fragmento	Amarillo	
172	172-500um- TCON	0.746	1.148	Fragmento	Transparente	
173	173-355um- TCON	0.698	1.817	Fragmento	Rojo	
174	174-355um- TCON	0.337	0.953	Fragmento	Rojo	
175	175-355um- TCON	0.359	1.4	Fragmento	Rojo	
176	176-355um- TCON	0.356	0.753	Fragmento	Verde	
177	177-355um- TCON	0.132	0.545	Fragmento	Rojo	
178	178-355um- TCON	0.233	0.723	Fragmento	Azul	
179	179-500um- TFER	2.189	2.344	Fragmento	Rojo	

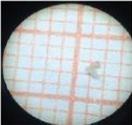
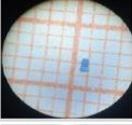
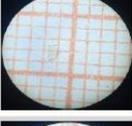
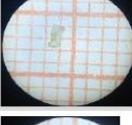
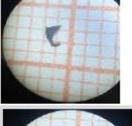
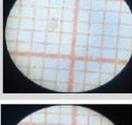
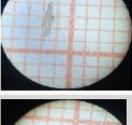
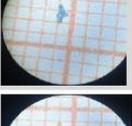
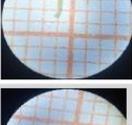
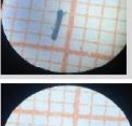
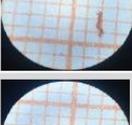
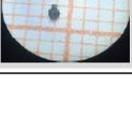
180	180-500um-TFER	0.489	1.022	Fragmento	Celeste	
181	181-500um-TFER	0.527	1.168	Fragmento	Celeste	
182	182-500um-TFER	0.246	0.818	Fragmento	Rojo	
183	183-500um-TFER	0.36	1.042	Fragmento	Azul	
184	184-500um-TFER	0.437	1.341	Fragmento	Azul	
185	185-500um-TFER	0.542	1.094	Fragmento	Celeste	
186	186-500um-TFER	0.521	1.063	Fragmento	Transparente	
187	187-355um-TFER	0.374	1.076	Fragmento	Transparente	
188	188-355um-TFER	0.421	1.392	Fragmento	Azul	
189	189-355um-TFER	0.187	0.762	Fragmento	Rojo	
190	190-355um-TFER	0.203	0.782	Fragmento	Rojo	
191	191-2mm-TMAR	17.655	7.033	Lamina	Azul	

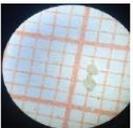
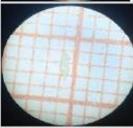
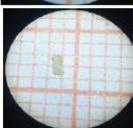
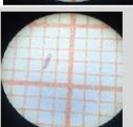
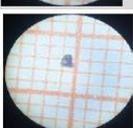
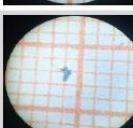
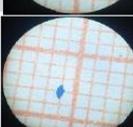
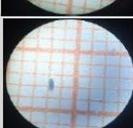
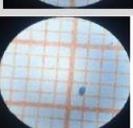
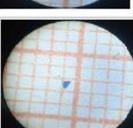
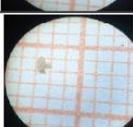
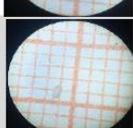
192	192-2.36mm-TMAR	39.699	8.412	Lamina	Transparente	
193	193-2mm-TMAR	24.863	6.508	Lamina	Transparente	
194	194-2mm-TMAR	17.28	7.929	Lamina	Transparente	
195	195-2mm-TMAR	13.748	7.102	Lamina	Transparente	
196	196-2mm-TMAR	12.977	6.635	Fragmento	Blanco	
197	197-2mm-TMAR	11.23	6.097	Lamina	Transparente	
198	198-1.18mm-TMAR	3.294	3.178	Fragmento	Transparente	
199	199-1.18mm-TMAR	7.071	4.88	Fragmento	Transparente	
200	200-1.18mm-TMAR	3.445	2.164	Lamina	Transparente	
201	201-1.18mm-TMAR	6.838	2.982	Fragmento	Blanco	
202	202-1.18mm-TMAR	3.166	2.667	Fragmento	Transparente	
203	203-1.18mm-TMAR	5.504	2.897	Fragmento	Transparente	

204	204-1.18mm-TMAR	4.358	4.61	Fragmento	Transparente	
205	205-1.18mm-TMAR	2.506	2.297	Fragmento	Plomo	
206	206-1.18mm-TMAR	1.822	2.593	Fragmento	Negro	
207	207-1.18mm-TMAR	2.812	2.89	Fragmento	Blanco	
208	208-1.18mm-TMAR	1.067	1.784	Fragmento	Negro	
209	209-500um-TMAR	1.151	1.786	Fragmento	Celeste	
210	210-500um-TMAR	0.796	1.582	Fragmento	Blanco	
211	211-500um-TMAR	2.109	2.522	Fragmento	Celeste	
212	212-500um-TMAR	1.462	1.893	Fragmento	Celeste	
213	213-500um-TMAR	1.842	1.902	Fragmento	Azul	
214	214-500um-TMAR	1.472	2.285	Fragmento	Celeste	
215	215-500um-TMAR	3.56	3.145	Fragmento	Transparente	

216	216-500um-TMAR	1.96	1.868	Fragmento	Azul	
217	217-500um-TMAR	1.531	1.702	Fragmento	Celeste	
218	218-500um-TMAR	1.009	2.215	Fragmento	Azul	
219	219-500um-TMAR	0.932	1.971	Fragmento	Celeste	
220	220-500um-TMAR	0.698	1.047	Fragmento	Celeste	
221	221-500um-TMAR	1.024	1.491	Fragmento	Celeste	
222	222-500um-TMAR	0.81	1.7	Fragmento	Celeste	
223	223-500um-TMAR	1.9	1.888	Fragmento	Blanco	
224	224-500um-TMAR	1.07	1.318	Fragmento	Celeste	
225	225-500um-TMAR	1.497	1.99	Fragmento	Transparente	
226	226-500um-TMAR	0.618	1.021	Fragmento	Celeste	
227	227-500um-TMAR	1.177	2.357	Fragmento	Transparente	

228	228-500um-TMAR	1.971	2.321	Lamina	Transparente	
229	229-500um-TMAR	0.475	1.159	Fragmento	Azul	
230	230-500um-TMAR	1.281	2.565	Fragmento	Transparente	
231	231-500um-TMAR	0.624	0.972	Fragmento	Celeste	
232	232-500um-TMAR	2.68	2.884	Fragmento	Transparente	
233	233-500um-TMAR	1.115	2.701	Fragmento	Transparente	
234	234-500um-TMAR	0.356	1.463	Fragmento	Rojo	
235	235-500um-TMAR	1.375	1.558	Fragmento	Transparente	
236	236-500um-TMAR	0.923	1.664	Fragmento	Transparente	
237	237-500um-TMAR	0.663	1.83	Fragmento	Transparente	
238	238-500um-TMAR	0.686	1.073	Fragmento	Celeste	
239	239-500um-TMAR	0.774	1.605	Fragmento	Rojo	

240	240-500um-TMAR	1.017	1.544	Fragmento	Transparente	
241	241-500um-TMAR	0.53	0.98	Fragmento	Celeste	
242	242-500um-TMAR	0.777	1.324	Fragmento	Transparente	
243	243-500um-TMAR	1.368	1.777	Fragmento	Transparente	
244	244-500um-TMAR	0.984	1.611	Fragmento	Negro	
245	245-500um-TMAR	0.552	1.087	Fragmento	Transparente	
246	246-500um-TMAR	1.341	2.803	Fragmento	Transparente	
247	247-500um-TMAR	0.572	1.446	Fragmento	Celeste	
248	248-500um-TMAR	0.81	2.456	Fragmento	Transparente	
249	249-500um-TMAR	0.983	2.499	Fragmento	Azul	
250	250-500um-TMAR	0.511	1.91	Fragmento	Rojo	
251	251-500um-TMAR	0.751	1.515	Fragmento	Negro	

252	252-500um-TMAR	0.988	1.877	Fragmento	Transparente	
253	253-500um-TMAR	1.016	2.202	Fragmento	Transparente	
254	254-500um-TMAR	0.411	1.614	Fragmento	Rojo	
255	255-500um-TMAR	0.341	1.296	Fragmento	Rojo	
256	256-500um-TMAR	1.056	1.735	Fragmento	Transparente	
257	257-500um-TMAR	0.408	1.392	Fragmento	Transparente	
258	258-500um-TMAR	0.772	1.06	Fragmento	Azul	
259	259-500um-TMAR	0.44	1.054	Fragmento	Celeste	
260	260-500um-TMAR	0.357	1.03	Fragmento	Celeste	
261	261-500um-TMAR	0.292	0.906	Fragmento	Azul	
262	262-500um-TMAR	0.23	0.666	Fragmento	Azul	
263	263-500um-TMAR	0.193	0.667	Fragmento	Azul	
264	264-500um-TMAR	0.699	1.301	Fragmento	Transparente	
265	265-500um-TMAR	0.548	1.256	Fragmento	Transparente	

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO



Figura N°1. Muestra de partícula de plástico color celeste analizada.

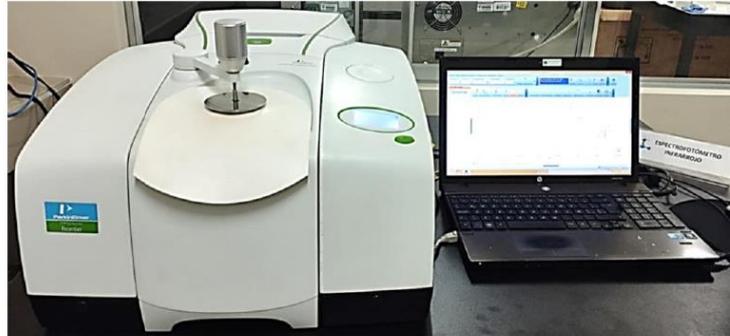


FIGURA N°2. Espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR – ATR) PERKIN ELMER. FRONTIER Serie: 102921.

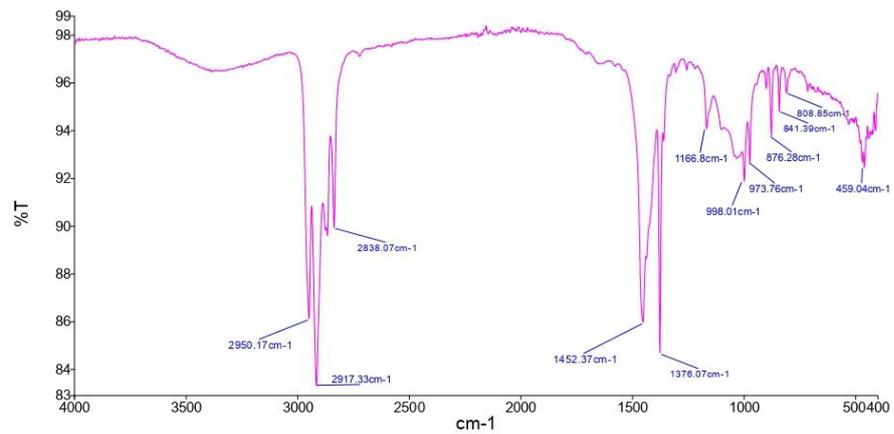
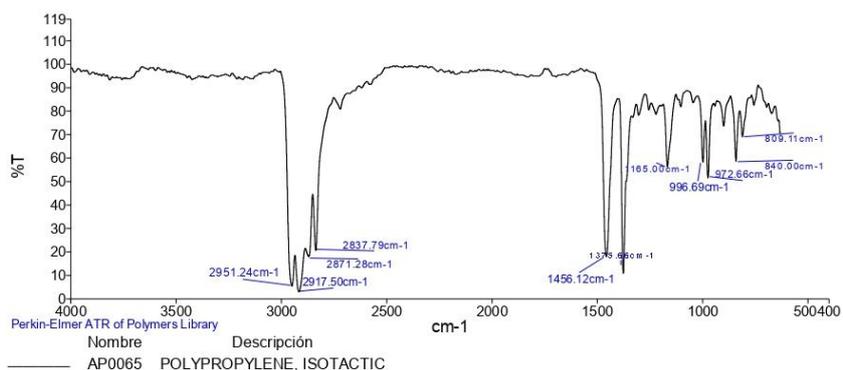


Figura N°3. Espectro infrarrojo de la muestra.

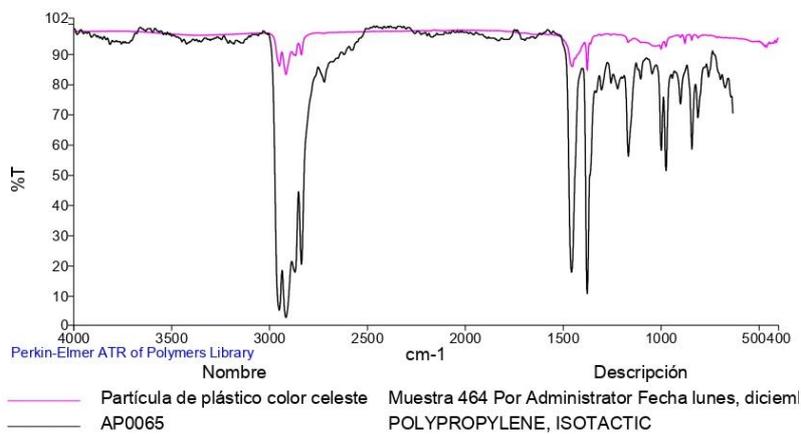


**Tabla N°1.** Tabla de frecuencias de absorción del espectro infrarrojo de la muestra

N°	Frecuencias de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )
1	2950.17
2	2917.33
3	2838.07
4	1452.37
5	1376.07
6	1166.80
7	998.01
8	973.76
9	876.28
10	841.39
11	808.85
12	459.04



**Figura N°4.** Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).



**Figura N°5.** Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.



Tabla Nº2. Frecuencias de absorción infrarrojo y tipos de vibración del material

Frecuencia de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )	Tipo de vibración	Asignación Las frecuencias de absorción del espectro FTIR de la muestra corresponden a:
2950.17	C-H estiramiento	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \left[ \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n \\ \text{Polipropileno} \end{array}$
2917.33	C-H estiramiento	
2838.07	C-H estiramiento	
1452.37	CH <sub>2</sub> flexión	
1376.07	CH <sub>3</sub> flexión	
1166.80	C-H flexión, CH <sub>3</sub> rock C-C estiramiento	
998.01	CH <sub>3</sub> rock, CH <sub>3</sub> flexión CH flexión	
973.76	CH <sub>3</sub> rock, C-C estiramiento	
841.39	CH <sub>2</sub> rock, C-CH <sub>3</sub> estiramiento	
808.85	CH <sub>2</sub> rock, C-C estiramiento C-CH estiramiento	
<b>OBSERVACIÓN</b>	La muestra presenta frecuencias de absorción del espectro infrarrojo que corresponden al compuesto Polipropileno	



## Muestra de microplástico de color verde



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME DE ENSAYO N° 1500 – 23 – LABICER

1. DATOS DEL CLIENTE
  - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : YOSSELIN VANESSA CHAIÑA QUISPE
  - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 73093045
  - 1.3. DIRECCIÓN : --
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 29 / 11 / 2023
  - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 05 / 12 / 2023
  - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 11 / 12 / 2023
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA
4. DATOS DE LA MUESTRA
  - 4.1. TIPO DE MUESTRA : PLÁSTICO
  - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE PARTÍCULA DE PLÁSTICO/ COLOR VERDE
  - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE DE VIDRIO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS : LABORATORIO LABICER - UNI
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.0 °C; Humedad relativa: 64 %
7. RESULTADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	ÍNDICE DE CORRELACIÓN <sup>(2)</sup>	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Identificación del material	El perfil del espectro infrarrojo de la muestra presenta frecuencias de absorción que corresponden al compuesto de polietileno. (Ver Anexo, Figuras N°2, 3 y 4, Tablas N°1 y 2).	0.863414	Espectrofotometría Infrarroja de Transformadas de Fourier - Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR)

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente. Equipo: Espectrofotómetro Infrarrojo de Transformadas de Fourier - Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR), PERKIN ELMER, FRONTIER.

<sup>(2)</sup> La identificación (análisis cualitativo) de los compuestos es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo utilizando su librería. La probabilidad se mide por el Índice de correlación (IC) de 0 a 1. Normalmente se usa el rango de IC de 0.85 a 1.

<sup>(3)</sup> La muestra pasó por un proceso de limpieza previo análisis.

#### 8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

  
Bach. Natalia Quispe G.  
Analista  
LABICER –UNI



  
M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

#### NOTAS:

1. LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
2. LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
3. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

## ANEXO



Figura N°1. Muestra de partícula de plástico color verde analizada.



FIGURA N°2. Espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR – ATR)  
PERKIN ELMER. FRONTIER Serie: 102921.

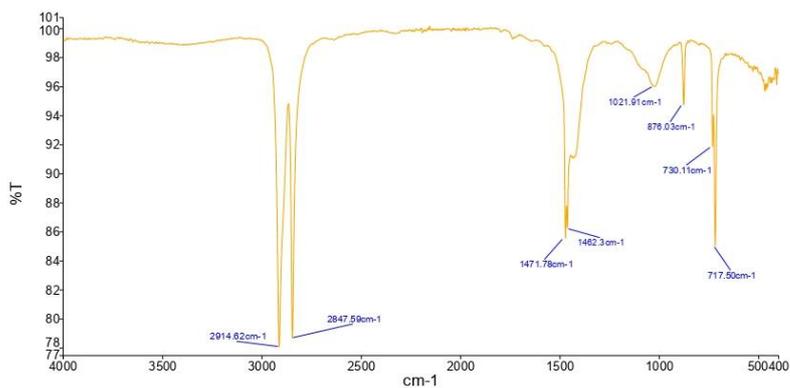
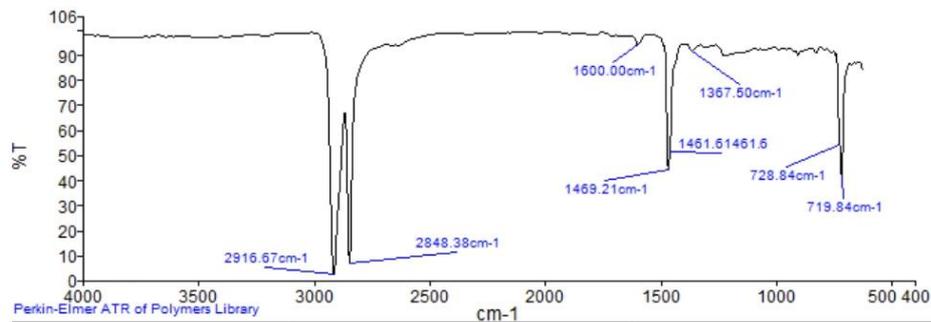


Figura N°3. Espectro infrarrojo de la muestra.

Tabla N°1. Tabla de frecuencias de absorción del espectro infrarrojo de la muestra

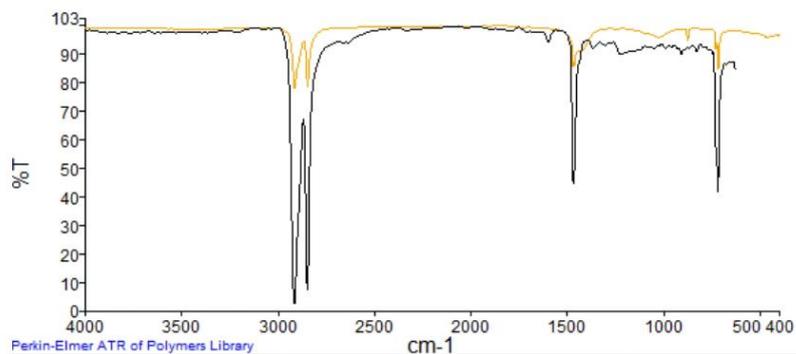
N°	Frecuencias de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )
1	2914.62
2	2847.59
3	1471.78
4	1462.30
5	1021.91
6	876.03
7	730.11
8	717.50





Nombre	Descripción
AP0049	POLYETHYLENE

Figura N°4. Espectro infrarrojo del estándar de polietileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).



Nombre	Descripción
Muestra 465 Por Administrator Fecha martes...	
AP0049	POLYETHYLENE

Figura N°5. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.

Tabla N°2. Frecuencias de absorción infrarrojo y tipos de vibración del material



Frecuencia de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )	Tipo de vibración	Asignación Las frecuencias de absorción del espectro FTIR de la muestra corresponden a:
2914.62	C-H Tensión asimétrica	$\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n$
2847.59	C-H Tensión simétrica	
1471.78	-CH <sub>2</sub> - Flexión (tijera)	
1462.30	-CH <sub>2</sub> - Flexión (tijera)	
730.11	-CH <sub>2</sub> - Flexión (balanceo)	
717.50		
<b>OBSERVACIÓN</b>	La muestra presenta frecuencias de absorción del espectro infrarrojo que corresponden al compuesto de polietileno.	

# Muestra de microplástico de color negro



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



## INFORME DE ENSAYO N° 1501 – 23 – LABICER

1. DATOS DEL CLIENTE
  - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : YOSSELIN VANESSA CHAIÑA QUISPE
  - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 73093045
  - 1.3. DIRECCIÓN : --
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 29 / 11 / 2023
  - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 05 / 12 / 2023
  - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 11 / 12 / 2023
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA
4. DATOS DE LA MUESTRA
  - 4.1. TIPO DE MUESTRA : PLÁSTICO
  - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE PARTÍCULA DE PLÁSTICO/ COLOR NEGRO
  - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE DE VIDRIO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS : LABORATORIO LABICER - UNI
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.0 °C; Humedad relativa: 64 %
7. RESULTADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	ÍNDICE DE CORRELACIÓN <sup>(2)</sup>	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Identificación del material	El perfil del espectro infrarrojo de la muestra presenta frecuencias de absorción que corresponden al compuesto de polipropileno. (Ver Anexo, Figuras N°2, 3 y 4, Tablas N°1 y 2).	0.964199	Espectrofotometría Infrarroja de Transformadas de Fourier-Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR)

<sup>(1)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente. Equipo: Espectrofotómetro Infrarrojo de Transformadas de Fourier - Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR). PERKIN ELMER, FRONTIER.

<sup>(2)</sup> La identificación (análisis cualitativo) de los compuestos es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo utilizando su librería. La probabilidad se mide por el Índice de correlación (IC) de 0 a 1. Normalmente se usa el rango de IC de 0.85 a 1.

<sup>(3)</sup> La muestra pasó por un proceso de limpieza previo análisis.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

  
Bach. Natalia Quispe G.  
Analista  
LABICER –UNI



  
M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

### NOTAS:

1. LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
2. LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
3. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

Tabla N°1. Tabla de frecuencias de absorción del espectro infrarrojo de la muestra

N°	Frecuencias de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )
1	2950.38
2	2916.81
3	2868.16
4	2838.09
5	1576.85
6	1540.75
7	1456.33
8	1376.11
9	1166.61
10	997.80
11	973.15
12	840.99
13	808.51
14	458.09

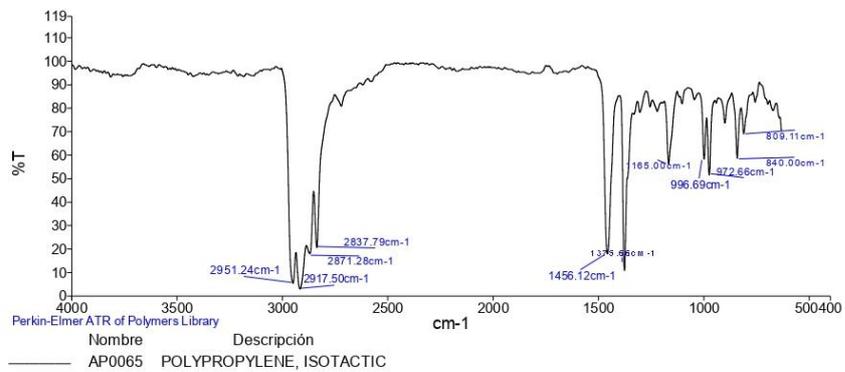


Figura N°4. Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).

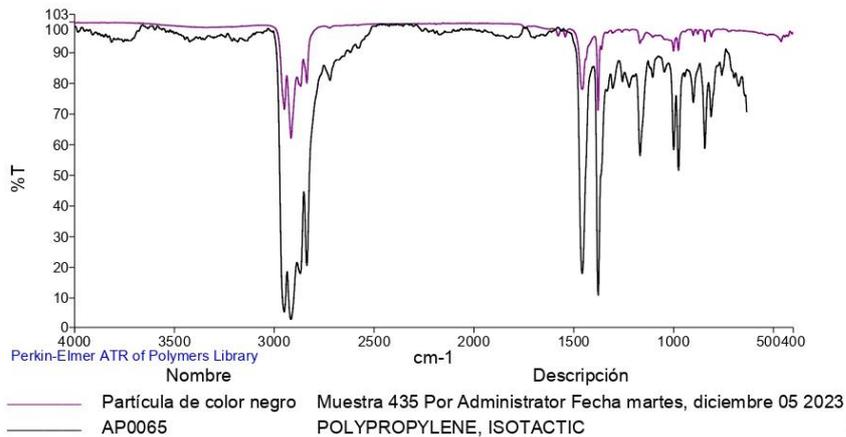
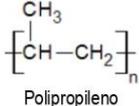


Figura N°5. Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.



Tabla Nº2. Frecuencias de absorción infrarrojo y tipos de vibración del material

Frecuencia de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )	Tipo de vibración	Asignación Las frecuencias de absorción del espectro FTIR de la muestra corresponden a:
2950.38	C-H estiramiento	 <p>Polipropileno</p>
2916.81	C-H estiramiento	
2838.09	C-H estiramiento	
1456.33	CH <sub>2</sub> flexión	
1376.11	CH <sub>3</sub> flexión	
1166.61	C-H flexión, CH <sub>3</sub> rock C-C estiramiento	
997.80	CH <sub>3</sub> rock, CH <sub>3</sub> flexión CH flexión	
973.15	CH <sub>3</sub> rock, C-C estiramiento	
840.99	CH <sub>2</sub> rock, C-CH <sub>3</sub> estiramiento	
808.51	CH <sub>2</sub> rock, C-C estiramiento C-CH estiramiento	
<b>OBSERVACIÓN</b>	La muestra presenta frecuencias de absorción del espectro infrarrojo que corresponden al compuesto Polipropileno	



## Muestra de microplástico de color transparente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO LABICER  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME DE ENSAYO N° 1502 – 23 – LABICER

1. DATOS DEL CLIENTE
  - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : YOSSELIN VANESSA CHAIÑA QUISPE
  - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 73093045
  - 1.3. DIRECCIÓN : --
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
  - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 29 / 11 / 2023
  - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 05 / 12 / 2023
  - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 11 / 12 / 2023
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA
4. DATOS DE LA MUESTRA
  - 4.1. TIPO DE MUESTRA : PLÁSTICO
  - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE PARTÍCULA DE PLÁSTICO/COLOR TRANSPARENTE
  - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE DE VIDRIO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS : LABORATORIO LABICER - UNI
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.0 °C; Humedad relativa: 64 %
7. RESULTADOS

PARÁMETRO	RESULTADO	ÍNDICE DE CORRELACIÓN <sup>(2)</sup>	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Identificación del material	El perfil del espectro infrarrojo de la muestra presenta frecuencias de absorción que corresponden al compuesto de polipropileno. (Ver Anexo, Figuras N°2, 3 y 4, Tablas N°1 y 2).	0.89869	Espectrofotometría Infrarroja de Transformadas de Fourier - Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR)

<sup>(1)</sup> La identificación (análisis cualitativo) de los compuestos es el resultado probabilístico obtenido por el software del equipo utilizando su librería. La probabilidad se mide por el Índice de correlación (IC) de 0 a 1. Normalmente se usa el rango de IC de 0.85 a 1.

<sup>(2)</sup> Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente. Equipo: Espectrofotómetro Infrarrojo de Transformadas de Fourier - Reflectancia total atenuada (FTIR-ATR). PERKIN ELMER, FRONTIER.

<sup>(3)</sup> La muestra pasó por un proceso de limpieza previo análisis.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO  
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

  
Bach. Natalia Quispe G.  
Analista  
LABICER –UNI



  
M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

#### NOTAS:

1. LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
2. LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
3. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

## ANEXO



Figura N°1. Muestra de partícula de plástico color transparente analizada.



FIGURA N°2. Espectrofotómetro infrarrojo de reflectancia total atenuada (FTIR – ATR)  
PERKIN ELMER. FRONTIER Serie: 102921.

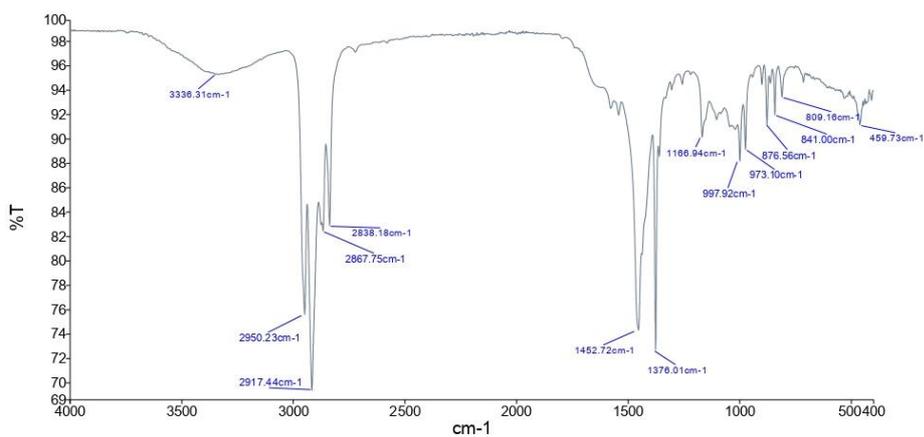
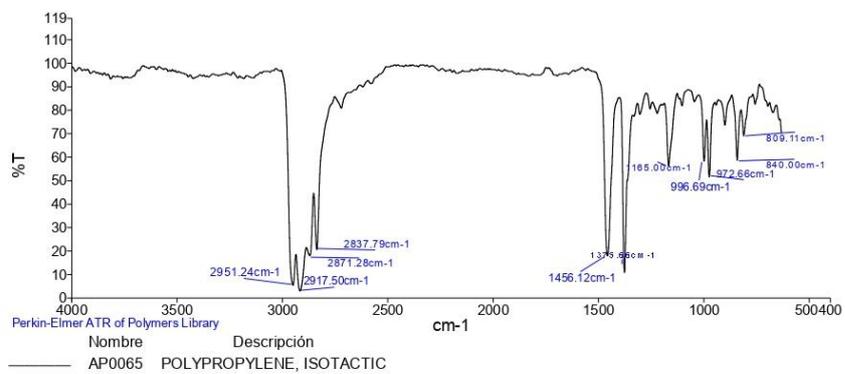


Figura N°3. Espectro infrarrojo de la muestra.

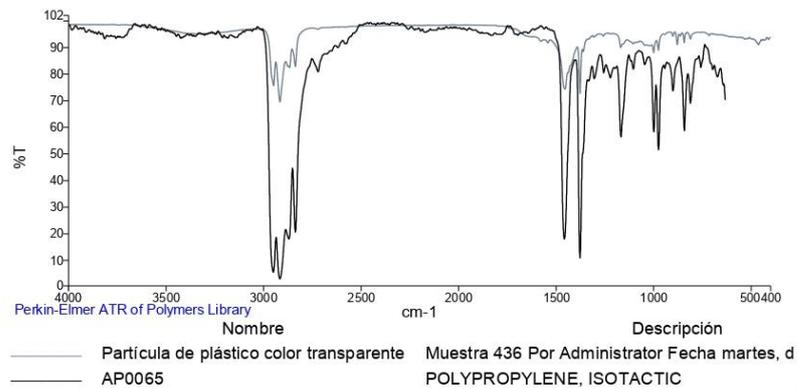


**Tabla N°1.** Tabla de frecuencias de absorción del espectro infrarrojo de la muestra

N°	Frecuencias de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )
1	3336.31
2	2950.23
3	2917.44
4	2867.75
5	2838.18
6	1452.72
7	1376.01
8	1166.94
9	997.92
10	973.10
11	876.56
12	841.00
13	809.16
14	459.73



**Figura N°4.** Espectro infrarrojo del estándar de polipropileno. (Librería PolyATR de Perkin Elmer).



**Figura N°5.** Comparación de los espectros infrarrojo de la muestra y del estándar.



Tabla N°2. Frecuencias de absorción infrarrojo y tipos de vibración del material

Frecuencia de absorción del espectro (cm <sup>-1</sup> )	Tipo de vibración	Asignación Las frecuencias de absorción del espectro FTIR de la muestra corresponden a:
2950.23	C-H estiramiento	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \left[ \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n \\ \text{Polipropileno} \end{array}$
2917.44	C-H estiramiento	
2838.18	C-H estiramiento	
1452.72	CH <sub>2</sub> flexión	
1376.01	CH <sub>3</sub> flexión	
1166.94	C-H flexión, CH <sub>3</sub> rock C-C estiramiento	
997.92	CH <sub>3</sub> rock, CH <sub>3</sub> flexión CH flexión	
973.10	CH <sub>3</sub> rock, C-C estiramiento	
841.00	CH <sub>2</sub> rock, C-CH <sub>3</sub> estiramiento	
809.16	CH <sub>2</sub> rock, C-C estiramiento C-CH estiramiento	
<b>OBSERVACIÓN</b>	La muestra presenta frecuencias de absorción del espectro infrarrojo que corresponden al compuesto Polipropileno	



## Anexo 9. Cronograma de ejecución.

Se presentan detalladamente las actividades que se ejecutarán en el semestre académico 2023 - II, seccionada semanalmente en la tabla N° 15.

Tabla 15. Cronograma de ejecución del Proyecto de investigación

N°	Actividades	X Ciclo (Periodo 2023 - II)															
		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1	Búsqueda de información bibliográfica (elección de tema de investigación)	x															
2	Redacción de introducción, justificación, objetivos, planteamiento del problema e hipótesis)	+	+														
3	Elaboración de marco teórico (antecedentes y conceptos)		+	+													
4	Ejecución de la metodología (población, muestra, muestreo, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos, método de análisis de datos y aspectos éticos)			+	+												
5	Aspectos administrativos (recurso y presupuestos, financiamiento, cronograma de ejecución)			+	+	+											
6	Procedimiento para muestreo de microplásticos preliminar (Identificación de zona de estudio, codificación de contenedores de muestras y selección de puntos de muestreo)				+	+	+										
7	Toma de Muestras: arena de playa, sedimento y agua superficial del mar en las tres playas arenosas de Ancón					+	+	+									
8	Análisis de microplásticos: tratamiento de muestras, separación por densidad de microplásticos, caracterización de microplásticos (Microscopio fluorescente, Análisis FTIR) y Análisis de datos.							+	+	+							
9	Análisis e interpretación de los resultados y discusión								+	+							
10	Redacción conclusiones, recomendaciones								+	+	+						
11	Revisión del proyecto de investigación final de la tesis por el asesor de investigación											+					
12	Aprobación del proyecto de investigación final de tesis por el jurado de investigación.												+				
13	Redacción del artículo científico	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
14	Sustentación del proyecto final de tesis																+

Fuente: Elaboración propia.



## Ficha 2. Peso total de microplásticos por punto de muestreo

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
Ficha 2		Peso total de microplástico por punto de muestreo	
Título		Cuantificación y Dispersión de Microplásticos en las Playas Arenosas de Lima Norte, Perú	
Línea de investigación		Tratamiento y gestión de los residuos	
Responsables		Chaiña Quispe Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander	
Asesor		Mgt. Cabello Torres, Rita Jacqueline	
Datos muestras de arena / sedimento / agua de mar superficial de playas de Ancón			
Muestra		Peso	Observaciones
ARENA	PCON	PCON1	
		PCON2	
		PCON3	
		PCON4	
		PCON5	
	PFER	PFER1	
		PFER2	
		PFER3	
		PFER4	
		PFER5	
	PMAR	PMAR1	
		PMAR2	
		PMAR3	
		PMAR4	
		PMAR5	
SEDIMENTO	SCON		
	SFER		
	SMAR		
AGUA DE MAR SUPERFICIAL	TCON		
	TFER		
	TMAR		

### Ficha 3. Caracterización de microplásticos según muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>					
Ficha 3	Caracterización de microplásticos según muestreo de arena, sedimento y agua de mar superficial				
Título	Cuantificación y Dispersión de Microplásticos en las Playas Arenosas de Lima Norte, Perú				
Línea de investigación	Tratamiento y gestión de los residuos				
Responsables	Chaiña Quispe Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander				
Asesor	Mgt. Cabello Torres, Rita Jacqueline				
Datos caracterización microplastico					
Muestra	Tamaño		Color	Forma	Descripción
	Área (mm <sup>2</sup> )	Longitud (mm)			
PCON	PCON1				
	PCON2				
	PCON3				
	PCON4				
	PCON5				
PFER	PFER1				
	PFER2				
	PFER3				
	PFER4				
	PFER5				
PMAR	PMAR1				
	PMAR2				
	PMAR3				
	PMAR4				
	PMAR5				
SCON					
SFER					
SMAR					
TCON					
TFER					
TMAR					

## Anexo 11. Validación de Ficha 1. Recolección y datos in situ: muestra y ubicación.

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1 - Recolección de datos in situ: muestra y ubicación.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaiña Quispe, Yosselin Vanessa**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------

Lima, 06 de junio del 2023



DNI: 07268863

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**  
 5.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 5.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**  
 5.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1 - Recolección de datos in situ: muestra y ubicación.**  
 5.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaíña Quispe, Yosselin Vanessa**

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											x		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											x		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											x		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											x		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											x		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											x		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											x		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											x		

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------

Lima, 06 de junio del 2023



DNI: 40231227

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### IX. DATOS GENERALES

- 9.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**  
 9.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**  
 9.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**  
 9.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1 - Recolección de datos in situ: muestra y ubicación.**  
 9.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaña Quispe, Yosselin Vanessa**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											x		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											x		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											x		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											x		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											x		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											x		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											x		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											x		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											x		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											x		

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
DNI 40323063

Lima, 06 de junio del 2023

## Anexo 12. Validación de Ficha 2. Peso total de microplástico por punto de muestreo.

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2 - Peso total de microplástico por punto de muestreo.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaiña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

#### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

#### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



DNI: 07268863

Lima, 06 de junio del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### IX. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2 - Peso total de microplástico por punto de muestreo.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaíña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----



DNI: 40231227

Lima, 06 de junio del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XIII. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA-ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2 - Peso total de microplástico por punto de muestreo.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaiña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------

  
 Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
 DNI 40323063

Lima, 06 de junio del 2023

## Anexo 13. Validación de Ficha 3. Caracterización de microplásticos según muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3 - Caracterización de microplásticos según muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaiña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

#### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

#### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



DNI: 07268863

Lima, 06 de junio del 2023

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### IX. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Eduardo Espinoza Farfán**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3 - Caracterización de microplásticos según muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaíña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**90%**



Lima, 06 de junio del 2023

DNI: 40231227

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### XIII. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus LIMA- ESTE**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento y gestión de los residuos**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3 - Caracterización de microplásticos según muestras de arena, sedimento y agua de mar superficial.**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Chaíña Quispe, Yosselin Vanessa / Necochea Zavaleta Pool Alexander**

### XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
-

### XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

<b>90%</b>
------------



Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales  
DNI 40323063

Lima, 06 de junio del 2023