



Universidad César Vallejo

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

**Presencia de microplásticos en playas del Lago
Titicaca, Puno - 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Chambi Huaman, Joel Sandro (orcid.org/0009-0007-5133-5897)

Yanes Martinez, Christian Enrique (orcid.org/0009-0001-1914-0412)

ASESOR:

Dr. Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis padres Raúl y Serafina quienes con su apoyo y esfuerzo me han ayudado a cumplir una meta más, a mis hermanos Froylan, John, Yeny, Sendy y Victor por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación, a mis sobrinos quienes me verán como un ejemplo a seguir.

JOEL S. CHAMBI HUAMAN

Esta tesis está dedicada a mi madre Rebeca Martinez, que dejó la vida terrenal cuando yo culminaba mi último semestre universitario y no logró ver al gran profesional que seré ahora, también a mi señor padre Pablo Yanes por no dejarme solo en ningún momento, a mis hermanos Brett y Luis por su apoyo incondicional y finalmente a mi sobrino Hans Nicolas quien me verá como un ejemplo a seguir.

C. ENRIQUE YANES MARTINEZ

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa de nuestras vidas. Asimismo, agradecer a la Universidad César Vallejo por abrirnos las puertas y brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente. A nuestro asesor Dr. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi, por cada una de las enseñanzas y consejos en cada etapa de nuestra investigación.

JOEL S. CHAMBI HUAMAN
C. ENRIQUE YANES MARTINEZ

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

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 2023", cuyos autores son CHAMBI HUAMAN JOEL SANDRO, YANES MARTINEZ CHRISTIAN ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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, 08 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07234567 ORCID: 7000695775-0000000314855	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 24-04-2024 14:45:48

Código documento Trilce: TRI - 0742194

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES

Nosotros, CHAMBI HUAMAN JOEL SANDRO, YANES MARTINEZ CHRISTIAN ENRIQUE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 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.

Nombres y Apellidos	Firma
CHRISTIAN ENRIQUE YANES MARTINEZ DNI: 71245383 ORCID: 0009-0001-1914-0412	Firmado electrónicamente por: CEYANES el 08-04- 2024 21:55:06
JOEL SANDRO CHAMBI HUAMAN DNI: 70182516 ORCID: 0009-0007-5133-5897	Firmado electrónicamente por: JSCHAMBI el 08-04- 2024 10:07:14

Código documento Trilce: TRI - 0742195

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación	8
3.2. Variables y operacionalización	9
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Matriz de operacionalización de variables	9
Tabla 2.	Equipos de recolección de datos.....	12
Tabla 3.	Validación de los equipos.....	14
Tabla 4.	Materiales, equipos y herramientas para toma de muestra en arena. ..	20
Tabla 5.	Materiales, equipos y herramientas para la toma de muestras en sedimentos intermareales.	22
Tabla 6.	Materiales, equipos y herramientas para la toma de muestras en aguas superficiales.	23
Tabla 7.	Materiales, equipos y herramientas para la preparación de muestras.	25
Tabla 8.	Microplásticos en arena 1 - Chifron (A1 - CHI).....	29
Tabla 9.	Microplásticos en arena 2 – Chifron (A2 - CHI).....	30
Tabla 10.	Microplásticos en sedimentos 1 - Chifron (S1 - CHI).....	31
Tabla 11.	Microplásticos en sedimentos 2 - Chifron (S2 - CHI).....	31
Tabla 12.	Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Chifron (AS1 - CHI).....	32
Tabla 13.	Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Chifron (AS2 - CHI).....	32
Tabla 14.	Microplásticos en Arena 1 – Chatuma (A1 - CHA).....	33
Tabla 15.	Microplásticos en Arena 2 – Chatuma (A2 - CHA).....	34
Tabla 16.	Microplásticos en Sedimentos 1 – Chatuma (S1 - CHA).....	34
Tabla 17.	Microplásticos en Sedimentos 2 – Chatuma (S2 - CHA).....	35
Tabla 18.	Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Chatuma (AS1 - CHA)....	35
Tabla 19.	Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Chatuma (AS2 - CHA)....	36
Tabla 20.	Microplásticos en Arena 1 – Juli (A1 - JUL).	36
Tabla 21.	Microplásticos en Arena – Juli (A2 - JUL).....	37
Tabla 22.	Microplásticos en Sedimentos 1 – Juli (S1 - JUL).	38
Tabla 23.	Microplásticos en Sedimentos 2 – Juli (S2 - JUL).	38
Tabla 24.	Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Juli (AS1 - JUL).....	39

Tabla 25.	Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Juli (AS2 - JUL).....	39
Tabla 26.	Cantidad de microplásticos en la playa Chifron – Puno.	40
Tabla 27.	Cantidad de microplásticos en la playa Chatuma – Pomata.	40
Tabla 28.	Microplásticos en playa Juli – Chucuito.....	40
Tabla 29.	Leyenda de colores de microplásticos.....	43
Tabla 30.	Leyenda de porcentaje de colores predominantes.	44
Tabla 31.	Listado de polímeros analizados.....	45
Tabla 32.	Leyenda de microplásticos en las playas.	46
Tabla 33.	Leyenda de polímeros predominantes.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Identificación satelital de las playas Chifron, Chatuma y Juli.	17
Gráfico 2.	Identificación de la playa Chifron – Capachica.	17
Gráfico 3.	Identificación de la playa Juli – Chucuito.	18
Gráfico 4.	Identificación de la playa Chatuma – Pomata.	18
Gráfico 5.	Diagrama de la fase 1: procedimientos	26
Gráfico 6.	Diagrama de fase 2: Toma de muestra.	27
Gráfico 7.	Peso de los microplásticos en las playas del lago Titicaca.	41
Gráfico 8.	Pesos específicos de las muestras de microplásticos de cada playa seleccionada.	42
Gráfico 9.	Colores de microplásticos encontrados en las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.	43
Gráfico 10.	Porcentaje de colores predominantes.	44
Gráfico 11.	Tipo de polímeros presente en playas del lago Titicaca.	46
Gráfico 12.	Polímero predominante.	47
Gráfico 13.	Análisis del espectro de polietileno de alta densidad (HDPE).....	48
Gráfico 14.	Espectro del microplástico 2 (MP2) – Polietileno de alta densidad (HDPE).....	49
Gráfico 15.	Espectros de los 13 microplásticos.	50
Gráfico 16.	Cantidad de microplásticos en las arenas de las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.	51
Gráfico 17.	Tipos de polímeros presentes en las arenas de las playas del lago Titicaca.	51
Gráfico 18.	Cantidad de microplásticos en los sedimentos de las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.	53
Gráfico 19.	Tipos de polímeros presentes en los sedimentos de las playas del lago Titicaca.	54

Gráfico 20. Cantidad de microplásticos en las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.	55
Gráfico 21. Tipos de polímeros presentes en las aguas superficiales de las playas del lago Titicaca.....	55
Gráfico 22. Playa más contaminada por partículas de microplásticos.....	57

RESUMEN

En las últimas décadas, la presencia de microplásticos en ambientes lacustres, ha sido muy limitada en comparación con los ambientes marinos. La investigación está enfocada en determinar la presencia de microplásticos en las playas de Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca. Las muestras se realizaron en ambientes naturales como arena, sedimentos y aguas superficiales, obteniendo un total de 18 muestras, dónde la metodología empleada para la arena fue con tamizado de 1–5 mm, en sedimentos fue con arrastre y con 11 kg promedio de muestra, y para aguas superficiales se filtró 20 litros en una malla de 200 µm. Los resultados fueron, 158 partículas de microplásticos, el tamaño de 1-5 mm, identificando los colores negro 25%, blanco 18%, amarillo 13%, azul 12%, transparente 9%, verde 8%, rojo 8% y otros 7%, con un peso general de 0.1494 g, y con formas de fragmento, fibra, hojuela, esfera y película. Además, se determinó el tipo de polímero como, polietileno (PE) 39%, polipropileno (PP) 23%, poliestireno (PS) 15%, polietileno de alta densidad (HDPE) 15%, y el tereftalato de polietileno (PET) 8%. Por ende, se concluye que los microplásticos están presentes en las playas del lago Titicaca, pudiendo afectar a los ecosistemas.

Palabras clave: Microplástico, playa, lago, polímero.

ABSTRACT

In recent decades, the presence of microplastics in lake environments has been very limited compared to marine environments. The research is focused on determining the presence of microplastics in the beaches of Chifron, Chatuma and Juli of Lake Titicaca. The samples were taken in natural environments such as sand, sediments and surface waters, obtaining a total of 18 samples, where the methodology used for sand was with 1-5 mm sieving, in sediments it was with dragging and with 11 kg average sample, and for surface waters 20 liters were filtered in a 200 μm mesh. The results were, 158 samples of microplastics, size 1-5 mm, identifying the colors black 25%, white 18%, yellow 13%, yellow 13%, blue 12%, transparent 9%, green 8%, red 8% and other 7%, with an overall weight of 0.1494 g, and with fragment, fiber, flake, sphere and film forms. In addition, the type of polymer was determined as polyethylene (PE) 39%, polypropylene (PP) 23%, polystyrene (PS) 15%, high density polyethylene (HDPE) 15%, and polyethylene terephthalate (PET) 8%. Therefore, it is concluded that microplastics are present on the beaches of Lake Titicaca, thus potentially affecting the ecosystems.

Keywords: Microplastic, beach, lake, polymer.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la acumulación de plásticos en el ambiente ha sido reconocida como un problema ambiental creciente, debido al rápido aumento en el uso de plásticos en la sociedad moderna, los microplásticos (plásticos <5 mm) son motivo de preocupación debido a su distribución mundial en el ambiente y su potencial toxicidad, que superará los 1800 millones de toneladas para el año 2050 (Gallo et al. 2018); Desde la invención de los primeros polímeros sintéticos, la producción, uso y desperdicio de plásticos se ha incrementado dramáticamente. Las partículas de plástico se encuentran en todo el mundo, y los principales sumideros son los océanos y los lagos (Jenna R. Jambeck et al. 2015). Aunque los plásticos y los microplásticos son omnipresentes, los microplásticos son una amenaza potencial mayor para la salud humana, debido a su pequeño tamaño y capacidad para penetrar en los tejidos y las células (Koelmans, y otros, 2019).

La evidencia de la relación entre el microplástico significativo y las actividades humanas se está aumentando considerablemente en áreas remotas, lo que demuestra que el microplástico se ha convertido en el indicador más destacado del impacto de la actividad humana en el ambiente natural (Feng et al. 2020). Al mismo tiempo, los factores que controlan la contaminación por microplásticos en el ambiente acuático son relativamente complejos e incluyen factores naturales como el tamaño de las partículas de los sedimentos, la densidad de población, la actividad humana, la ubicación geográfica y la altitud (Rubin, Sarkar y Zucker 2021).

Los microplásticos son motivo de preocupación porque pueden ser ingeridos por varios organismos, son difíciles de eliminar del ambiente y se sabe que transportan contaminantes orgánicos hidrofóbicos y existe una preocupación creciente por sus posibles efectos negativos en los ecosistemas y la salud humana (Atugoda et al. 2021). La presencia de microplásticos en los ecosistemas acuáticos puede estar relacionada con la escorrentía, la actividad humana en las zonas circundantes, la deposición atmosférica y las precipitaciones. (Sun et al. 2022). Además, los lagos son sitios de acumulación de microplásticos a corto o largo plazo, también son importantes para la biodiversidad, la ecología y la economía, aunque el problema de las partículas de microplásticos en el océano no se identificó hasta la década de 1970 (Dusaucy et al. 2021).

Internacionalmente hasta el 2019 se sabe que en Europa se fabricó aproximadamente 62 millones de toneladas de plásticos por valor de 350.000 millones de euros al año, lo que representa aproximadamente el 8% de la producción mundial (Plastics Europe 2022). Por otro lado, en Latino América la contaminación por microplásticos en las Islas Galápagos, Ecuador; Puede tener importantes consecuencias ecológicas y socioeconómicas, particularmente para el turismo, que representa el 80% de la economía local (Pizzitutti et al. 2017). Del mismo modo en el estudio de microplásticos en el lago de Guaíba, Brasil; Se ha concluido que la fuente de microplásticos encontrados en el lago está relacionada principalmente con la degradación de fragmentos de plásticos primarios (Bertoldi et al. 2021). Ahora bien, las altas concentraciones de microplásticos en los lagos patagónicos de Argentina, se explican por el hecho de que la región Pampeana es un área agroindustrial altamente antropogénica con una población y asentamientos urbanos más altos que la Patagonia (Alfonso et al. 2020); Debido a que la contaminación microplástica, que es una de las mayores amenazas para el desarrollo humano y la integridad de los ecosistemas, algunos autores refieren al Antropoceno como “Era de los Plásticos” (Prata et al. 2020).

A nivel nacional, según datos del Ministerio del Ambiente de Perú, solo el 56% de los residuos plásticos generados en el país terminan en rellenos sanitarios, mientras que el 43,7% termina en los botaderos y parte de estos son llevados por el cauce de los ríos que desembocan en el océano pacífico y sólo el 0,3% son reciclados (Sierra Praeli 2018). En este caso, el plástico es una parte importante de la cantidad de residuos generados y por nuestra “Cultura del descarte” es el plástico de un solo uso (Congreso de la República 2019).

A nivel local, el lago Titicaca es uno de los lugares icónicos del altiplano. Aunque es conocida por su belleza, está plagada de contaminación. Por otro lado, los microplásticos se originan en el lago por el vertido de residuos sólidos insuficientemente tratados y mal gestionados, por alcantarillados y redes de pesca utilizados por pescadores artesanales y turistas (Paredes et al. 2019).

Por ello, se plantea como **pregunta general** ¿En qué medida es la presencia de microplásticos en las playas del lago Titicaca - Puno, 2023? y así mismo se plantea las siguientes **preguntas específicas** ¿Cuáles son las características físicas

de los microplásticos en playas del lago Titicaca? ¿Cuáles son los tipos de polímeros de microplásticos en playas del lago Titicaca? ¿Los tres sitios naturales en las playas del lago Titicaca, están contaminados por microplásticos? Y ¿Cuánto es la diferencia de la presencia de microplásticos en playas del lago Titicaca?

Por lo tanto, se planteó como **objetivo general**; Determinar la presencia de microplásticos en playas del lago Titicaca - Puno, 2023 y así mismo los **objetivos específicos** serán; Caracterizar los microplásticos en las playas del lago Titicaca, identificar los tipos de polímeros en las playas del Lago Titicaca, identificar la cantidad de presencia de Microplásticos en cada sitio natural en las playas del lago Titicaca y comparar la presencia de microplásticos entre las playas del lago Titicaca.

Para efectos de la investigación, no se ha considerado las hipótesis ya que es una investigación descriptiva, y además que la propuesta de objetivos y preguntas no genera las hipótesis en esta investigación.

II. MARCO TEÓRICO.

Considerando la problemática de esta investigación, se presentarán varias introducciones, las primeras son a nivel internacional y sucesivamente a nivel nacional, quienes apoyan esta investigación, y se presentan a continuación.

Por Antecedentes de (Sagawa, Kawaai y Hinata 2018); su objetivo se basa en caracterizar los tipos de partículas microplásticas en tres matrices ambientales diferentes: aguas superficiales, playas arenosas y sedimentos en la playa de Hiroshima, Japón. La metodología utilizada es la técnica de muestreo de arena de playa. 1) Se tomaron muestras de aproximadamente 1 kilo de arena en el extremo superior de la última marea usando un cuadrante de 20 x 20 cm y raspando los primeros 2.5 cm de arena con una pala de acero inoxidable, 2). El sedimento se recogió con un muestreador Van Veen (0.046 m²) de los primeros 10 cm de sedimentos, 3) Para las aguas superficiales, se colocó una red en la superficie del río contra la corriente durante 30 minutos. Los resultados mostraron que de las 25 muestras tomadas después del tratamiento FT-IR, el 76% se identificaron como microplásticos. La distribución de polímeros estuvo dominada por poliamida (24%), seguida de polietileno (16%), polimetilmetacrilato (acrilato, 12%), poliéster (12%), polipropileno (8%) y poliacrilato (4%). Por lo tanto, se concluye que las

concentraciones de microplásticos se encuentran en exceso y que este se debe al mal manejo de los desechos plásticos, el nivel de peligrosidad y exposición de estos contaminantes a los organismos acuáticos, es riesgoso para la salud humana.

Según (Zheng et al. 2019); su objetivo se basó en caracterizar los microplásticos de catorce muestras de agua de mar y doce muestras de sedimentos en China. La metodología utilizada es la técnica de muestreo de 50 litros de agua de mar superficial y se recogieron más de 600 g de muestras de sedimento utilizando palas limpias de acero inoxidable en cada estuario. Los resultados indicaron que los tipos de polímeros de microplásticos en las muestras de agua fueron principalmente tereftalato de polietileno (PET 78,57%), seguido del polietileno (PE 10,72%) y otros (10,71%). En las muestras de sedimento estuarino, el PET (43,37%) fue el tipo de polímero más dominante, seguido del PE (21,74%) y otros (34,89%). El tamaño promedio de los microplásticos en muestras de sedimentos y agua de estuario fue de $1,94 \pm 1,41$ mm y $1,26 \pm 1,04$ mm, respectivamente. En las muestras de agua, el tamaño de partícula de microplásticos fue de 3 a 4 mm que representó el 35,71%, seguido del 0,5 a 0,99 mm (28,57%) y del 1 a 1,99 mm (25,01%). En las muestras de sedimento, el tamaño más frecuente fue de 0,5 a 0,99 mm (35%), seguido del 1 a 1,99 mm (30%). Por lo tanto, concluye que hay una diferencia significativa entre la distribución de microplásticos en agua de mar y sedimentos.

Por Antecedentes (Danial, Seyyed y Ali 2023); su objetivo se basó en caracterizar los microplásticos en sedimentos de agua dulce en el lago Sarab Niloofar, Kermanshah, Irán. Seleccionaron un método apropiado para la extracción de microplásticos. En la caracterización de los tipos de polímeros, los resultados indicaron que todos los lugares de muestreo estaban contaminados por microplásticos, con un rango de tamaño de 0,025 a 1 mm (25–1000 μ m), con mayor frecuencia en tamaño (62%). Además, los microplásticos encontrados en esta zona contienen principalmente fibra (61%), fragmentos (19%), película (9%), espuma (6%) y paleta (5%). El color principal de los microplásticos fue el negro (51 %), seguido del blanco/transparente (27 %), el rojo (11 %), el azul (7 %) y el amarillo (4 %) y que los polímeros como el polietileno, poliestireno, poliuretano y polipropileno fueron los más predominantes.

En los antecedentes según (Egessa et al. 2020); Tuvieron como objetivo, informar sobre la presencia, abundancia y distribución de microplásticos en las aguas superficiales del norte del lago Victoria, Brasil. En la metodología se propuso el método de arrastre y tamizado en cada transecto, se recolectó una muestra de agua con arrastre de manta, lo que dio como resultado un total de 24 muestras para el análisis de microplásticos, luego las 8 muestras restantes se tamizaron a través de un tamiz de 0,25 mm (250 μ m), se transfirieron a vasos precipitados completamente limpios y se colocaron en un horno a 90°C durante 24 horas o más hasta que se secaron por completo. Los resultados mostraron que los microplásticos más abundantes se encontraron en las aguas superficiales del lago, con un 36,7% del total, seguidos de escamas (25%), filamentos (23%), película (15%) y espuma (0,3%). Los fragmentos siguieron siendo el tipo de microplástico predominante, con la excepción de Gaba, donde predominaron los microplásticos escamosos. Por tanto, concluyeron que las aguas superficiales del lago Victoria están contaminadas con microplásticos, cuyos principales polímeros son el polietileno y el polipropileno.

Por antecedentes (Rogowska et al. 2021); tuvo como objetivo evaluar la presencia de microplásticos en los sedimentos de la costa zona del lago Etckie, Polonia. En la metodología se tomaron muestras de sedimentos de la zona cercana a la costa del lago con un muestreador de construcción propia, a 20 cm de la orilla con un cuadrante de 0.5 m x 0.5 m. Se pesaron 50 g de sedimento húmedo, luego se aplicaron 100 ml de NaCl al 5% y se agitó durante 5 minutos, después de agitar las muestras quedaron para la sedimentación durante 24 horas. En los resultados el estudio mostró la presencia de partículas de plástico en el 80% de las muestras analizadas de zonas urbanizadas y en todas las muestras recogidas en playas y sitios turísticos, entre los microplásticos encontrados, la forma dominante de las partículas de plástico eran las fibras, su presencia se percibía en el 58% de las muestras que contenían microplásticos en color blanco, azul, negro y escama transparente. Por lo tanto, del estudio se concluyó que la presencia de microplásticos, las partículas de plástico consistían en fibras en una cantidad del 58%, luego escamas en un 45%, gránulos 32% y láminas (películas) 13%. La mayoría de los detectados de microplásticos tenían un tamaño de 0,5 a 1 mm y eran de color negro, y esto se debe a que hay mayor actividad turística en este lugar.

Según (Buteler et al. 2023); su objetivo se basó en obtener una mayor comprensión de los microplásticos y sus características en los lagos de la Patagonia argentina. La metodología utilizada fue la recolección de muestras de 1 litro de agua superficial en botellas de vidrio con tapas metálicas. Se recolectaron diez muestras en cada lago. En el laboratorio, cada muestra de 1 L se filtró por separado con una bomba de vacío utilizando una malla de acero inoxidable de 30 μm . Luego se filtró nuevamente a través de un filtro de nitrocelulosa de 0,8 μm . Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias significativas entre la concentración de microplásticos y microfibras en los lagos con urbanización en sus orillas y lagos sin urbanización en sus orillas y los microplásticos y microfibras encontradas variaban en color, el negro fue el color dominante (36,57%), seguido del azul (33,53%), otros colores (19,85%) y el rojo (10,04%). Por lo tanto, se concluyó que la concentración de los microplásticos y las microfibras antropogénicas son omnipresentes en estos lagos, el rango de tamaño para todas las partículas de plástico varió de 0,013 mm a 9 mm y, en general, <0,5 mm fue el tamaño más común.

Por antecedentes (Immanuel David et al. 2023); tuvo como objetivo investigar la distribución, las características y los riesgos ecológicos de los microplásticos en el lago Villayani, India. En la metodología se empleó una red de plancton con luz de malla de 120 μ (1 m de largo y 0,2 m de diámetro) por el método de la sección transversal. Se colocó la red en la superficie del lago y se sumergió la mitad de la abertura en el agua para atrapar los restos flotantes durante 30 minutos. Para atrapar las partículas flotantes, la red se hundiría allí a una profundidad de 0,5 m. En concreto, se encontraron 54 tipos de microplásticos en muestras de sedimentos superficiales y 41 tipos en muestras de agua. Entre los microplásticos encontrados, el poliéster (95,45%) y el polipropileno (4,54%) dominaron en el agua de mar, y en los sedimentos superficiales polímeros de poliéster (84,9%) y polietileno (15,01%). Por lo tanto, este análisis detallado concluyó que los sedimentos superficiales y el agua contenían microplásticos con un nivel de contaminación promedio de 5,4 partículas por litro, respectivamente kilogramo y 4,1 partículas por litro. Como resultado de esta investigación, se determinó que las muestras de agua y sedimentos contenían microplásticos y esta contaminación del lago Vellayani es por consecuencia del turismo y actividades antrópicas.

Por Antecedentes (Tiwari et al. 2019); el objetivo principal de este estudio fue proporcionar datos de composición química y determinar los tipos de microplásticos en la arena de la playa, utilizando un instrumento moderno FTIR-ATR 4. En el método analítico se utilizó tres diferentes para caracterizar los microplásticos: microscopía de fluorescencia, SEM-EDS y FTIR, utilizando 30 muestras de arena de playa de cada ubicación costera de la India, recolectadas desde la parte superior a una profundidad de aproximadamente 3-4 cm desde la superficie de la arena de la playa y un área de 0,5 m². Los resultados mostraron que con base al FT-IR se observaron tres tipos de microplásticos, de los cuales las fibras constituyeron la mayoría (51%), partículas (40%), mientras que las películas (9%) se vieron menos afectadas por su composición química; de los cuales el 1% del total era no plástico. Los microplásticos más predominantes fueron (principalmente poliéster y poliamida).

Por Antecedentes (De-la-Torre et al. 2020); su objetivo se basó en determinar las características de los microplásticos en arena y sedimentos a lo largo de cuatro populares playas de la costa de Lima, Perú. La metodología utilizada es la técnica de muestreo de arena de playa, dónde se recolectaron muestras colocando aleatoriamente un cuadrante de 50 × 50 cm² en cada transecto, recogiendo arena de (1 cm de profundidad) con una pequeña pala de metal. Los resultados indicaron que todas las playas muestreadas contenían microplásticos de entre 1 y 4,75 mm de tamaño, En cuanto a los tipos de microplásticos, el 78,3% del total de microplásticos se identificaron como espumas y el 17,38% fueron fragmentos, lo que indica que predominaron los microplásticos secundarios. En cuanto al color, la mayoría (84,8%) de los microplásticos eran blancos, seguidos del azul (4,0%), rojo (2,6%), verde (2,2%), amarillo (2,0%) y otros colores (3,2%). Por lo tanto, concluye que hay una diferencia significativa entre las zonas de mareas en todas las playas. La composición química de todas las muestras de espuma fue PS (poliestireno) y que esto se debe al mal manejo de los residuos sólidos por parte de la población.

Por Antecedentes (Benavente Talavera 2021); en su proyecto de investigación se basó en determinar e identificar los microplásticos presentes en nueve playas de Camaná - Arequipa, Perú. La recolección de muestras en cada punto, se colocó un marco de madera de 0.5 m² hasta una profundidad de 5 cm, empleando tamices de

1 mm y de 5 mm para las arenas de la playa. Los resultados indicaron que la playa La Miel, hay mayor número de microplásticos 1382 microplásticos/m², le sigue la Playuela con 599 microplásticos/m², luego la Punta con 235 microplásticos/m² y el menor número de microplásticos/m² es en las Gaviotas con: 17 microplásticos/m². En cuanto a los colores predominantes fueron el color azul con 424 partículas, luego verde con 282 partículas y blanco con 281 partículas. Para los polímeros, luego de hacer los espectros se encontró que la mayoría eran de tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC), encontrándose también: Poliestireno (PS), Por lo tanto, concluye que hay una diferencia significativa entre las zonas de mareas en todas las playas.

Por Antecedentes (Lozada Torres y Romero Chuquilin 2021); en su proyecto de investigación se basó en recopilar información de caracterización física (peso) de los microplásticos en las arenas de las playas del Perú. Para la recolección de datos se hicieron informes nacionales e internacionales, con el fin de identificar información pertinente y disponible en informes completos y desarrollados en los 10 últimos años. Los resultados en la playa Costa azul, Ventanilla, fue de 2.3 g/m²; comparado con el estudio de la playa Costa Azul, guardan semejanza la cual fue de 2,6 g/m². Por otro lado, la playa con mayor peso de microplásticos fue Pescadores con 5,14 g/m², esto es debido a la ubicación geográfica que no favorece en ciertas playas y también el mal manejo de los residuos sólidos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

La siguiente investigación es de tipo descriptiva, porque consiste en una recopilación de datos obtenidos de los microplásticos encontrados en las orillas de las playas del lago Titicaca, presentados de forma narrativa, así como tablas y representaciones gráficas.

Según (García Zans y García Meseguer 2012); La investigación descriptiva consiste en describir una situación real mediante una situación sistemática de no participación o mediante el uso de preguntas a una muestra de personas capaces de aportar la información deseada sobre opiniones, comportamientos o

circunstancias. Estos estudios son de indudable valor cuando se desea realizar una investigación exploratoria, es decir, cuando se pretende abordar un tema previamente inexplorado, independientemente de si se desea realizar otros estudios más confirmatorios.

- **Diseño de investigación**

El diseño utilizado en esta investigación es no experimental, en vista que no se manipula variables y se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos en el medio natural y dependiendo en que se va a centrar la investigación, se puede hacer análisis antes durante y al final del proceso de investigación tanto en el laboratorio como en el campo (INTEP 2018).

3.2. Variables y operacionalización

La presente investigación cuenta con una variable, la que viene a ser la única variable, porque no tiene dependencia con nadie. Según (Espinoza Freire 2019); Las variables son características de objetos o eventos que pueden tomar dos o más valores. Las variables son fundamentales para la investigación, está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente.

- Variable única: Presencia de microplásticos.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
UNICA Presencia de microplásticos	Los microplásticos, que generalmente se refieren a partículas de plástico de menos de 5 mm de tamaño, se han convertido en un problema ambiental creciente en la última década. Las fuentes de microplásticos en el medio ambiente incluyen principalmente emisiones directas de fragmentos de	Para determinar la presencia de microplásticos se evaluará el origen, degradación, características e identificación de los microplásticos en las playas del lago Titicaca. Aplicando los métodos de:	• Características físicas de los microplásticos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad ➤ Tamaño ➤ Color ➤ Peso ➤ Forma 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ud. ➤ mm ➤ Color ➤ g ➤ Forma
			• Tipo de plásticos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Polímero 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ PP ➤ HDPE ➤ PET ➤ PS ➤ PE

plástico, espumas, partículas, fibras y películas (Saud et al. 2023). Los microplásticos están presentes en ecosistemas y, por lo tanto, se puede evaluar posibles riesgos ecológicos en aguas, suelos y sedimentos, lo que con el tiempo puede provocar cambios en el ciclo de nutrientes en los ecosistemas (Rummel et al. 2017).	cernido en los suelos arenosos, succión y filtración en los sedimentos y filtración en las aguas superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca. • Comparación del nivel de presencia de microplásticos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arena ➤ Agua ➤ Sedimentos. ➤ Playas Chifrón, Chatuma y Juli del lago Titicaca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kg ➤ l ➤ g ➤ ud.
--	--	--	---	---

Fuente: *Elaboración propia*

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

A más de 3.800 metros sobre el nivel del mar, en el lago navegable más alto del mundo, en el “Lago Titicaca”, se forman unas playas insólitas, similares a muchas playas oceánicas. Estas playas que se encuentran por encima de los 3.000 metros sobre el nivel del mar se conocen como “Playas del Altiplano”. Del total de balnearios de playas lacustres en el Titicaca del territorio peruano, ¡al menos seis! son los más recomendados para recibir visitantes (Rumbos del Perú 2019).

3.3.2. Muestra

Una muestra es un estudio que debe ser representativa de la población de interés para luego hacer inferencias estadísticas sobre la población de donde proviene, la selección debe ser probabilística (García J 2013).

Se tomó como muestra a las playas de Chifron que está ubicada a orillas del lago Titicaca, a 62 km de la ciudad de Puno, a 38 km de la ciudad de Juliaca y a 1,5 km de la capital del distrito de Capachica, tiene una amplia playa de arena y se puede disfrutar de las aguas cristalinas del lago Titicaca (Arturs Perú 2023). La playa de Juli que está ubicada en la provincia de Chucuito, a orillas del lago Titicaca, está muy cercana a la ciudad. Es probablemente el lugar más visitado por los pobladores de esta zona; su aspecto natural guarda muchas similitudes con algunas playas

marinas debido a la presencia de arena en sus orillas. Y, la playa de Chatuma que está ubicada en el distrito de Pomata en la provincia de Chucuito, es una de las playas más populares visitadas en su mayoría por turistas extranjeros y tiene una amplia playa de arena en el lago Titicaca, que tiene aproximadamente un kilómetro de largo (Rumbos del Perú 2019).

Estas son las 3 principales playas recreativas de las 6 del lago Titicaca. Las cuales fueron seleccionadas para realizar el estudio de presencia de microplásticos, basadas en sus características físicas, cantidades, tipo de polímeros presentes y finalmente realizar una comparación entre las tres playas ya mencionadas, asimismo, cabe mencionar que nuestra población está ubicada en las riberas del Lago Titicaca – Puno, Perú.

3.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado para la siguiente investigación es probabilístico aleatorio simple debido a que según (Otzen y Manterola 2017), el muestreo es una herramienta de investigación científica cuya función básica es determinar parte de la población o universo, es necesario examinar para extraer conclusiones sobre esa población.

3.3.4. Unidad de análisis

La presente investigación tiene como unidad de análisis a las playas de Chifron, Chatuma y Juli. Según (Chan y Clarke 2021) la unidad de análisis es la identificación de datos empíricos consistentes que brindan la base sobre la cual se pueden realizar análisis específicos y que representan las variables medidas para cada unidad de muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica para la presente investigación es de observación simple ya que según (Fabbri 2020), consiste en observar un proceso cuya función primera y directa es recolectar información sobre el objeto que se considera para su observación y determinar la fase de investigación, que consiste en conocer una situación o fenómeno particular, describirlo y analizarlo.

❖ Instrumentos de recolección de datos

En la investigación se presentan dos instrumentos para recolectar los datos necesarios, los cuáles son los “equipos de recolección de datos” y las “fichas de recolección de datos”. Estos dos ya mencionados están basados en las dimensiones e indicadores presentes en la matriz de consistencia.

• Equipos de recolección de datos

En la investigación se utilizaron equipos importantes para el desarrollo y lograr obtener los datos necesarios y esperados, las cuales fueron usadas responsablemente basándose en los indicadores y etapas del proyecto.

Tabla 2. Equipos de recolección de datos.

INSTRUMENTO	DEFINICIÓN	USO
Cámara fotográfica	Equipo tecnológico utilizado para capturar imágenes o fotografías.	Se usó para registrar imágenes y evidenciar el desarrollo del proyecto.
Dron	Vehículo aéreo no tripulado, manejado por control remoto, capaz de mantener un nivel de vuelo estable y poder capturar imágenes aéreas.	El uso de este dispositivo permite visualizar imágenes aéreas del área de estudio para poder identificar los puntos de muestreo.
GPS/celular	Sistema que permite que un dispositivo receptor señale su posición geográfica en el suelo con una precisión de hasta centímetros, aunque son comunes varios metros.	Se usó para poder identificar las zonas de estudio y los puntos de muestreo y para poder plasmarlo en un plano de ubicación.
Balanza electrónica	Básculas no automáticas que utilizan el efecto de la gravedad para determinar la masa.	Sirvió para poder pesar las muestras necesarias de arena y sedimentos.
Impresora	Producir una copia permanente de documentos almacenados de textos o gráficos.	Sirvió para tener las fichas de campo, códigos de sitio y otros.
Espectrofotómetro FTIR	Ensayo de identificación que permite distinguir sustancias	Sirvió para identificar los tipos de polímeros

	con diferencias estructurales de prácticamente cualquier compuesto orgánico o inorgánico, permitiendo identificarlos.	de plásticos que se obtuvieron en las muestras.
Laptops	Computadora personal portátil de peso y tamaño ligero, capaz de realizar trabajos con software.	Se interpretaron y redactaron los datos obtenidos en cada etapa del desarrollo de la investigación.
Calculadora	Es un dispositivo que es utilizado para realizar cálculos matemáticos.	Se utilizó para cuantificar las muestras obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

- **Fichas de recolección de datos**

En la investigación se utilizaron 3 fichas importantes para poder registrar los datos obtenidos, las cuales fueron elaboradas detalladamente basándose en los indicadores, etapas del proyecto y variaciones climatológicas del lugar.

Según (Amy Castro de Reyes 2015), menciona que las fichas de recolección de datos son herramientas en las que registramos información importante que encontramos en la búsqueda de información y que queremos tener siempre a nuestra disposición en cualquier momento.

— Véase en el Anexo 2: Fichas de recolección de datos.

- **Validez**

Para la validez de los instrumentos, en la siguiente tabla se detallaron los equipos que fueron utilizados para el desarrollo de la presente investigación, se mencionó para que sirve cada instrumento, la marca, cual y cuando fue el uso de cada instrumento, las cuales fueron usadas para el procedimiento respectivo de la investigación.

Tabla 3. Validación de los equipos

EQUIPOS					
ETAPA		INSTRUMENTO	MARCA	DEFINICIÓN	USO
Etapa 1 Identificación de zonas de estudio	Playas	*Cámara fotográfica <i>Se empleará en todas las etapas</i>	Canon SX 50 hS	Equipo tecnológico utilizado para capturar imágenes o fotografías.	Se usó para registrar imágenes y evidenciar el desarrollo del proyecto.
		*Dron <i>También se usará en la etapa 2</i>	DJI Mini SE	Vehículo aéreo no tripulado, manejado por control remoto, capaz de mantener un nivel de vuelo estable y poder capturar imágenes aéreas.	El uso de este dispositivo permitió visualizar imágenes aéreas del área de estudio para poder identificar los puntos de muestreo.
		GPS/celular	Samsung Galaxy note 10 Y iPhone 13	Sistema que permite que un dispositivo receptor señale su posición geográfica en el suelo con una precisión de hasta centímetros, aunque son comunes varios metros	Se usó para identificar las zonas de estudio y los puntos de muestreo para poder plasmarlo en un plano de ubicación.
Etapa 2 Recolección de datos en campo	Arena, sedimentos intermareales y agua superficial	Balanza electrónica	Comercial	Instrumentos de pesaje de funcionamiento automático que utilizan la acción de la gravedad para determinación de la masa.	Se usó para pesar las muestras necesarias de arena y sedimentos.
		*Impresora <i>Se empleo en las etapas 2,3 y 4.</i>	Epson	Producir copias permanentes de documentos almacenados de textos o gráficos.	Se usó para tener en físico las fichas de registro y códigos de sitio.

<p>Etapa 3 Preparación de muestra en gabinete</p>	<p>Limpieza, Cuantificación y separación</p>	<p>Balanza analítica</p>	<p>ADAM</p>	<p>Una balanza analítica con un alto nivel de precisión es fundamental para el pesaje de muestras,</p>	<p>Se usó para pesar las muestras de microplásticos de cada sitio natural.</p>
<p>Etapa 4 Recolección de datos en laboratorio</p>	<p>Análisis en laboratorio</p>	<p>Microscopi o infrarrojo Ftir</p>	<p>Perkin Elmer, modelo Spotlight 200i</p>	<p>Ensayo de identificación por excelencia siendo capaz de distinguir sustancias con diferencias estructurales de casi cualquier compuesto orgánico o inorgánico pudiendo así ser identificado.</p>	<p>Se usó para identificar los tipos de plásticos que se obtendrán en las muestras.</p>
<p>Etapa 5 Interpretación de resultados</p>	<p>Trabajo en gabinete</p>	<p>Laptops</p>	<p>*Aser nitro 5 *Samsung</p>	<p>Computadora personal portátil de peso y tamaño ligero, capaz de realizar trabajos con software.</p>	<p>Se interpretó y redactó los datos obtenidos en cada etapa del desarrollo de la investigación.</p>
		<p>Calculadora</p>	<p>Casio</p>	<p>Es un dispositivo que es utilizado para realizar cálculos matemáticos.</p>	<p>Se utilizó para cuantificar las muestras obtenidas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

- **Confiabilidad**

Para la confiabilidad de los equipos de laboratorio en desarrollo; tienen certificado de calibración de fábrica y antes de su uso se hace la verificación por el estándar proporcionado por el fabricante. Además, los resultados son respaldados por el “laboratorio de investigación y servicios con equipos espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas” de la Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa.

- o Véase el documento de validación proporcionado por el personal encargado del laboratorio en el Anexo 5.

3.5. Procedimientos

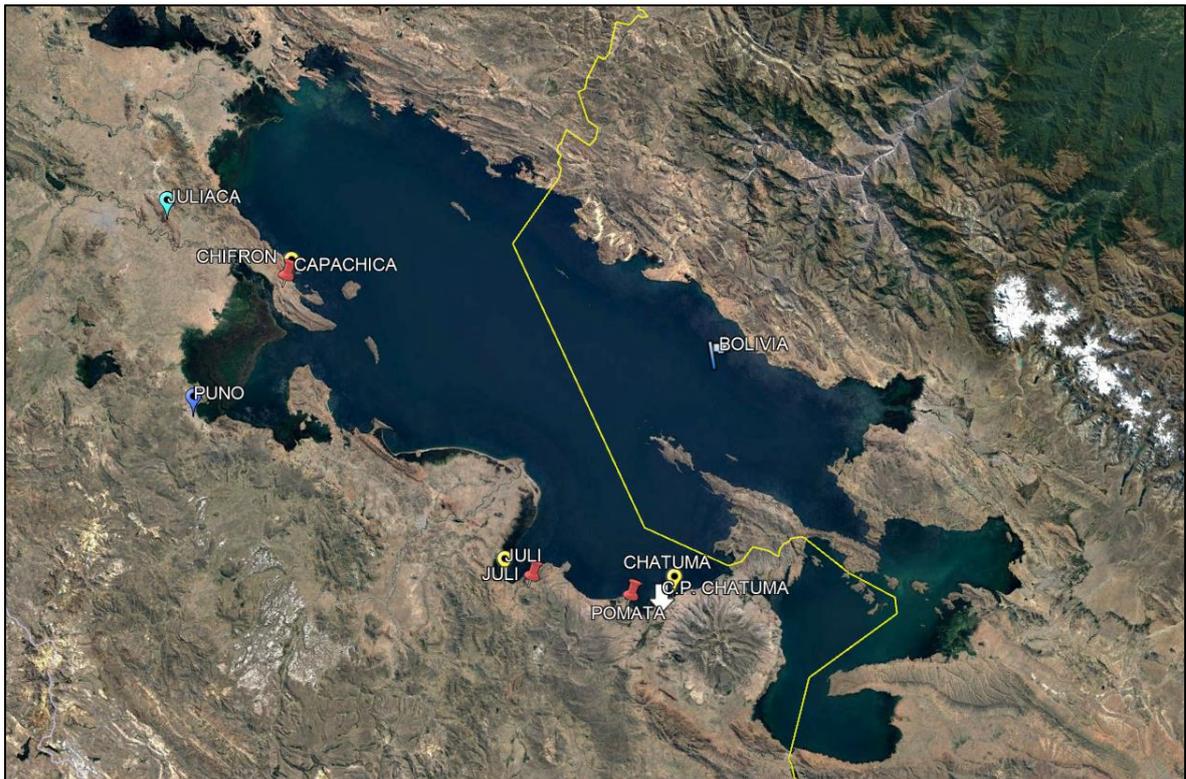
El procedimiento para el desarrollo de la toma de muestra, está basado en artículos científicos y adaptado a la realidad situacional, ya que actualmente no hay un reglamento oficial que indique cómo se debe hacer una toma de muestra de microplásticos en los diferentes rincones del planeta.

3.5.1. Identificación de sitios de estudio

Para el presente proyecto de investigación se tomó como áreas de muestreo, a las 3 principales playas recreativas de las 6 playas en el lago Titicaca, perteneciente a la región de Puno, Perú. Se realizaron conversaciones con los locales de la región de Puno, a lo que en su mayoría mencionaron la existencia de las playas de Chifron, Chatuma y Juli; indicando que son las playas más recreativas y con una afluencia considerable de visitantes.

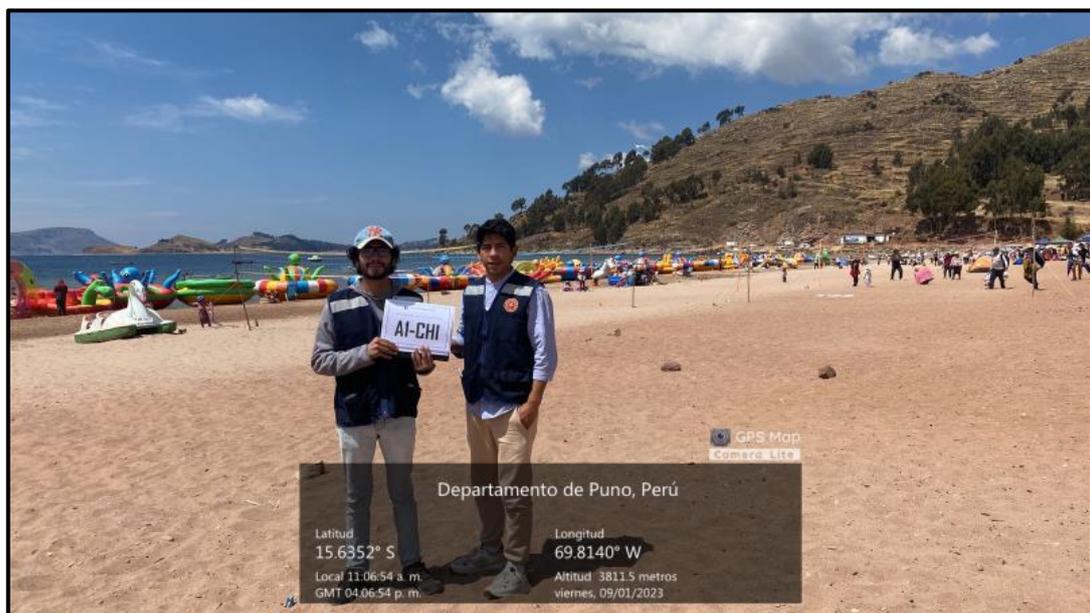
Al ya tener dicha información se procedió a realizar la búsqueda satelital e identificación de cada lugar, utilizando el programa de Google Earth Pro. Ya obtenida la ubicación exacta de cada lugar se procedió a realizar la visita en campo de cada playa, con ayuda de los pobladores locales, cámara fotográfica y dron, se alcanzó apreciar la problemática de presencia de residuos sólidos dispersos en las playas. Así logrando confirmar que nuestra investigación está apta para ser realizada en dichas playas ya mencionadas.

Gráfico 1. Identificación satelital de las playas Chifron, Chatuma y Juli.



Fuente: Google Earth Pro.

Gráfico 2. Identificación de la playa Chifron – Capachica.



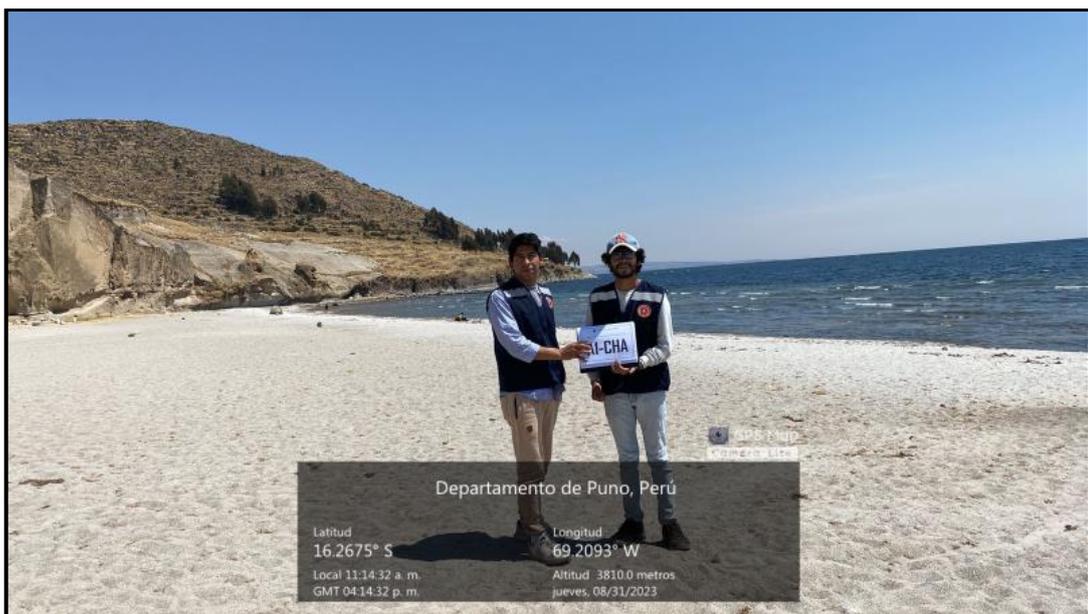
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Identificación de la playa Juli – Chucuito.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Identificación de la playa Chatuma – Pomata.



Fuente: Elaboración propia.

- El presente gráfico 1, muestra la ubicación satelital de los 3 sitios naturales seleccionados, haciendo uso de la herramienta Google Earth Pro. Y, los gráficos 2, 3 y 4 muestran la identificación de los sitios naturales en su naturalidad del terreno.

3.5.2. Recolección de datos en campo

En cada playa seleccionada se tomaron dos puntos de muestreo por cada sitio natural: 2 en arena, 2 en sedimentos y 2 en aguas superficiales.

El registro de datos in-situ de las muestras de arena, sedimentos y aguas superficiales fueron registrados en campo y en gabinete, por el motivo de la variación climática que se presenta en la región de Puno como vientos, bajas temperaturas o posibles lluvias.

➤ ARENA

Para la toma de muestra en la arena de las playas se realizará lo siguiente:

- Para obtener la muestra de arena, se eligieron de forma aleatoria los puntos de muestreo.
- Con un GPS/celular se identificó los puntos de muestreo y con un tablero en el suelo se le colocó un código de muestra a cada punto para ser reconocido y ser registrado con una cámara fotográfica.
- Con el punto de muestreo seleccionado se comenzó a registrar los datos in-situ en la ficha 1 de recolección de datos en campo (Anexo 2), haciendo el uso de cámara fotográfica, GPS/celular, termómetro, lapicero y tablero.
- En el punto de muestreo seleccionado se implementó un cuadrante de $\frac{1}{2} \text{ m}^2$, elaborado con listones de madera de 7 cm * 50 cm y 3 bisagras metálicas, de manera que este cuadrante pudo ser armado y desarmado para su fácil guardado y traslado, además se puso 4 varillas de color fosforescente para delimitar el área de trabajo.
- Dentro del cuadrante se niveló a 5 cm la arena para tener una toma de muestra parejo, con el uso de 1 pala se recolectó la muestra en una bandeja metálica de 40 cm * 50 cm, luego se pesó la muestra sobre una balanza electrónica logrando obtener los 10 kg aproximado de muestra deseada, luego se empezó a tamizar la muestra en tamices de 5 mm para descartar muestras > 5 mm,

consiguiente con el tamiz de 3 mm y 1 mm, todo tamizado se realizó sobre otra bandeja metálica para así obtener una muestra reducida de residuos y finalmente se almacenó en bolsas de papel Kraft, debidamente rotulado y se llevó a gabinete para ser analizado.

Tabla 4. Materiales, equipos y herramientas para toma de muestra en arena.

Materiales y herramientas	Unidades	Especificaciones
GPS / celular	1	Se usó para ubicar y registrar los puntos de muestreo.
Tablero de identificación	6	En un tablero de tamaño A4 se puso el código establecido para cada punto de muestreo.
Ficha de campo	6	Las fichas fueron impresas para registrar los datos obtenidos en campo según a lo que se indica en la ficha 1.
Lapicero	2	Escritura del registro datos necesarios.
Cámara fotográfica	1	Captura de imágenes para evidencia de la realización del proyecto.
Cuadrante de ½ m ²	1	Delimitación del área de toma de muestra, elaborado con listones de madera, de manera que pueda ser armado y desarmado para su fácil guardado y traslado
Varillas fosforescentes	4	Delimitación del área de trabajo.
Cinta de seguridad	1	Delimitación del área de trabajo.
Balanza electrónica	1	Pesaje de la muestra requerida.
Pala	1	Recolección de la muestra.
Termómetro	1	Medición de la temperatura del ambiente.
Guantes de seguridad	2	Protección de las manos en la manipulación de los recipientes metálicos, tamices metálicos o el contacto con residuos punzo cortantes.
Lentes de seguridad	2	Protección de los ojos ante las partículas de arena y el viento.
Recipiente metálico	3	Sobre el recipiente se tamizaron las muestras.
Tamiz de 5 mm	1	Separación de los residuos >5mm
Tamiz de 3 mm	1	Separación de los residuos >3mm
Tamiz de 1 mm	1	Retención de los residuos <1mm

Rótulos	10	Identificación de cada muestra para no ser confundido con las demás muestras.
Rotulador	1	Escritura de los datos en los rótulos.
Bolsa de papel Kraft	10	Guardado de las muestras obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Sedimentos**

Para la toma de muestra en los sedimentos intermareales de las playas se realizó lo siguiente:

- Para obtener la muestra de sedimentos, se entró a las aguas del lago Titicaca hasta llegar entre los 40 m y 60 m de distancia desde la orilla o hasta los 70 cm de profundidad.
- Con un GPS/celular se le colocó el punto de muestreo y con un tablero en mano se le registró un código de muestra a cada punto, para ser reconocido y ser registrado con una cámara fotográfica.
- Ya con el punto de muestreo establecido se comenzó a registrar los datos in-situ de la ficha 1 de recolección de datos en campo (Anexo 2), haciendo el uso de cámara fotográfica, GPS/celular, termómetro, lapicero y tablero.
- Se elaboró una caja metálica retenedora de sedimentos, la caja retenedora fue elaborado con lámina metálica con dimensiones de 50 cm de base, 10 cm de altura, 40 cm de tapa, 40 cm de frente y en la parte trasera se puso una malla micrométrica de 200 μm para poder escurrir el agua y solo quedar con sedimentos.
- Cuando se obtuvo la muestra, se reservó directamente en un recipiente de aluminio con un volumen de 10 l. debidamente rotulado con el código designado, en consiguiente se realizó el pesaje respectivo de cada muestra y finalmente se reservó para ser llevado a gabinete.
- En gabinete se dejó secar las muestras a temperatura ambiente por 7 días hasta que la muestra húmeda de sedimentos, esté completamente seca para una limpieza más detallada.
- Cuando las muestras obtenidas estén completamente secas se procedió al tamizado de las muestras pasando por tamiz de 3 mm y 1 mm sobre bandejas

metálica para poder obtener una muestra reducida de sedimentos y finalmente ser reservado en bolsas de papel Kraft.

Tabla 5. Materiales, equipos y herramientas para la toma de muestras en sedimentos intermareales.

Materiales y herramientas	Unidades	Especificaciones
GPS / celular	1	Se usó para ubicar y registrar los puntos de muestreo.
Tablero de identificación	6	En un tablero de tamaño A4 se puso el código establecido para cada punto de muestreo.
Ficha de campo	6	Las fichas fueron impresas para registrar los datos obtenidos en campo según a lo que se indica en la ficha 1.
Lapicero	2	Escritura del registro datos necesarios.
Cámara fotográfica	1	Captura de imágenes para evidencia de la realización del proyecto.
Caja retenedora de sedimentos	1	Se usó para sustraer la muestra de sedimentos.
Cinta métrica de 100 m	1	Medición de la distancia entre la orilla y el punto de muestreo.
Termómetro	1	Medición de la temperatura del sedimento dentro del lago.
Bandeja de aluminio	6	Guardado de las muestras de sedimentos.
Guantes de seguridad	2	Protección de las manos en la manipulación de la caja metálica y los recipientes de aluminio.
Recipiente metálico	3	Sobre el recipiente se tamizaron las muestras.
Tamiz de 3mm	1	Separación de los residuos >3mm
Tamiz de 1mm	1	Retención de los residuos <1mm
Rótulos	6	Identificación de cada muestra para no ser confundido con las demás muestras.
Rotulador	1	Escritura de los datos en los rótulos.
Bolsa de papel Kraft	6	Guardado de las muestras obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Agua superficial**

Para la toma de muestra en aguas superficiales de las playas se realizó lo siguiente:

- Para obtener la muestra de aguas superficiales, se entró a las aguas del lago Titicaca hasta llegar entre los 40 m y 60 m de distancia desde la orilla o hasta los 70 cm de profundidad.
- Con un GPS/celular se identificó el punto de muestreo y con un tablero en mano se le colocó un código de muestra a cada punto, para ser reconocido y ser registrado con una cámara fotográfica.
- Ya con el punto de muestreo establecido se comenzó a registrar los datos in-situ de la ficha 1 de recolección de datos en campo (Anexo 2), haciendo el uso de cámara fotográfica, GPS/celular, termómetro, lapicero y tablero.
- Con un envase cilíndrico de vidrio de 3 l de volumen, se sustrajo la muestra y luego fue llevando a la orilla para ser filtrado, con una herramienta filtradora de agua, que fue elaborado con un tubo reductor de 3" a 2", y en la parte de menor diámetro se colocó 1 filtro metálico de 200 μm sujetado con una abrazadera metálica para poder cambiar los filtros en cada punto de muestreo. El trabajo realizado se hizo 7 veces logrando filtrar 20 l de volumen.
- Al culminar la filtración se retiró el filtro metálico y se guardó en una envoltura de papel aluminio debidamente rotulado con el código respectivo y finalmente en una bolsa de papel Kraft para ser almacenado de manera segura.

Tabla 6. Materiales, equipos y herramientas para la toma de muestras en aguas superficiales.

Materiales y herramientas	Unidades	Especificaciones
GPS / celular	1	Se usó para ubicar y registrar los puntos de muestreo.
Tablero de identificación	6	En un tablero de tamaño A4 se puso el código establecido para cada punto de muestreo.
Ficha de campo	6	Las fichas fueron impresas para registrar los datos obtenidos en campo según a lo que se indica en la ficha 1.
Lapicero	2	Escritura del registro datos necesarios.
Cámara fotográfica	1	Captura de imágenes para evidencia de la realización del proyecto.
Termómetro	1	Medición de la temperatura del agua dentro del lago.
Recipiente de vidrio	1	Sustracción de la muestra de agua deseada de 20 l.

Tubo filtrador de agua	1	Se usó para sustraer la muestra de sedimentos.
Filtro metálico de 200 μm	6	Retención de la muestra filtrada.
Envoltura de papel aluminio	6	guardado de las muestras de aguas superficiales ya que se tuvo muestras mojadas.
Abrazadera metálica	1	Para sujetar el filtro metálico en el tubo filtrador.
Desarmador	1	Para ajustar la abrazadera metálica en el tubo filtrador.
Rótulos	12	Identificación de cada muestra para no ser confundido con las demás muestras.
Rotulador	1	Escritura los datos en los rótulos.
Bolsa de papel Kraft	6	Guardado de la muestra obtenida.
Guantes de látex	12	Obtener muestras limpias.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Preparación de muestra en gabinete

Para la preparación de las muestras se utilizó un ambiente debidamente adecuado donde se hizo el secado, limpieza y recolección de datos de las muestras obtenidas.

Para realizar la preparación se realizó lo siguiente:

- A las muestras obtenidas se realizó la limpieza respectiva, separando la arena, piedras, material orgánico y otro tipo de residuos, utilizando pinzas, lupa, barbijo, guantes y malla para el cabello.
- Seguidamente sobre una ficha elaborada se cuantificó y midió los microplásticos por punto de muestreo.
- Luego, las muestras de microplásticos obtenidas se colocaron sobre una ficha para la cuantificación total.
- Finalmente se seleccionaron las muestras de partículas de microplásticos más comunes y semejantes en una placa Petri, las cuales serían llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Tabla 7. Materiales, equipos y herramientas para la preparación de muestras.

Materiales y herramientas	Unidades	Especificaciones
GPS / celular	1	Se usó para ubicar y registrar el lugar donde se realizó la preparación de las muestras.
Código de identificación de punto de muestreo	18	Identificación del punto de muestreo que se está trabajando.
Ficha de gabinete	18	Registro de los datos obtenidos en gabinete según a lo que indique la ficha 2.
Ficha de identificación de microplásticos	18	Identificar la cantidad, tipo y forma de los microplásticos.
Ficha de cuantificación de microplásticos	6	Cuantificar la cantidad total de microplásticos por sitios y playas.
Lapicero	2	Escritura del registro de los datos necesarios.
Cámara fotográfica	1	Captura de imágenes para la evidencia de la realización del proyecto.
Guantes de seguridad	2	Para realizar la limpieza de los sedimentos, se manipularon herramientas metálicas y de aluminio.
Lentes de seguridad	2	Protección de los ojos ante las partículas de arena.
Lamina de vidrio	1	Para poder hacer la limpieza de los residuos sobre una base lisa, descartado los microplásticos de otro tipo de residuos.
Pinza	2	Cuantificar, separar y limpiar las muestras.
Lupa	1	Visualizar e identificar el residuo plástico.
Barbijo	2	Para no dispersar las muestras con la respiración.
Guantes de látex	10	Obtener muestras limpias.
Gorro de cabello	6	Mantener las muestras libres de filamentos de cabello.
Placa Petri	1	Guardado de las muestras obtenidas.

Fuente: Elaboración propia.

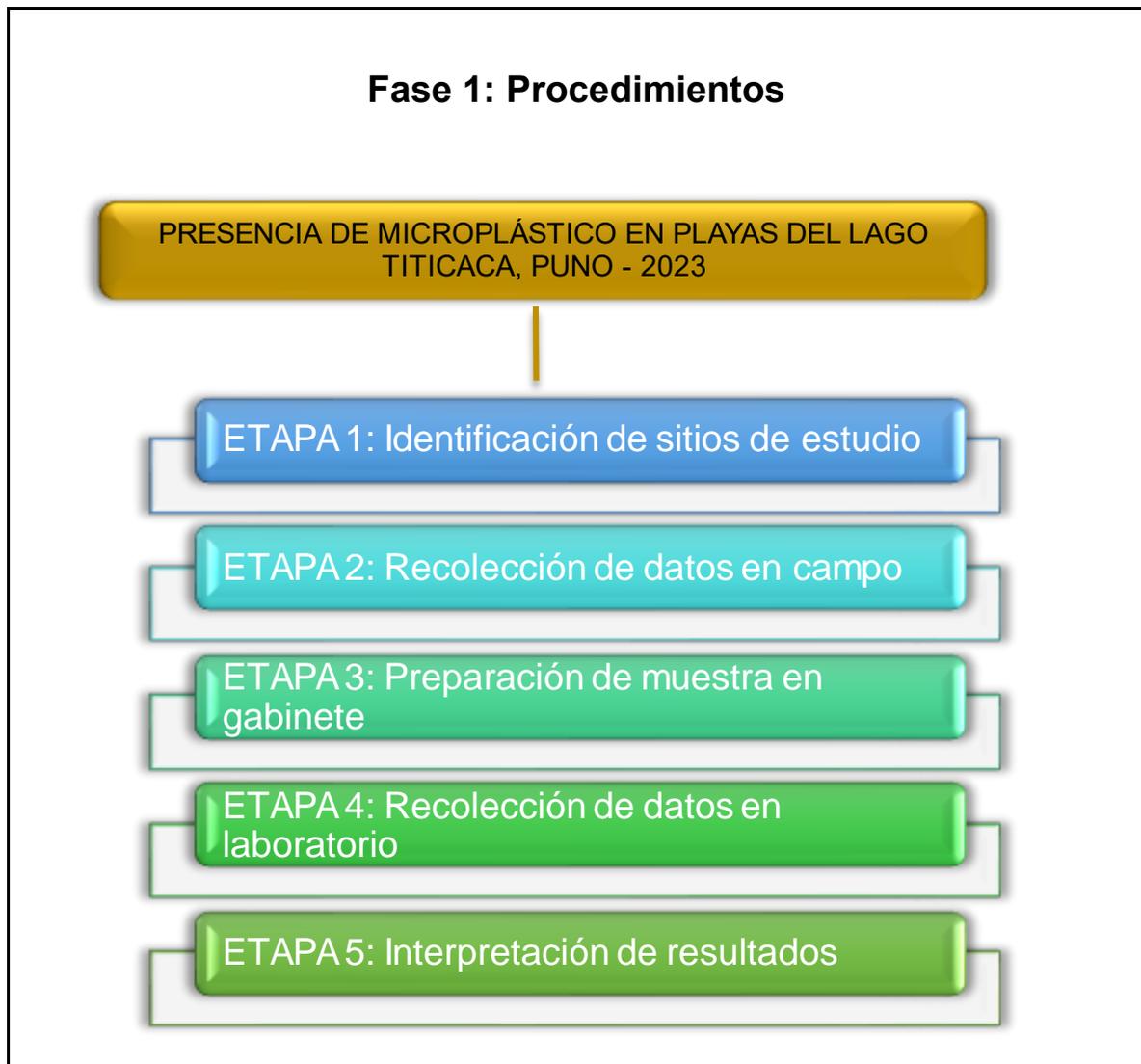
3.5.4. Recolección de datos en laboratorio

El análisis de las muestras fue desarrollado en el laboratorio de la facultad de Ingeniería Química en la Universidad Nacional de San Agustín - Arequipa. Para el análisis de las muestras en laboratorio se llevaron los microplásticos con más rareza y con mayor presencia, los cuales fueron 13 microplásticos seleccionados.

Cada microplástico, primero fue medido con un microscopio infrarrojo el cual indicó el tamaño en micrómetros, luego se introdujo al espectrofotómetro infrarrojo el cual con un rango de número de onda desde 650 cm^{-1} hasta 4000 cm^{-1} y accesorio de reflectancia total atenuada universal, se logró identificar el tipo de cada polímero.

Finalmente, el total de los 13 microplásticos llevados al análisis respectivo, fueron identificados como polímeros plásticos.

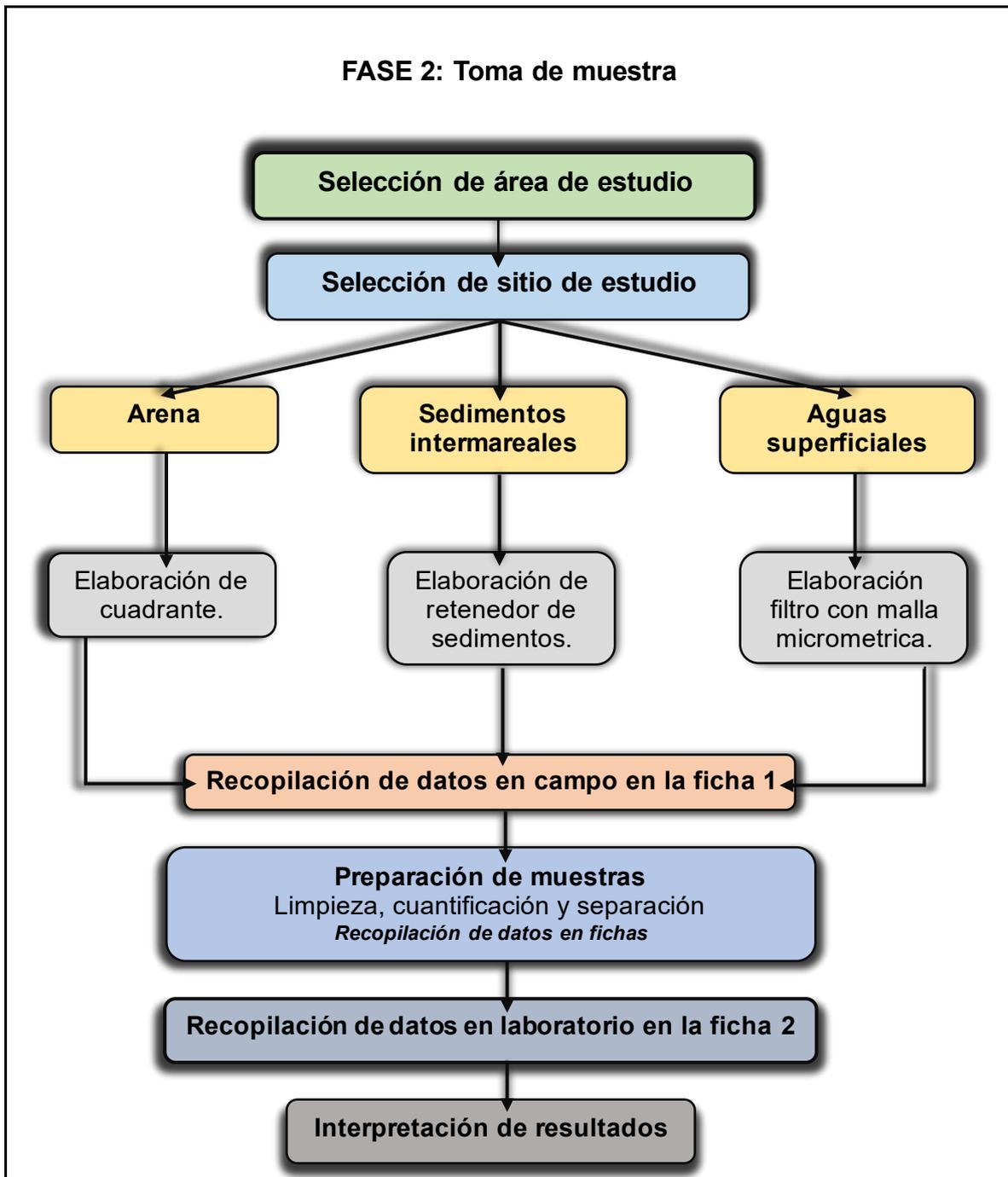
Gráfico 5. Diagrama de la fase 1: procedimientos



Fuente: Elaboración propia.

- o El presente gráfico 5. Muestra los procedimientos desarrollados en el transcurso de la investigación, desglosado por etapas y su respectiva actividad.

Gráfico 6. Diagrama de fase 2: Toma de muestra.



Fuente: Elaboración propia.

- o El presente gráfico 6. Plasma cómo se realizó la toma de muestras, siendo mencionados desde la “etapa 1” identificación de sitios de estudio, hasta la “etapa 5” interpretación de resultados.

3.6. Método de análisis de datos

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, el método de análisis de datos será de manera descriptiva pudiendo utilizar tablas y gráficos, para la recopilación y descripción de los resultados ya procesados en laboratorio.

Según (Seoane et al. 2007), los estudios descriptivos permiten analizar cómo se organizan los fenómenos y cómo se manifiestan, y permiten al investigador detallar las principales características del evento que se estudia.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación fue elaborado a detalle respetando el código de ética de la universidad y las bases legales y normativas presente en la “Guía de elaboración de trabajos conducentes a grados y títulos” aprobado con la “RESOLUCIÓN DEL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN N°062-2023-VI-UCV”, también cumpliendo los modelos científicos de responsabilidad y honestidad, siguiendo el Manual ISO 690 que es la adaptación de estilo de International Organization for Standardization (ISO) y el manual de estilos, guías y normas que proporciona la universidad para contar con una tesis de calidad. Por lo tanto, este proyecto de investigación logrará resultados reales y legales, ya que, al culminar con la investigación la metodología, los análisis, procesos y resultados de la “Presencia de microplásticos en playas del lago Titicaca, Puno – 2023” serán informados, publicados y divulgados al público mediante el repositorio de la Universidad César Vallejo. Y de conformidad y veracidad, se aplican criterios de autenticidad, autonomía y legalidad durante el proceso, con el programa TURNITIN que es el servicio de prevención de plagio en internet y por consiguiente dar de finalizado el proyecto de investigación.

IV. RESULTADOS

Los datos presentes fueron obtenidos en cada sitio y playa seleccionada para el desarrollo de esta tesis.

❖ Sistematización de datos

Los datos recolectados en la ficha 1 de “Recolección de datos en campo” es plasmado en la tesis, detallando todos los datos obtenidos.

- **UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAYA CHIFRON**

Playa: CHIFRON

Distrito: CAPACHICA

Provincia: PUNO

Departamento: PUNO

Coordenadas: 15°64'S 69°81'W

Altitud: 3866 msnm

Época del año: LLUVIOSO

- **Código: Arena 1 - Chifron (A1 - CHI)**

Coordenada de sitio: Latitud -15.636057° - Longitud -69.812933°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 12:45 pm

Hora de fin: 1:30 pm

Peso: 11.690 kg

Temperatura ambiente: 17°

Ambiente: soleado, templado y con fuertes vientos

Observaciones: había presencia de actividades escolares y trozos de vidrio en la zona de muestreo.

Tabla 8. Microplásticos en arena 1 - Chifron (A1 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Arena		Muestra: 1
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)	
Rojo	2 ud.	Fragmento - Hojuela	2-4	
Blanco	2 ud.	Fragmento	2	
Azul	2 ud.	Fibra, Fragmento	2-3-4	
Otros	1 ud.	Hojuela	3	
Total:	7 ud.			

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Arena 2 – Chifron (A2 - CHI)**

Coordenada de sitio: Latitud -15.635785° - Longitud -69.812283°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 1:45 pm

Hora de fin: 2:17 pm

Peso: 14.385 kg

Temperatura ambiente: 17°C

Ambiente: soleado, templado y con fuertes vientos

Observaciones: Ninguno

Tabla 9. Microplásticos en arena 2 – Chifron (A2 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Arena		Muestra: 2
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)	
Blanco	6 ud.	Hojuela - Fibra	1-5	
Negro	1 ud.	Fragmento	5	
Verde	4 ud.	Hojuela - Fragmento	1-3	
Amarillo	11 ud.	Hojuela	2-5	
Azul	2 ud.	Hojuela - Fragmento	1-5	
Otros	1 ud.	Fragmento	2	
Total:	25 ud.			

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Código: Sedimentos 1- Chifron (S1 - CHI)**

Coordenadas de sitio: Latitud -15.635785° - Longitud -69.812509°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 9:40 am

Hora de fin: 9:52 am

Peso: 11.375kg

Distancia: 60 m

Temperatura ambiente: 14°C

Temperatura del agua: 10°C

Ambiente: soleado, templado y vientos suaves.

Observaciones: Ninguno

Tabla 10. Microplásticos en sedimentos 1 - Chifron (S1 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Sedimentos		Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Negro	4 ud.	Fibra, Fragmento	1-3-5		
Otros	2 ud.	Fragmento	1		
Total:	6 ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Sedimentos 2 - Chifron (S2-CHI)**

Coordenadas de sitio: Latitud -15.635572° - Longitud -69.812509°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 10:10 am

Hora de fin: 10:16 am

Peso: 11.595kg

Distancia: 60 m

Temperatura ambiente: 14°C

Temperatura del agua: 12°C

Ambiente: soleado, templado y vientos suaves.

Observaciones: Ninguno

Tabla 11. Microplásticos en sedimentos 2 - Chifron (S2 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Sedimentos		Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Rojo	2 ud.	Fibra	2-4		
Blanco	1 ud.	Fragmento	2		
Negro	1 ud.	Fibra	3		
Amarillo	2 ud.	Fragmento	4-5		
Transparente	1 ud.	Fragmento	3		
Total:	7 Ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Aguas Superficiales 1 – Chifron (AS1 - CHI)**

Coordenadas de sitio: Latitud -15.635785° - Longitud -69.812509°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 10:35

Hora de fin: 10:58 am

Volumen: 20 l

Distancia: 40

Temperatura ambiente: 14°C

Temperatura del agua: 11°C

Ambiente: soleado, templado, viento suave

Observaciones: Ninguno

Tabla 12. Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Chifron (AS1 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Agua Superficial		Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Rojo	1 ud.	Fibra	5		
Negro	3 ud.	Fragmento - Película - Hojuela	2-3		
Transparente	2 ud.	Fragmento	2-4		
Otros	1 ud.	Fragmento	4		
Total:	7 ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Aguas Superficiales 2 – Chifron (AS2-CHI)**

Coordenadas de sitio: Latitud -15.635572° - Longitud -69.812509°

Fecha: 08-09-2023

Hora de inicio: 11:10 am

Hora de fin: 11:30 am

Volumen: 20 l

Distancia: 40

Temperatura ambiente: 14°C

Temperatura del agua: 15°C

Ambiente: soleado, templado, sin vientos

Observaciones: comenzó la instalación de juegos inflables lo cual obstaculizó en pequeña escala la toma de muestra y alta presencia de materia orgánica.

Tabla 13. Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Chifron (AS2 - CHI).

Playa: Chifron – Capachica		Sitio: Agua Superficial		Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Blanco	5 ud.	Fragmento	3-4-5		
Transparente	1 ud.	Fragmento	4		
Total:	6 ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- **UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAYA CHATUMA**

Distrito: POMATA

Provincia: CHUCUITO

Departamento: PUNO

Coordenadas: 16°27'S 69°21'W

Altitud: 3862 msnm

Época del año: LLUVIOSO

- **Código: Arena 1 – Chatuma (A1 - CHA)**

Coordenada de sitio: Latitud -16.268004° - Longitud -69.210462°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 11:57 am

Hora de fin: 12:25 pm

Peso: 12.110 kg

Temperatura ambiente: 21°

Ambiente: soleado, caluroso y viento suave

Observaciones: había presencia de heces fecales y plásticos grandes proveniente de envolturas de snacks y dulces.

Tabla 14. Microplásticos en Arena 1 – Chatuma (A1 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata	Sitio: Arena	Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)
Rojo	2 ud.	Fragmento	2-3
Blanco	7 ud.	Fibra - Fragmento	2-3-4
Amarillo	2 ud.	Película - Fragmento	2-3
Transparente	1 ud.	Hojuela	2
Otros	1 ud.	Fibra	5
Total:	13 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Arena 2 – Chatuma (A2-CHA)**

Coordenada de sitio: Latitud -16.268225° - Longitud -69.209953°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 1:40 pm am

Hora de fin: 2:10 pm

Peso: 12.080 kg

Temperatura ambiente: 21°

Ambiente: soleado, templado y viento suave

Observaciones: había presencia de papel, residuo orgánico de fruta, madera, tapa metálica y plástico de botellas, tela y vidrio.

Tabla 15. Microplásticos en Arena 2 – Chatuma (A2 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata		Sitio: Arena	Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)	
Blanco	3 ud.	Fibra	3-5	
Verde	2 ud.	Fragmento - Fibra	2-5	
Otros	4 ud.	Fragmento	1-2-3	
Total:	9 ud.			

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Sedimentos 1 – Chatuma (S1 - CHA)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.267680° - Longitud -69.210533°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 10:50 am

Hora de fin: 11:16 am

Peso: 10.940 kg

Distancia: 50 m

Temperatura ambiente: 17°C

Temperatura del agua: 15°C

Ambiente: soleado, caluroso, templado y vientos suaves.

Observaciones: Había un oleaje de fuerza media.

Tabla 16. Microplásticos en Sedimentos 1 – Chatuma (S1 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata		Sitio: Sedimentos	Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)	
Negro	25 ud.	Fragmento - Hojuela - Película	1-5	
Verde	1 ud.	Fibra	4	
Total:	26 ud.			

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Sedimentos 2 – Chatuma (S2 - CHA)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.267800° - Longitud -69.210191°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 12:48 pm

Hora de fin: 12:55 pm

Peso: 9.021 kg

Distancia: 44 m

Temperatura ambiente: 20°C

Temperatura del agua: 19°C

Ambiente: soleado, caluroso, templado y vientos suaves.

Observaciones: Alta presencia de pasto lacustre

Tabla 17. Microplásticos en Sedimentos 2 – Chatuma (S2 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata	Sitio: Sedimentos	Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)
Transparente	2 ud.	Fibra - Fragmento	3-5
Azul	3 ud.	Fibra	4-5
Otros	1 ud.	Esfera	2
Total:	6 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Aguas Superficiales 1 – Chatuma (AS1 - CHA)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.267680° - Longitud -69.210533°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 11:20 am

Hora de fin: 11:40 am

Volumen: 20 l

Distancia: 55 m

Temperatura ambiente: 30°C

Temperatura del agua: 13°C

Ambiente: soleado, caluroso, templado y con viento suave

Observaciones: comenzó la instalación de juegos inflables lo cual obstaculizó en pequeña escala la toma de muestra y alta presencia de materia orgánica.

Tabla 18. Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Chatuma (AS1 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata	Sitio: Agua Superficial	Muestra:1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)
Negro	3 ud.	Fragmento	3-5
Azul	2 ud.	Fragmento	2-3
Total:	5 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Aguas Superficiales 2 – Chatuma (AS2 - CHA)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.267800° - Longitud -69.210191°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 1:10 am

Hora de fin: 1:30 am

Volumen: 20 l

Distancia: 40

Temperatura ambiente: 21°C

Temperatura del agua: 19°C

Ambiente: soleado, caluroso, templado y viento suave.

Observaciones: presencia leve de pasto lacustre.

Tabla 19. Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Chatuma (AS2 - CHA).

Playa: Chatuma – Pomata	Sitio: Agua Superficial	Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)
Blanco	1 ud.	Fibra	4
Transparente	3 ud.	Fibra - Fragmento	3-4
Otros	2 ud.	Fibra - Fragmento	4-5
Total:	6 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- **UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLAYA JULI**

Distrito: JULI

Provincia: CHUCUITO

Departamento: PUNO

Coordenadas: 16°20'S 69°46'W

Altitud: 3863 msnm

Época del año: LLUVIOSO

- **Código: Arena 1 – Juli (A1 - JUL)**

Coordenada de sitio: Latitud -16.202599° Longitud -69.461773°

Fecha: 12-09-2023

Hora de inicio: 9:37 am

Hora de fin: 9:59 am

Peso: 11.250 kg

Temperatura ambiente: 16°

Ambiente: soleado, frío y viento fuerte

Observaciones: Había presencia de cáscara de fruta, plásticos grandes, tapa metálica de botella, papel, carbón y vidrio.

Tabla 20. Microplásticos en Arena 1 – Juli (A1 - JUL).

Playa: Juli - Juli	Sitio: Arena	Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)
Rojo	3 ud.	Fragmento - Fibra	2-5
Verde	4 ud.	Fragmento - Esfera	1-3
Amarillo	1 ud.	Fibra	5
Transparente	1 ud.	Fragmento	2
Azul	3 ud.	Fragmento	3
Total:	12 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Arena 2 – Juli (A2 - JUL)**

Coordenada de sitio: Latitud -16.202458° Longitud -69.463024°

Fecha: 11-09-2023

Hora de inicio: 11:01 am

Hora de fin: 11:25 am

Peso: 12.100 kg

Temperatura ambiente: 19°

Ambiente: soleado, frío y viento fuerte

Observaciones: Había presencia de caparazón de caracol, cartón, hojas secas de eucalipto, tapas metálicas de botella y madera.

Tabla 21. Microplásticos en Arena – Juli (A2 - JUL).

Playa: Juli – Juli		Sitio: Arena		Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Rojo	2 ud.	Fragmento - Fibra	3-4		
Blanco	1 ud.	Fibra	4		
Verde	1 ud.	Fragmento - Fibra	2		
Amarillo	2 ud.	Fragmento	2-3		
Transparente	1 ud.	Fragmento	3		
Azul	2 ud.	Fragmento	2-4		
Otros	1 ud.	Fragmento	2		
Total:	10 ud.				

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Código: Sedimentos 1 – Juli (S1 - JUL)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.202511° - Longitud -69.462565°

Fecha: 12-09-2023

Hora de inicio: 9:00 am

Hora de fin: 9:05 am

Peso: 10.680 kg

Distancia: 52 m

Temperatura ambiente: 16°C

Temperatura del agua: 10°C

Ambiente: soleado, frío, templado y vientos suaves.

Observaciones: Ninguno.

Tabla 22. Microplásticos en Sedimentos 1 – Juli (S1 - JUL).

Playa: Juli – Juli		Sitio: Sedimentos		Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Blanco	1 ud.	Fragmento	3		
Negro	2 ud.	Fragmento	2-3		
Transparente	2 ud.	Fibra, Fragmento	4-5		
Total:	5 ud.				

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Código: Sedimentos 2 – Juli (S2 - JUL)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.202511° - Longitud -69.462565°

Fecha: 12-09-2023

Hora de inicio: 10:20 am

Hora de fin: 10:28 am

Peso: 12.350 kg

Distancia: 50 m

Temperatura ambiente: 16°C

Temperatura del agua: 14°C

Ambiente: soleado, frío y vientos suaves.

Observaciones: Ninguno.

Tabla 23. Microplásticos en Sedimentos 2 – Juli (S2 - JUL).

Playa: Juli – Juli		Sitio: Sedimentos		Muestra: 2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Blanco	1 ud.	Fibra	2		
Amarillo	1 ud.	Fragmento	4		
Total:	2 ud.				

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Código: Aguas Superficiales 1 – Juli (AS1 - JUL)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.202511° - Longitud -69.462565°

Fecha: 12-09-2023

Hora de inicio: 9:10 am

Hora de fin: 9:30 am

Volumen: 20 l

Distancia: 52 m

Temperatura ambiente: 16°C

Temperatura del agua: 10°C

Ambiente: soleado, frío y viento suave

Observaciones: Ninguno

Tabla 24. Microplásticos en Aguas Superficiales 1 – Juli (AS1 - JUL).

Playa: Juli – Juli		Sitio: Agua Superficial		Muestra: 1	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Verde	1 ud.	Fibra	4		
Azul	1 ud.	Fragmento	1		
Otros	1 ud.	Fragmento	2		
Total:	3 ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- **Código: Aguas Superficiales 2 – Juli (AS2 - JUL)**

Coordenadas de sitio: Latitud -16.202511° - Longitud -69.462565°

Fecha: 12-09-2023

Hora de inicio: 10:30 am

Hora de fin: 10:55 am

Volumen: 20 l

Distancia: 50 m

Temperatura ambiente: 16°C

Temperatura del agua: 14°C

Ambiente: soleado, frío y vientos suaves.

Observaciones: presencia de pez muerto.

Tabla 25. Microplásticos en Aguas Superficiales 2 – Juli (AS2 - JUL).

Playa: Juli – Juli		Sitio: Agua Superficial		Muestra:2	
Color	Cantidad ud.	Forma	Tamaño (mm)		
Amarillo	1 ud.	Fragmento	3		
Transparente	1 ud.	Fragmento	2		
Azul	1 ud.	Fragmento	2		
Total:	3 Ud.				

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ **Datos generales de la toma de muestra**

En el presente segmento se presentan los datos generales obtenidos en gabinete, considerando la cantidad, peso y forma. La contabilización de microplásticos por colores en cada punto de muestreo y playa.

- **Cantidad de microplásticos en playas del lago Titicaca**

Tabla 26. Cantidad de microplásticos en la playa Chifron – Puno.

CHIFRON					
ARENA		SEDIMENTOS		AGUAS SUPERFICIALES	
A1-CHI	7 ud.	S1-CHI	6 ud.	AS1-CHI	7 ud.
A2-CHI	25 ud.	S2-CHI	7 ud.	AS2-CHI	6 ud.
∑ MP-Arena	32 ud.	∑ MP-Sedimentos	13 ud.	∑ MP-Agua Superficial	13 ud.
TOTAL DE MP EN PLAYA DE CHIFRON			58 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- La presente tabla 26. Muestra las cifras de la cantidad de microplásticos encontrados en los puntos de muestreo de arena, sedimentos y aguas superficiales de la playa Chifron.

Tabla 27. Cantidad de microplásticos en la playa Chatuma – Pomata.

CHATUMA					
ARENA		SEDIMENTOS		AGUAS SUPERFICIALES	
A1-CHA	13 ud.	S1-CHA	26 ud.	AS1-CHA	5 ud.
A2-CHA	9 ud.	S2-CHA	6 ud.	AS2-CHA	6 ud.
∑ MP-Arena	22 ud.	∑ MP-Sedimentos	32 ud.	∑ MP-Agua Superficial	11 ud.
TOTAL DE MP EN PLAYA DE CHATUMA			65 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

- La presente tabla 27. Muestra las cifras de la cantidad de microplásticos encontrados en los puntos de muestreo de arena, sedimentos y aguas superficiales de la playa Chatuma.

Tabla 28. Cantidad de microplásticos en la playa Juli – Chucuito.

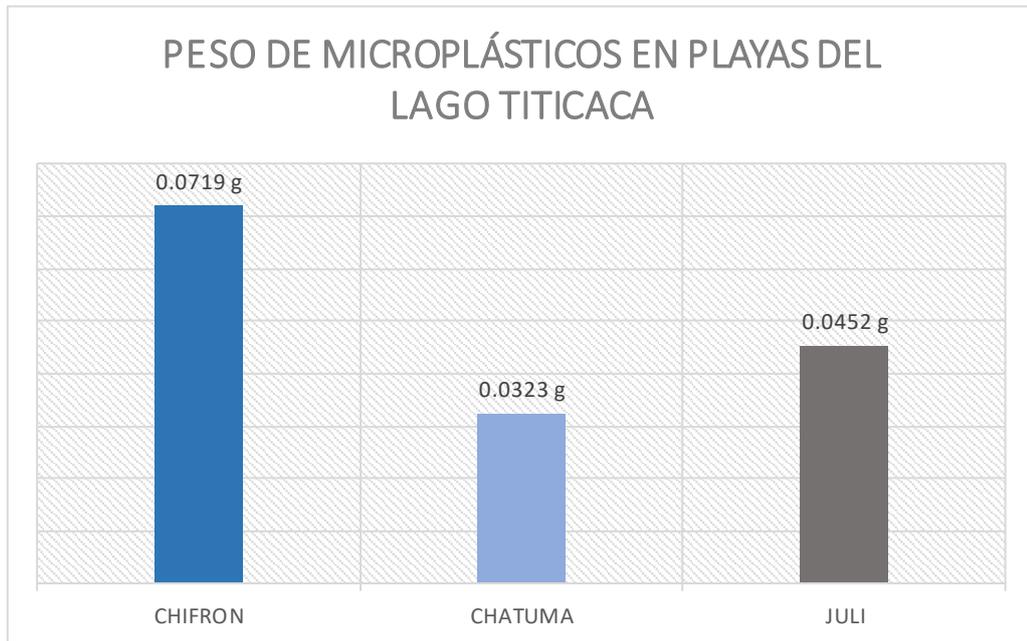
JULI					
ARENA		SEDIMENTOS		AGUAS SUPERFICIALES	
A1-JUL	12 ud.	S1-JUL	5 ud.	AS1-JUL	3 ud.
A2-JUL	10 ud.	S2-JUL	2 ud.	AS2-JUL	3 ud.
∑ MP-Arena	22 ud.	∑ MP-Sedimentos	7 ud.	∑ MP-Agua Superficial	6 ud.
TOTAL DE MP EN LA PLAYA DE JULI			35 ud.		

Fuente: Elaboración propia.

— La presente tabla 28. Muestra las cifras de la cantidad de microplásticos encontrados en los puntos de muestreo de arena, sedimentos y aguas superficiales de la playa Juli.

- **Peso de los microplásticos.**

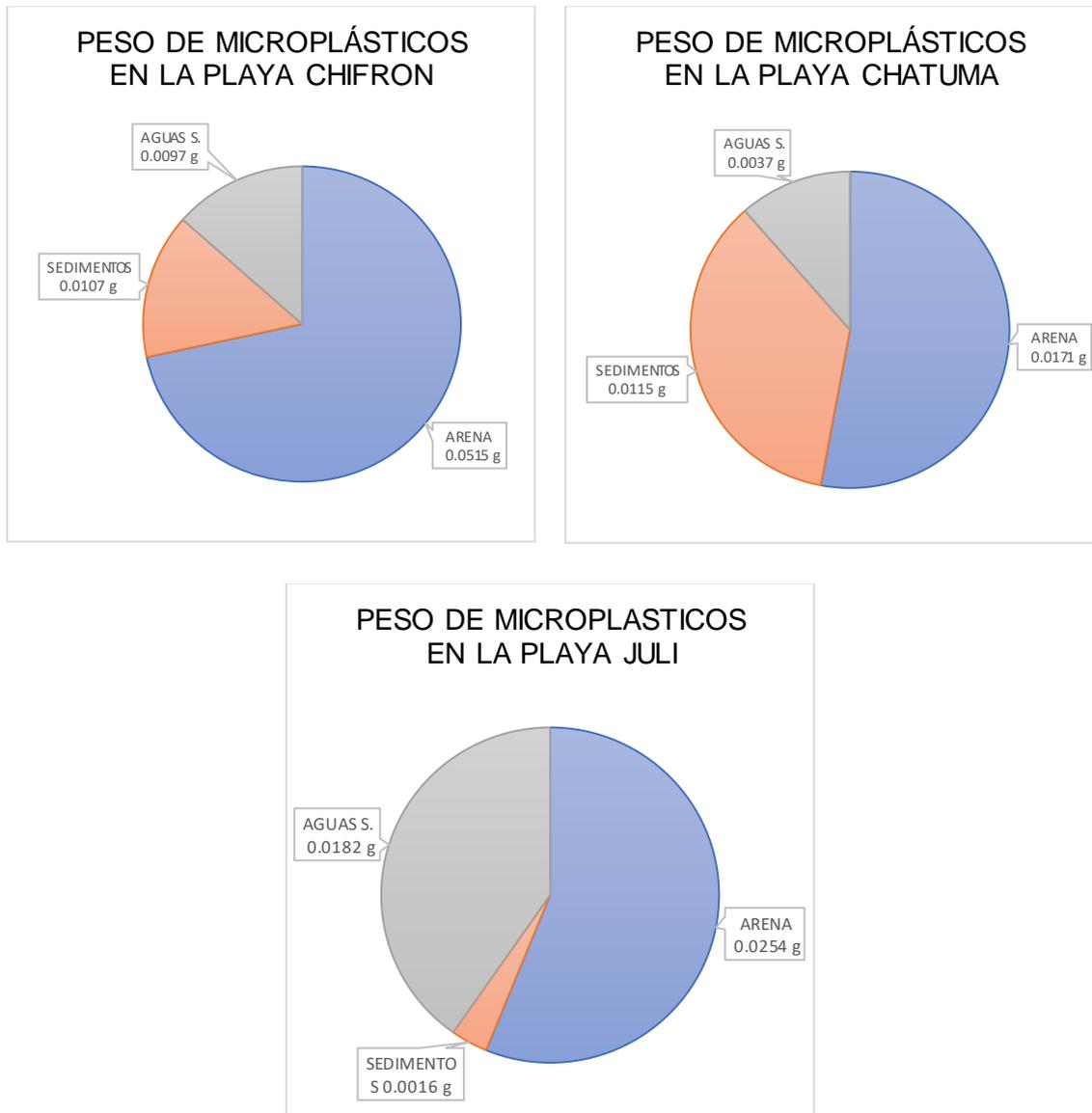
Gráfico 7. Peso de los microplásticos en las playas del lago Titicaca.



Fuente: Elaboración propia.

— El presente gráfico 7. Representado en gráfico de barras, muestra los pesos en gramos (g), de las muestras de microplásticos obtenidos en cada playa seleccionada para la evaluación, teniendo como un peso total de 0.1494 g.

Gráfico 8. Pesos específicos de las muestras de microplásticos de cada playa seleccionada.

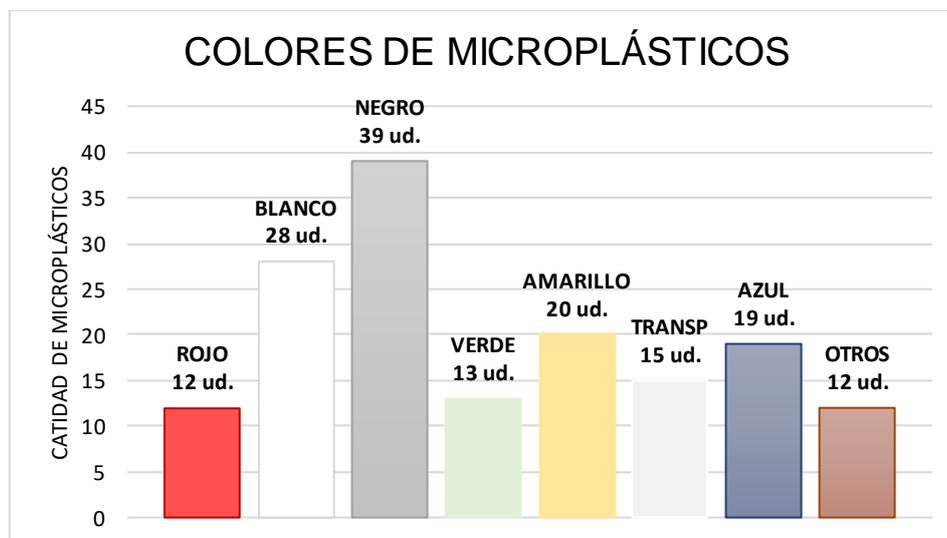


Fuente: Elaboración propia.

- El presente gráfico 8. Representado con gráfico circular, indica cuales son los pesos específicos de muestras de microplásticos obtenidos en cada sitio natural de cada playa del lago Titicaca.

- **Colores de plásticos más predominantes**

Gráfico 9. Colores de microplásticos encontrados en las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.



Fuente: *Elaboración propia.*

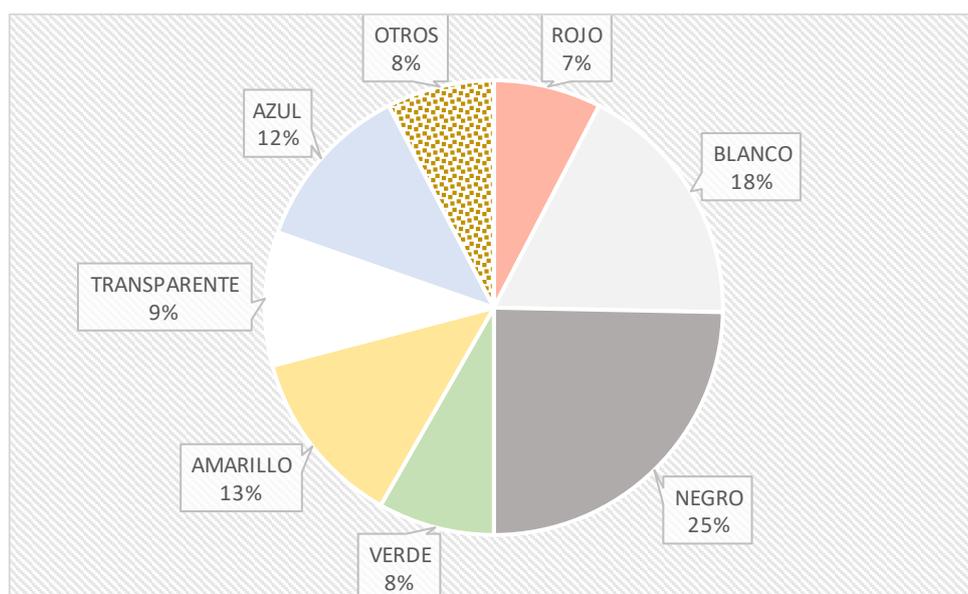
— En el gráfico 9. Representado con gráfico de barras, se demuestra cuáles fueron los colores de microplásticos presentes en las playas del lago Titicaca, indicando cual fue más predominante y los menos predominantes.

Tabla 29. Leyenda de colores de microplásticos.

LEYENDA DE COLORES DE MICROPLÁSTICOS	
■ Σ MP – Negro	39 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Blanco	28 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Amarillo	20 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Azul	19 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Transparente	15 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Verde	13 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Rojo	12 ud. partículas de microplásticos
■ Σ MP – Otros	12 ud. partículas de microplásticos

Fuente: *Elaboración propia.*

Gráfico 10. Porcentaje de colores predominantes.



Fuente: *Elaboración propia.*

- En el gráfico 10. Representado con gráfico circular, demuestra cuales son los porcentajes de colores de presentes en las playas del lago Titicaca.

Tabla 30. Leyenda de porcentaje de colores predominantes.

LEYENDA DE PORCENTAJE DE COLORES PREDOMINANTES	
■ Σ MP – Negro	25% de partículas de microplásticos
■ Σ MP – Blanco	18% de partículas de microplásticos
■ Σ MP – Amarillo	13% de partículas de microplásticos
■ Σ MP – Azul	12% de partículas de microplásticos
■ Σ MP – Transparente	9% de partículas de microplásticos
■ Σ MP – Verde	8% partículas de microplásticos
■ Σ MP – Rojo	8% partículas de microplásticos
■ Σ MP – Otros	7% partículas de microplásticos

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Polímero más predominante**

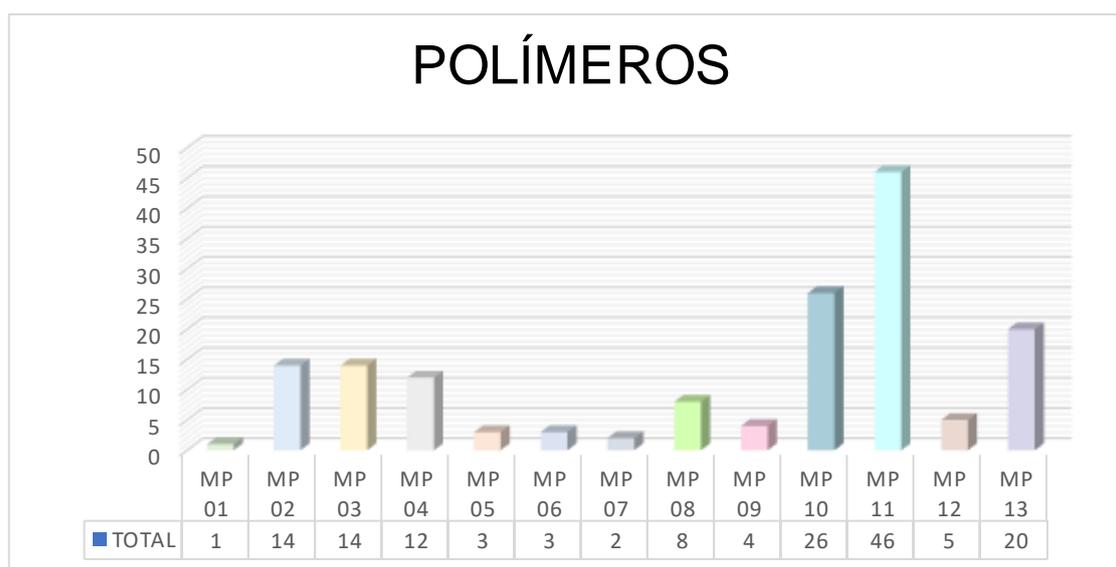
Tabla 31. Listado de polímeros analizados.

MUESTR A	TIPO	TIPO DE POLIMERO	ABREVIATURA	USO
MP 01	ADHESIVE STRIP NAPKIN, TEFLON WITH ADHESIVE	POLIPROPILENO	PP	CINTA TEFLÓN
MP 02	POLYETHYLENE HIGH DENSITY	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	HDPE	TAPA DE BOTELLA
MP 03	PANTONE PROCESS BLUE 10007	POLIETILENO TEREFALATO	PET	ENVOLTURA DE DULCES
MP 04	KRASTEN 127/9001 (POLYSTYRENE)	POLIESTIRENO	PS	CUCHARA DESCARTABLE
MP 05	POLYSTYRENE HIGH IMPACT #2	POLIETIRENO DE ALTO IMPACTO	HDPE	TECNOPOR
MP 06	POLYPROPYLENE WAXES	POLIETILENO	PE	SORBETE
MP 07	POLYPROPYLENE WITH RUBBER CONTENT	POLIETILENO	PE	SAQUILLO 1
MP 08	AVORA FR (POLYSTER)	POLIESTIRENO	PS	SACHET DE SALSAS
MP 09	POLYPROPYLENE+POLY (ETHYLENE: PROPYLENE)	POLIPROPILENO	PP	SAQUILLO 2
MP 10	POLYPROPYLENE WAXES	POLIPROPILENO	PP	SAQUILLO 3
MP 11	POLYETHYLENE PLASTICIZED #2	POLIETILENO	PE	BOLSA NEGRA COMERCIAL
MP 12	POLYPROPYLENE WAXES	POLIETILENO	PE	NAYLON
MP 13	POLYETHYLENE PLASTICIZED #2	POLIETILENO	PE	BOLSA COMÚN (pan, fruta)

Fuente: Laboratorio de investigación y servicios con equipos espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas – UNSA.

- En la presente tabla 31. Se mencionan los datos obtenidos de las 13 muestras analizadas en el laboratorio de la facultad de ingeniería química de la UNSA, indicando el N° de muestra, el tipo de polímero identificado, la abreviatura del polímero y en qué tipo de producto se haya podido utilizar.

Gráfico 11. Tipo de polímeros presente en playas del lago Titicaca.



Fuente: *Elaboración propia.*

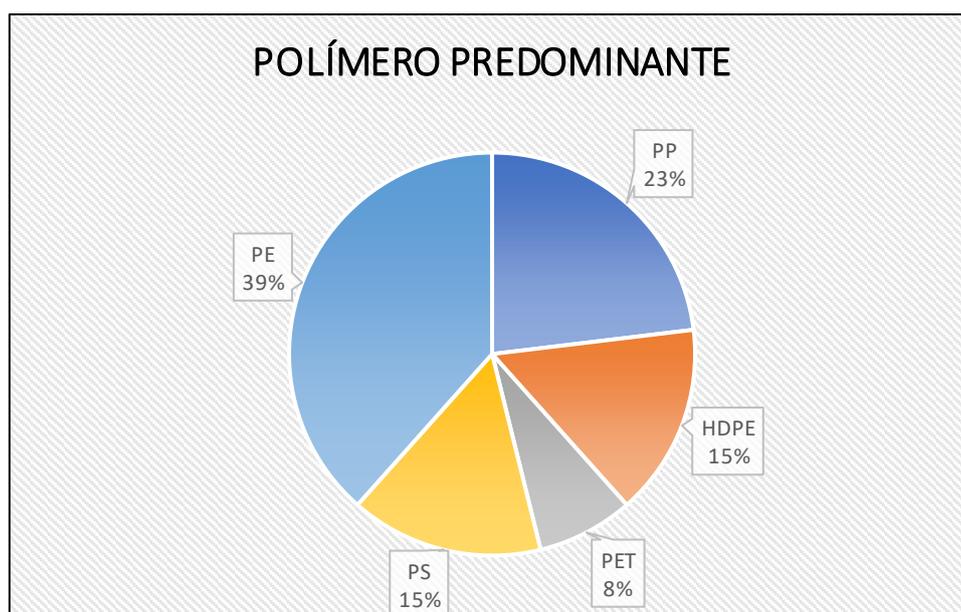
- El presente gráfico 11. Representado en gráfico de barras, muestra las cantidades de cada tipo de polímero identificado, haciendo una referencia entre los 13 tipos de polímeros identificados en laboratorio y la cantidad de 158 partículas de microplásticos encontrados en las playas del lago Titicaca.

Tabla 32. Leyenda de microplásticos en las playas.

LEYENDA DE MICROPLÁSTICOS EN LAS PLAYAS		Polímeros	Cantidad de polímeros
■	MP 01 ADHESIVE STRIP NAPKIN, TEFLON WITH	PP	1 ud.
■	MP 02 POLYETHYLENE HIGH DENSITY	HDPE	14 ud.
■	MP 03 PANTONE PROCESS BLUE 10007	PET	14 ud.
■	MP 04 KRASTEN 127/9001 (POLYSTYRENE)	PS	12 ud.
■	MP 05 POLYSTYRENE HIGH IMPACT #2	HDPE	3 ud.
■	MP 06 POLYPROPYLENE WAXES	PE	3 ud.
■	MP 07 POLYPROPYLENE WITH RUBBER CONTENT	PE	2 ud.
■	MP 08 AVORA FR (POLYSTER)	PS	8 ud.
■	MP 09 POLYPROPYLENE+POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)	PP	4 ud.
■	MP 10 POLYPROPYLENE WAXES	PP	26 ud.
■	MP 11 POLYETHYLENE PLASTICIZED #2	PE	46 ud.
■	MP 12 POLYPROPYLENE WAXES	PE	5 ud.
■	MP 13 POLYETHYLENE PLASTICIZED #2	PE	20 ud.
TOTAL DE POLÍMEROS			158 ud.

Fuente: *Elaboración propia.*

Gráfico 12. Polímero predominante.



Fuente: Elaboración propia.

- El presente gráfico 12. Representado con un gráfico circular, indica cual es el porcentaje del tipo de polímero más predominante entre las playas del lago Titicaca.

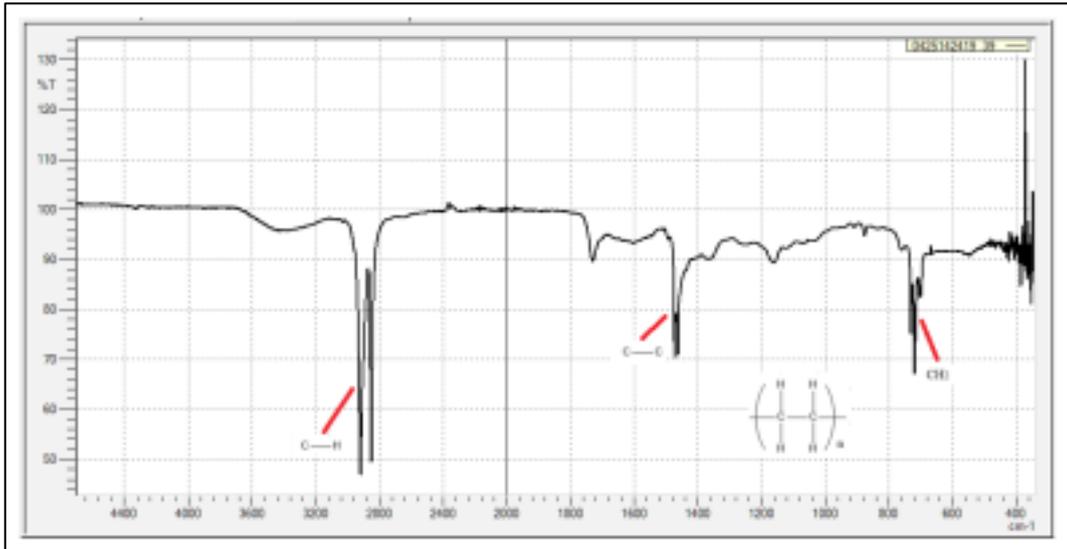
Tabla 33. Leyenda de polímeros predominantes.

LEYENDA DE POLÍREMOS PREDOMINANTES	
31 ud. de Polipropileno (PP)	23%
17 ud. de Polipropileno de alta densidad (HDPE)	15%
14 ud. de Tereftalato de polietileno (PET)	8%
20 ud. de Poliestireno (PS)	15%
76 ud. de Polietileno (PE)	39%
158 ud. partículas de microplásticos	100%

Fuente: Elaboración propia.

- **Espectros de los polímeros analizados**

Gráfico 13. Análisis del espectro de polietileno de alta densidad (HDPE).



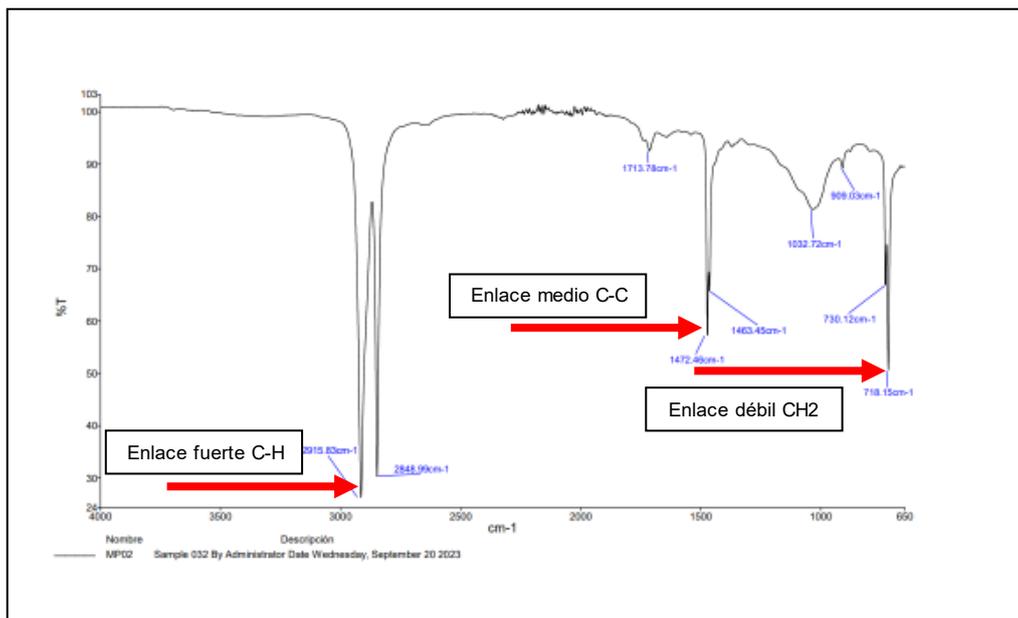
Fuente: Identificación de polímeros por espectroscopía infrarroja FT-IR.

- El gráfico 13. Es una imagen representativa de del tipo de polietileno de alta densidad (HDPE)

Según (Velandia Cabra 2018); en el eje de las X se encuentra indicada la intensidad de la radiación infrarroja, en número de onda (cm⁻¹) y en el eje Y se encuentra el porcentaje de la transmitancia (cantidad de energía que atraviesa un cuerpo en la unidad de tiempo).

Como se puede observar en la figura, el espectro consta de una serie de picos (bandas) de absorción, o simplemente picos, los cuales, como en este ejemplo, se ubican a diferentes posiciones y tienen alturas y anchuras diferentes. La región de los grupos funcionales comprendida entre 4000 y 450 cm⁻¹ puede ser dividida en tres zonas con el propósito de facilitar la identificación de un espectro.

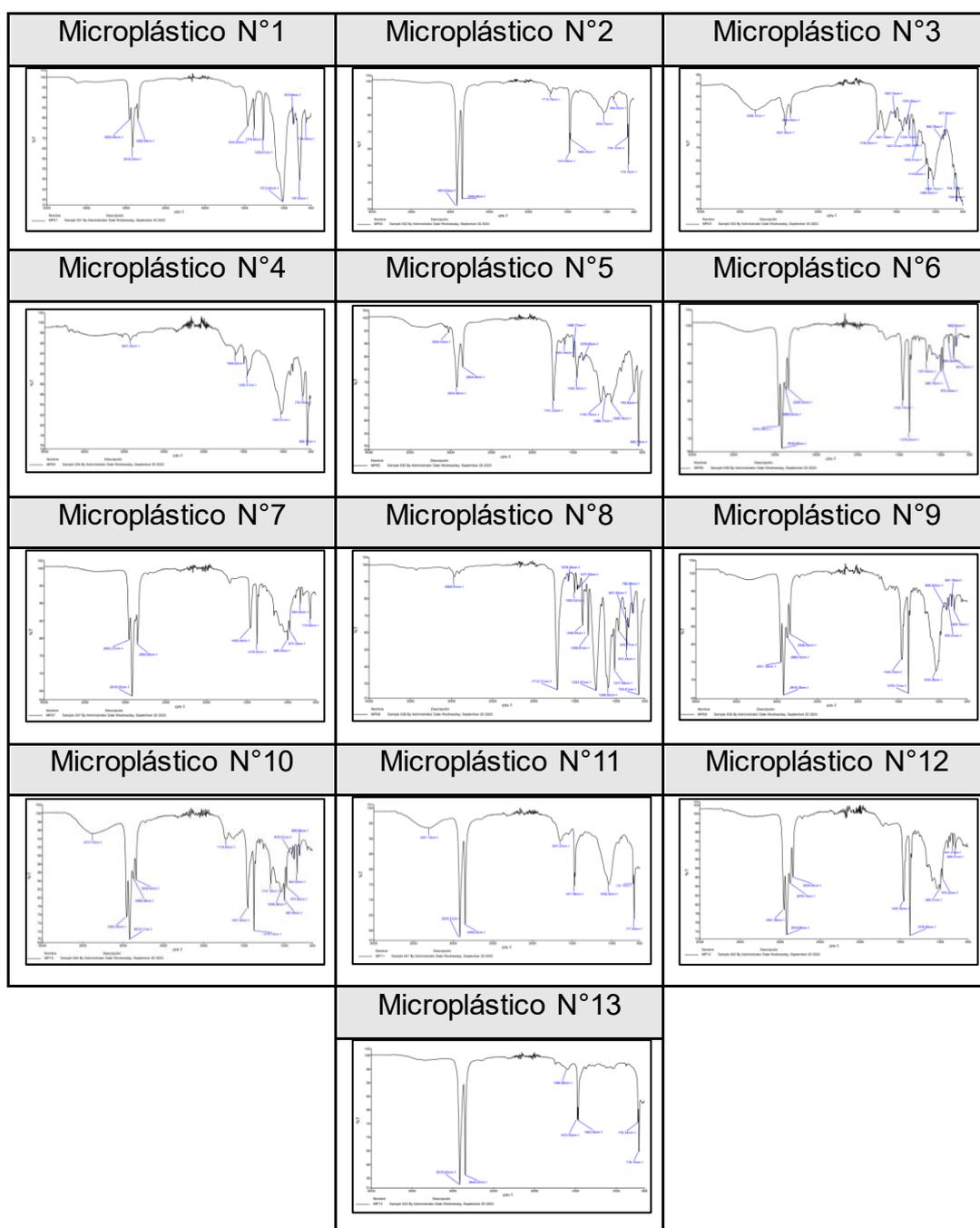
Gráfico 14. Espectro del microplástico 2 (MP2) – Polietileno de alta densidad (HDPE).



Fuente: Laboratorio de investigación y servicios con equipos espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas – UNSA.

- En el gráfico 14. Se describe el espectro de microplástico 2 (MP2), el cual es polietileno de alta densidad, donde se observan claramente tres grupos de bandas (señales fuertes, medias y débiles) correspondientes a movimientos de tensión de los enlaces C-H a 2915 - 2848 cm⁻¹, tensión C-C a 1472 - 1463 cm⁻¹ y a un movimiento de flexión de -CH₂ en 718 cm⁻¹. Dado que químicamente el HDPE es igual al polietileno de baja densidad (LDPE), las bandas de absorción son las mismas.

Gráfico 15. Espectros de los 13 microplásticos.

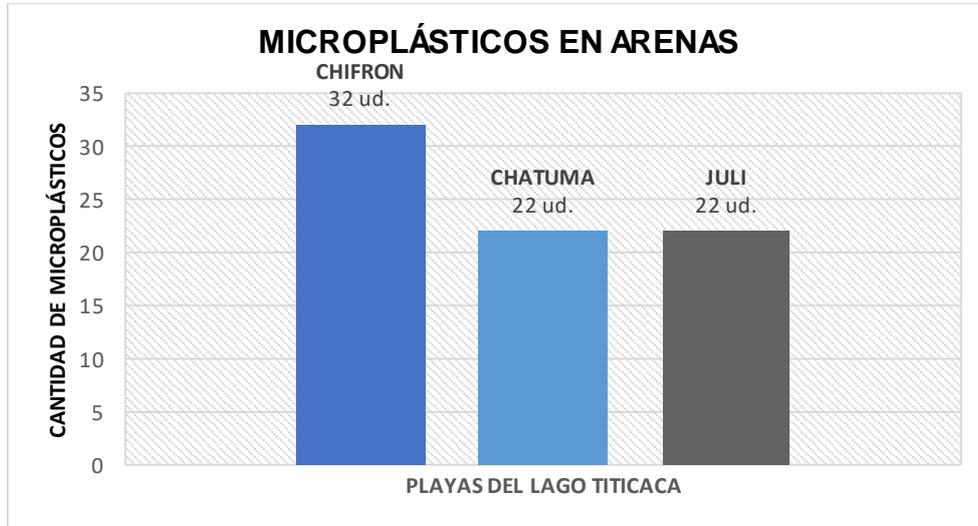


Fuente: Laboratorio de investigación y servicios con equipos espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas – UNAS.

- ❖ El gráfico 15. Son los espectros de cada microplástico analizado en laboratorio y con el Microscopio infrarrojo FTIR modelo Perkin Elmer, modelo Spotlight 200i.

- **Cantidad y tipo de microplásticos en sitios de playas del lago Titicaca.**

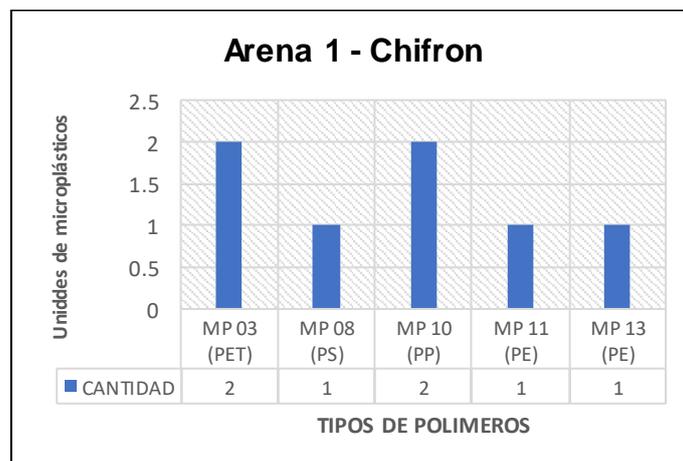
Gráfico 16. Cantidad de microplásticos en las arenas de las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.

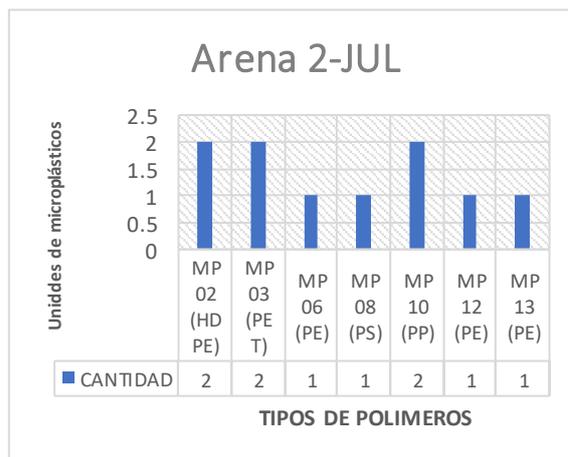
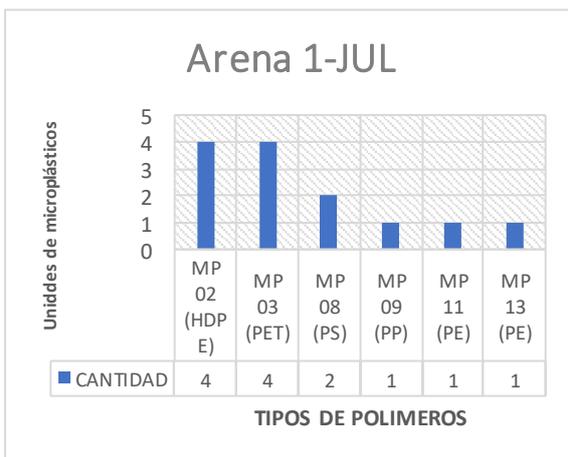
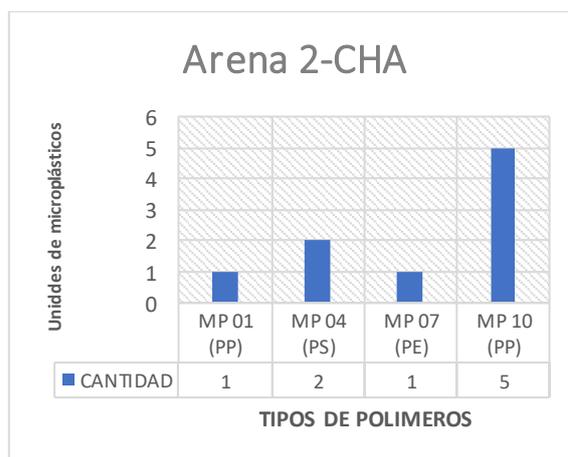
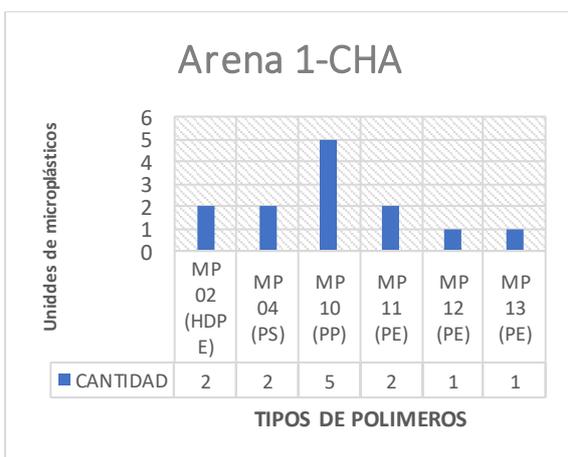
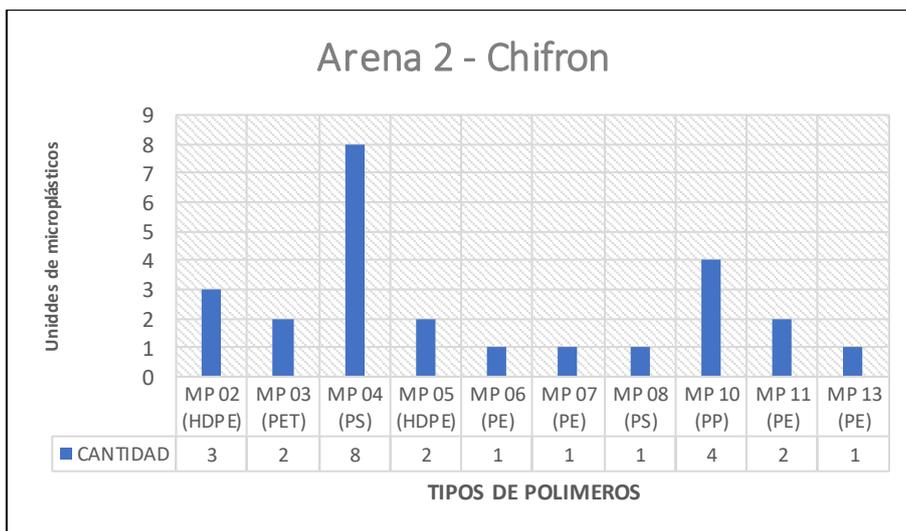


Fuente: Elaboración propia.

- El presente gráfico 16. Representado con un gráfico de barras, muestra cuál es la playa que tiene mayor nivel de contaminación microplástica en las arenas de las playas del lago Titicaca, siendo la playa Chifron la más contaminada con 32 ud. y las playas de Chatuma y Juli teniendo un nivel de contaminación igual con 22 ud. cada uno, de un total de 76 ud. de partículas.

Gráfico 17. Tipos de polímeros presentes en las arenas de las playas del lago Titicaca.



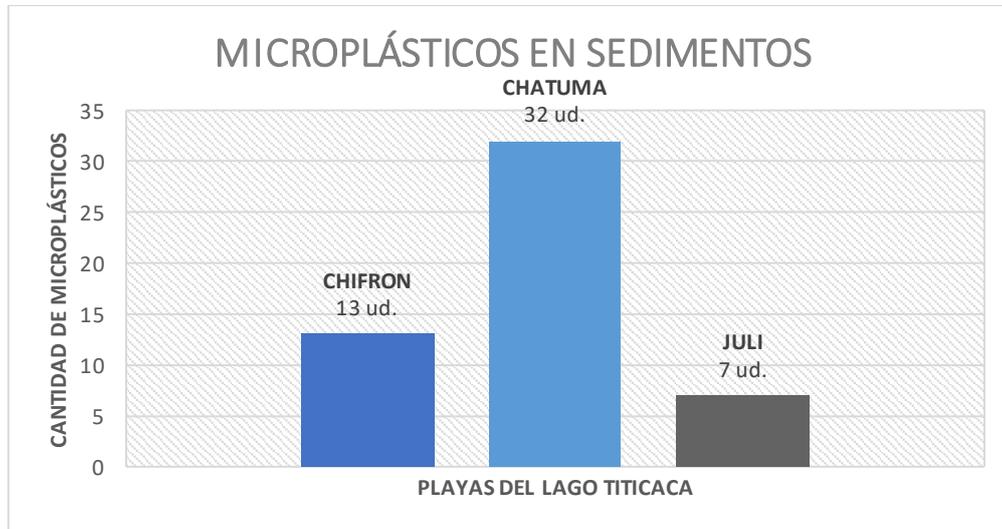


Fuente: Elaboración propia.

— El gráfico 17. Representado con gráfico de barras, indica el nivel de presencia del tipo de polímero, mencionando el número de muestra y las

cantidades de partículas microplásticas que se encontraron y analizaron en las arenas del lago Titicaca.

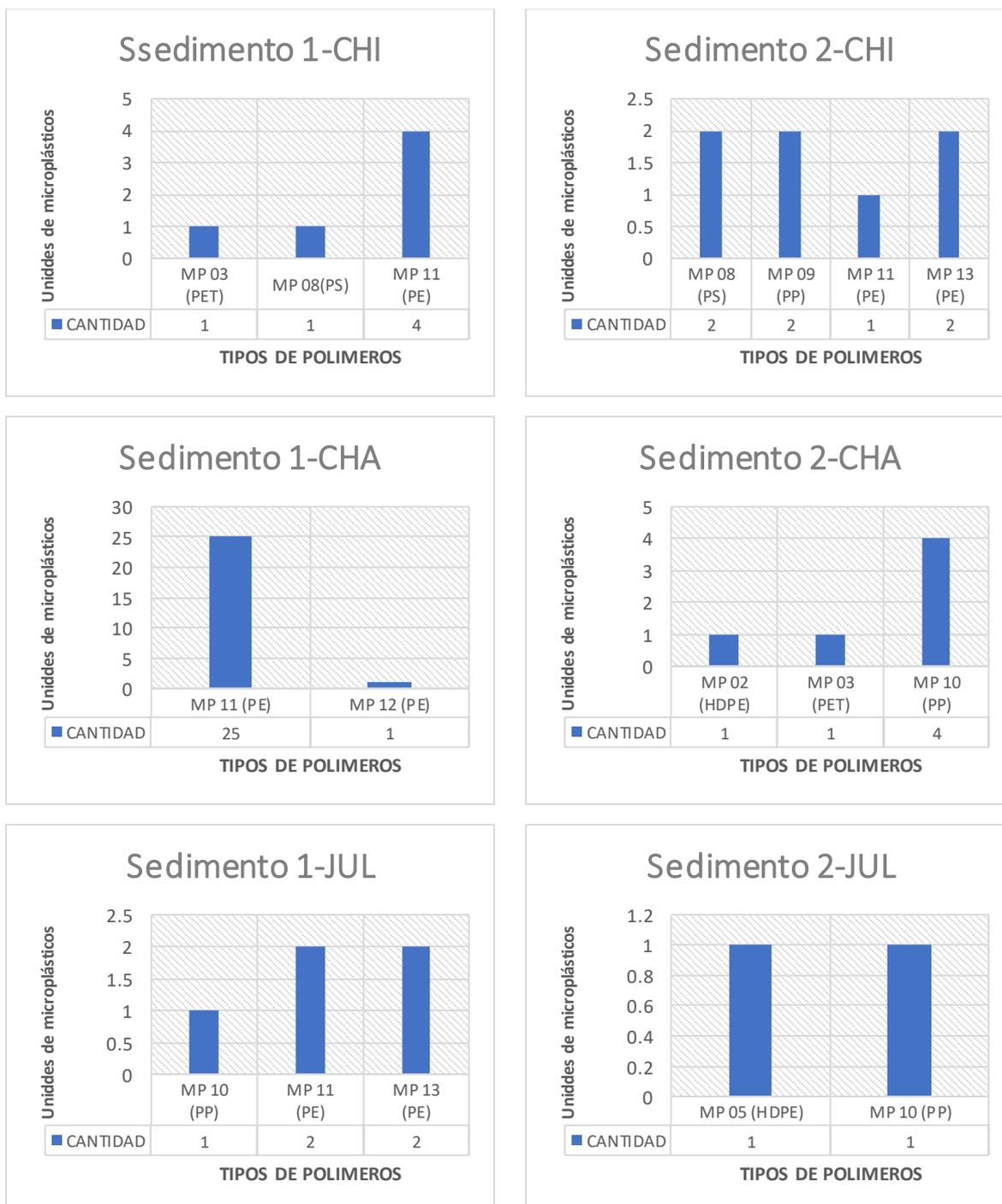
Gráfico 18. Cantidad de microplásticos en los sedimentos de las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.



Fuente: Elaboración propia.

- El gráfico 18. Representado con un gráfico de barras, muestra cuál es la playa que tiene mayor nivel de contaminación microplástica en los sedimentos de las playas del lago Titicaca, siendo la playa Chatuma la más contaminada con 32 ud. y la playa de Juli con 7 ud. siendo la menos contaminada por microplásticos de un total de 52 ud. de partículas.

Gráfico 19. Tipos de polímeros presentes en los sedimentos de las playas del lago Titicaca.

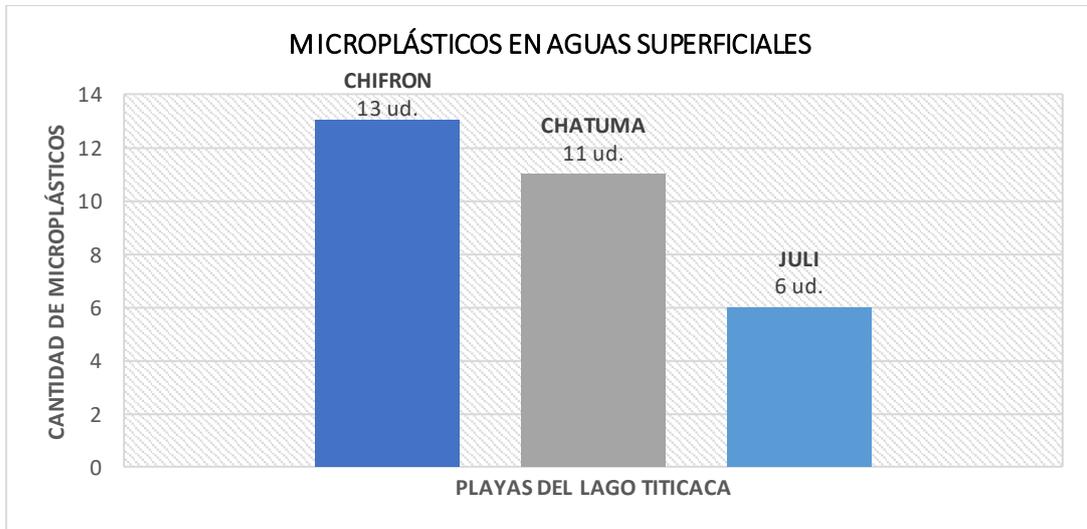


Fuente: Elaboración propia.

- En los gráficos 19. Representado con gráfico de barras, indica el nivel de presencia del tipo de polímero, mencionando el número de muestra y las

cantidades de partículas microplásticas que se encontraron y analizaron en los sedimentos del lago Titicaca.

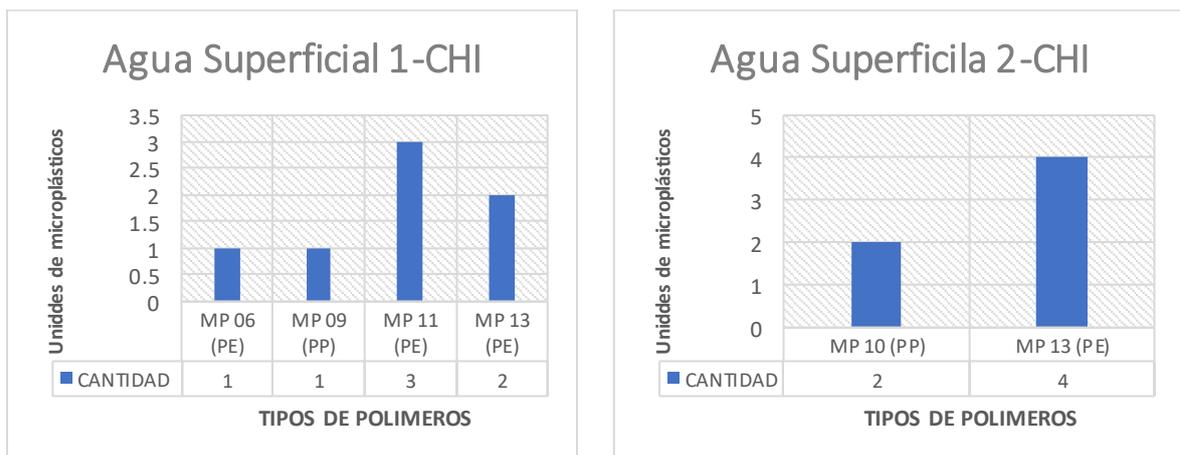
Gráfico 20. Cantidad de microplásticos en las playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca.

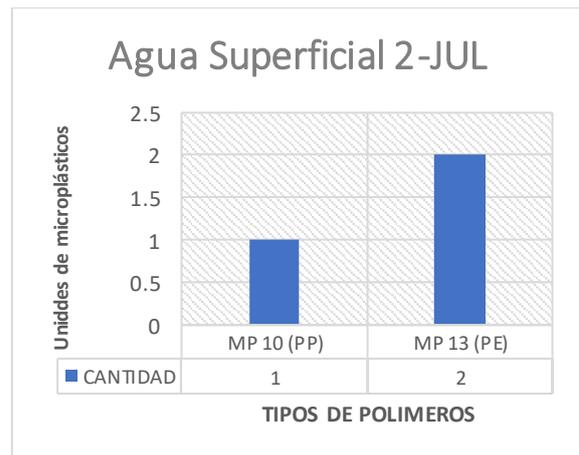
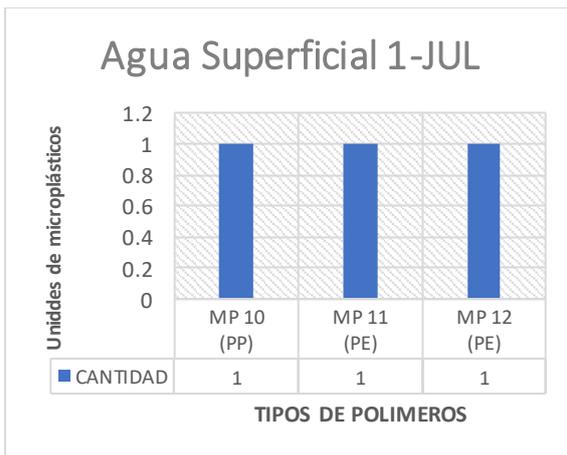
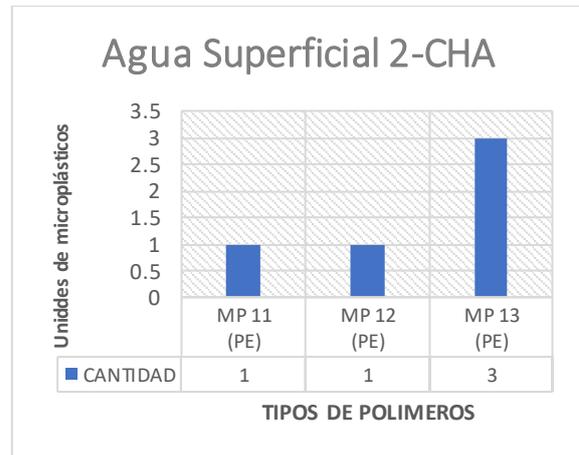
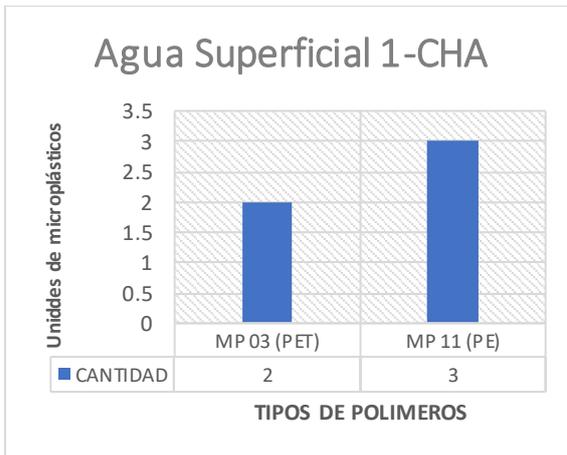


Fuente: Elaboración propia.

- El gráfico 20. Representado con un gráfico de barras, muestra cuál es la playa que tiene mayor nivel de contaminación microplástica en los las aguas superficiales de las playas del lago Titicaca, siendo la playa Chifron la más contaminada y la playa de Juli siendo la menos contaminada por microplásticos de un total de 30 ud. de partículas.

Gráfico 21. Tipos de polímeros presentes en las aguas superficiales de las playas del lago Titicaca.





Fuente: Elaboración propia.

- En los gráficos 21. Representado con gráfico de barras, indica el nivel de presencia del tipo de polímero, mencionando el número de muestra y las cantidades de partículas microplásticas que se encontraron y analizaron en las aguas superficiales del lago Titicaca.

- Playa más contaminada.

Gráfico 22. Playa más contaminada por partículas de microplásticos.



Fuente: Elaboración propia.

- El presente gráfico 22. representado con gráfico de barras, muestra el nivel de contaminación por microplásticos entre las playas de Chifron, Chatuma y Juli. Indicando en unidades de partículas de microplásticos cuál es la playa más contaminada, siendo esta la playa de Chatuma con 65 ud. De microplásticos.

V. DISCUSIÓN

La investigación desarrollada cuenta con la primera información recopilada en el sitio de estudio, por lo que no se pueden realizar comparaciones con una disminución o aumento de microplásticos, sin embargo, existen estudios relacionados a nivel internacional y nacional. Se han determinado las características físicas de los microplásticos (tamaño, color, peso y forma), además se identificó el tipo de polímero (PS, PET, HDPE, PE, PP), consiguiendo también la presencia de microplásticos en tres sitios naturales de una playa (arena, sedimentos y aguas superficiales) y por último la comparación de presencia de microplásticos entre tres playas seleccionadas para el estudio.

La investigación, demostró que los colores son similares a otras investigaciones, ya que en nuestros resultados tenemos todos los colores encontrados a los estudios que están en evaluación, pero en diferentes porcentajes; precisando así, que nuestro color más predominante es el negro con 25% de presencia, seguido por blanco 18%, amarillo 13%, azul 12%, transparente 9%, verde 8%, rojo 7% y otros colores 8%; y ahora haciendo la comparación con (Danial, Seyyed y Ali 2023); menciona que en los sedimentos del lago Sarab Nifoofar - Irán, dónde se estudiaron un total de 15 muestras con sus características físicas con respecto a los colores encontrados, los más comunes fue el color negro (51%), seguido por el blanco transparente (27%), el rojo (11%), el azul (7%) y el amarillo (4%). Asimismo (Buteler et al. 2023); en la playa turística de la Patagonia Argentina dónde también se determinó que el color negro fue el predominante (36,57%), seguido del azul (33,53%), el rojo (10,04%) y otros colores (19,85%); por otro lado, (De-la-Torre et al. 2020); en la costa de lima (Perú), se recolectaron 12 muestras que, seis pertenecientes a la zona intermareal (ZIT) y los otros seis a la zona supralitoral (ZSL) de las cuales en general predominaron con mucha diferencia en su mayoría el color blanco (84,8%), seguidos del azul (4,0%), rojo (2,6%), verde (2,2%), amarillo (2,0%) y otros colores (3,2%). Por lo tanto, en la comparación de los estudios nacionales e internacionales, predomina el color negro y con menos predominancia el color blanco, esto se debe a que, según (Khan 2021) el plástico negro puede ser cualquier tipo de plástico además que es uno de los favoritos entre muchos fabricantes ya que es una de las formas más económicas de conseguir el producto.

En la investigación, se obtuvo un mayor peso de microplásticos en la playa de Chifron con 0.0719 g, seguido por la playa de Juli con 0.0452 g y finalizando con la playa de Chatuma con 0.0323 g. Por otro lado, comparando con los resultados de (Lozada Torres y Romero Chuquilin 2021); en su proyecto de revisión bibliográfica de caracterización física de microplásticos – peso (Lima); menciona que, en la playa de Ventanilla, fue de 2.3 g/m²; comparado con el estudio de la playa Costa Azul que guardan semejanza, la cual fue de 2,6 g/m². Por otro lado, la playa con mayor peso de micro plástico fue Pescadores con 5,14 g/m², estos resultados se deben a que mayormente la disposición inadecuada de residuos sólidos llega los mares que a los lagos.

Y con respecto al tamaño de los microplásticos; mientras que en la investigación se obtuvo una longitud entre 1 a 5 mm, y en cotejo con (De-la-Torre et al. 2020); muestra que se extrajeron 12 transectos ejemplares las cuales, contenían microplásticos de entre 1 y 4,75 mm de tamaño; en el estudio de (Zheng et al. 2019) con el rango de longitud promedio de los microplásticos en muestras de sedimentos y agua de estuario (China) fue de 1,94 ± 1,41 mm y 1,26 ± 1,04 mm y en las muestras de agua, el tamaño de partícula de microplásticos de 3 a 4 mm representó el 35,71%, seguido de 0,5 a 0,99 mm (28,57%) y 1 a 1,99 mm (25,01%) respectivamente; por otro lado (Danial, Seyyed y Ali 2023); tuvieron un rango de tamaño de 0,025 a 1 mm (25–1000 µm), con mayor frecuencia en tamaño (62%). Y también en los resultados de tamaño, sobrepasa al del autor (De-la-Torre et al. 2020); que esté a la vez indica que es menor a la investigación de (Danial, Seyyed y Ali 2023); ya que las medidas de los autores abarcan un mayor y menor rango. Por ende, esta diferencia de tamaños se debe, a que la fuerza del oleaje marino es más fuerte que el oleaje lacustre, además que la actividad humana en estas playas pequeñas es menor a la de las playas marinas que son más extensas.

En los resultados obtenidos, la concentración mayor de microplásticos fue en la playa de Chatuma con 65 ud. de partículas microplásticas con el 41%, seguida por la playa Chifron con 51 ud. (37%) y menor concentración la playa de Juli 35 ud. (22%), lo que representan el 100% del total de partículas microplásticas. En comparación con (Benavente Talavera 2021), de las nueve playas estudiadas de Camaná (Arequipa), la playa la Miel tuvo el mayor número de microplásticos con

1382 ud. le sigue la Playuela con 599 ud. Luego la Punta con 235 ud. y con menor presencia en la playa las Gaviotas con tan solo 17 ud. de microplásticos. Para considerar la frecuencia de la presencia de los microplásticos, debido a la ubicación geográfica de cada estudio, los porcentajes de microplástico. Porque los residuos plásticos que acaban en el mar varían en función de la población y de las distintas industrias de cada ciudad o país.

En cuanto en la identificación de las formas de microplásticos en la investigación, se llegó a encontrar las formas de fragmento, fibra, hojuela, esfera y película. En cambio (Egessa et al. 2020); los tipos de microplásticos identificados, teniendo en consideración los tipos de polímeros; en la característica física, la forma de las micropartículas encontradas en las aguas superficiales del norte del lago victoria (Brasil) tuvieron fragmentos, escamas, filamentos, película y espuma. También (Rogowska et al. 2021); en el lago Elckie (Polonia) encontraron fibras, luego escamas, gránulos y láminas (películas). En cuanto (Danial, Seyyed y Ali 2023); contienen principalmente fibra, fragmentos, película, espuma y paleta. Entonces las diferencias en las formas de los microplásticos se deben por la ubicación geográfica, la actividad y recurrencia humana, además de la extensión de las playas y las variaciones climáticas.

Con respecto al tipo de polímero, los resultados obtenidos en las playas de lago Titicaca (Chifron, Chatuma y Juli), con el uso de FT-IR convertida en Fourier se determinó las composiciones químicas de 13 microplásticos, luego de hacer los espectros se comprobó que los polímeros predominantes fueron el Polietileno (PE) 39%, polipropileno (PP) 23%, Poliestireno (PS) 15%, Polietileno de alta densidad (HDPE) 15%, y el Tereftalato de Polietileno (PET) 8%; por lo tanto la investigación presenta menor variedad de polímeros, y menor porcentaje de Tereftalato de Polietileno (PET). A comparación de (Sagawa, Kawaai y Hinata 2018); en la playa de la bahía de Hiroshima (Japón), dónde evaluaron tres matrices ambientales las cuales determinaron el tipo de polímero de los microplásticos con el FT-IR. Del 76% de polímeros, predominó la poliamida (24%), seguida de polietileno (16%), polimetilmetacrilato (acrilato, 12%), poliéster (12%), polipropileno (8%) y poliácido (4%). Por otro lado (Zheng et al. 2019); en la bahía de Jiaozhou (China) obtuvieron principalmente el tereftalato de polietileno (PET 78,57%), seguido del polietileno

(PE 10,72%). En las muestras de sedimento estuarino, el PET (43,37%) fue el tipo de polímero más dominante, seguido del PE (21,74%) y el rayón (21,74%); también (Immanuel David et al. 2023); en el desarrollo de su investigación entre los microplásticos encontrados en el lago Kerala (India), el poliéster (95,45%) y el polipropileno (4,54%) dominaron en el agua de mar, y en los sedimentos superficiales los polímeros de poliéster (84,9%) y polietileno (15,01%). En cambio (Benavente Talavera, Vania; 2021) en las playas de Camaná - Arequipa, luego de hacer los espectros se encontró que la mayoría eran de tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC), encontrándose también; Poliestireno (PS); y a diferencia de (Zheng et al. 2019) que obtuvo (PET 78,57%), y también (Immanuel David et al. 2023); que obtuvo más polímeros de tipo Poliéster (PES) en su agua de mar y sedimentos superficiales; por ende, está diferencia de presencia de los tipos polímeros plásticos se debe según a la localización, industrialización, inadecuada disposición de residuos plásticos y actividad antrópica.

VI. CONCLUSIONES

- Los 158 microplásticos que se encontraron durante el desarrollo de la investigación tenían un tamaño de 1-5 mm, un peso total de 0.1494g, una variedad de colores, con el color negro que es el más predominante con un 25% de presencia, seguido por blanco 18%, amarillo 13%, azul 12%, transparente 9%, verde 8%, rojo 7% y otros colores 8%; y con las formas de fragmento, fibra, película y hojuela.
- Con el uso del FT-IR se determinó las composiciones químicas de los 13 microplásticos encontrados, luego de hacer los espectros se comprobó que la mayoría era polietileno (PE) 39%, polipropileno (PP) 23%, poliestireno (PS) 15%. polietileno de alta densidad (HDPE) 15% y tereftalato de polietileno (PET) 8%.
- Las arenas de las playas del lago Titicaca tienen mayor presencia de partículas microplásticas con 76 ud. (48%), los sedimentos con 52 ud. (33%) y las aguas superficiales con 30 ud. (19%)
- La concentración mayor de microplásticos fue en la playa de Chatuma con 65 partículas de microplásticos (41%), seguida por la playa de Chifron con 51 partículas de microplásticos (37%) y la playa de Juli con 35 partículas de microplásticos (22%), lo que representa al 100% de las partículas microplásticas encontradas.

VII. RECOMENDACIONES

- En el desarrollo de la investigación es preferible no utilizar materiales plásticos, con el fin de evitar la contaminación de las muestras.
- Para evitar problemas durante la limpieza de las muestras, seleccionar un entorno completamente cerrado porque las partículas de microplástico son muy ligeras y sensibles a moverse o extraviarse con la mínima presencia de brisas de aire.
- Realizar estudios sobre la afectación de los microplástico a los ecosistemas acuáticos y terrestres pertenecientes al territorio del lago Titicaca. Además de cómo se altera la fisiología de los seres vivos, influyendo en su desarrollo como especies.

REFERENCIAS

1. ALFONSO, M.B., SCORDO, F., SEITZ, C., MAVO MANSTRETTA, G.M., RONDA, A.C., ARIAS, A.H., TOMBA, J.P., SILVA, L.I., PERILLO, G.M.E. y PICCOLO, M.C., 2020. First evidence of microplastics in nine lakes across Patagonia (South America). *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 733, [consulta: 12 junio 2023]. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.139385. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720329028>
2. AMY CASTRO DE REYES, D., 2015. Recolección de datos: Fichas. [en línea]. guatemala: [consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://melp025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>
3. ARTURS PERÚ, 2023. Comunidad de Chifrón. [en línea]. [consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://www.astursperu.org/autentica-estancia/la-goticaca/comunidad-de-chifron/>
4. ATUGODA, T., VITHANAGE, M., WIJESEKARA, H., BOLAN, N., SARMAH, A.K., BANK, M.S., YOU, S. y OK, Y.S., 2021. *Interactions between microplastics, pharmaceuticals and personal care products: Implications for vector transport* [en línea]. 1 abril 2021. S.I.: Elsevier Ltd. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020323217>
5. BENAVENTE TALAVERA, V.R., 2021. DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN NUEVE PLAYAS DE CAMANÁ – AREQUIPA - PERÚ Y PROGRAMA DE SENSIBILIZACION.
6. BERTOLDI, C., LARA, L.Z., MIZUSHIMA, F.A. de L., MARTINS, F.C.G., BATTISTI, M.A., HINRICHS, R. y FERNANDES, A.N., 2021. First evidence of microplastic contamination in the freshwater of Lake Guaíba, Porto Alegre, Brazil. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 759, [consulta: 12 junio 2023]. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.143503. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720370340#bb0240>
7. BUTELER, M., FASANELLA, M., ALMA, A.M., SILVA, L.I., LANGENHEIM, M. y TOMBA, J.P., 2023. Lakes with or without urbanization along their coasts had similar level of microplastic contamination, but significant differences were seen between sampling methods. *Science of the Total Environment*, vol. 866, ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.161254.

8. CHAN, M.C.E. y CLARKE, D., 2021. Multi-theoretic research involving classroom video analysis: A focus on the unit of analysis. *Learning, Culture and Social Interaction*, vol. 31, ISSN 2210657X. DOI 10.1016/j.lcsi.2019.100344.
9. CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2019. Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. *Aprueban el Reglamento de la Ley N° 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables* [en línea]. 2019. [consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-reglamento-de-la-ley-n-30884-ley-que-regula-el-decreto-supremo-n-006-2019-minam-1800497-4/>
10. DANIAL, N., SEYYED, A.M. y ALI, A., 2023. Abundancia, distribución y caracterización de microplásticos en sedimentos de agua dulce en Irán: un estudio de caso en la ciudad de Kermanshah. [en línea]. [consulta: 27 noviembre 2023]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-25620-6>
11. DE-LA-TORRE, G.E., DIOSES-SALINAS, D.C., CASTRO, J.M., ANTAY, R., FERNÁNDEZ, N.Y., ESPINOZA-MORRIBERÓN, D. y SALDAÑA-SERRANO, M., 2020. Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru. *Marine Pollution Bulletin* [en línea], vol. 151, [consulta: 21 noviembre 2023]. ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2019.110877. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X19310331>
12. DUSAUCY, J., GATEUILLE, D., PERRETTE, Y. y NAFFRECHOUX, E., 2021. *Microplastic pollution of worldwide lakes* [en línea]. 1 septiembre 2021. S.I.: Elsevier Ltd. [consulta: 18 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749121006576>
13. EGESSA, R., NANKABIRWA, A., OCAYA, H. y PABIRE, W.G., 2020. Microplastic pollution in surface water of Lake Victoria. *Science of the Total Environment*, vol. 741, ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.140201
14. ESPINOZA FREIRE, E.E., 2019. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa.
15. FABBRI, M.S., 2020. Las técnicas de investigación: la observación. . S.I.:
16. FENG, S., LU, H., TIAN, P., XUE, Y., LU, J., TANG, M. y FENG, W., 2020. Analysis of microplastics in a remote region of the Tibetan Plateau: Implications for natural environmental response to human activities. *Science of the Total*

- Environment* [en línea], vol. 739, [consulta: 6 julio 2023]. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.140087. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972033607X>
17. GALLO, F., FOSSI, C., WEBER, R., SANTILLO, D., SOUSA, J., INGRAM, I., NADAL, A. y ROMANO, D., 2018. *Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures*. 1 diciembre 2018. S.I.: Springer Verlag
 18. GARCIA J, R.A. López J., 2013. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica.
 19. GARCÍA ZANS, M.P. y GARCÍA MESEGUER, M., 2012. 12 metodologc3ada-1-garcia-y-martinez. [en línea], [consulta: 7 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-135806/12%20metodologc3ada-1-garcia-y-martinez.pdf>
 20. IMMANUVEL DAVID, T., SHEELA, M.S., KRISHNAKUMAR, S., MUHAMMED SIYAD, A., ABIMANYU, A., VIKASINI, V.K., MONISHA, T. y DINESHBABU, S., 2023. Distribution and characterization of microplastics and ecological risks in Vellayani Lake, Kerala, India. *Total Environment Research Themes* [en línea], ISSN 27728099. DOI 10.1016/j.totert.2023.100065. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2772809923000424>
 21. INTEP, 2018. Tipos de Investigación. [en línea]. S.I.: [consulta: 4 diciembre 2023]. Disponible en: https://intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2018_1/Documentos/INVESTIGACION_NO_EXPERIMENTAL.pdf
 22. JENNA R. JAMBECK, ROLAND GEYER, CHRIS WILCOX, TEODORO R. SIEGLER, MIRIAM PERRYMAN, ANTONIO ANDRADI, RAMANI NARAYAN y LEY DE LAVANDA KARA, 2015. Entradas de desechos plásticos de la tierra al océano. [en línea], vol. 347, [consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352>
 23. KHAN, A., 2021. EL PLÁSTICO NEGRO NO SE PUEDE RECICLAR. [en línea]. [consulta: 1 diciembre 2023]. Disponible en: <https://elcambiologico.com/el-plastico-negro-no-se-puede-reciclar/#:~:text=El%20pl%C3%A1stico%20negro%20puede%20ser,de%20primac%C3%ADa%20en%20el%20producto>

24. LOZADA TORRES, H.J. y ROMERO CHUQUILIN, A.D., 2021. ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROPLÁSTICOS. [en línea], [consulta: 21 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28227/Lozada%20Torres%2c%20Howar%20Jhon%20-%20Romero%20Chuquilin%2c%20Adilmer%20David.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
25. OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study. *Int. J. Morphol.* S.I.:
26. PAREDES, J., A, Z., SANCHEZ MORENO DEL CASTILLO, A., ORDOÑEZ, K., B, R. y ZEGARRA, M.P., 2019. Caracterización de Microplásticos en los Recursos Hidrobiológicos del Lago Titicaca. [en línea]. S.I.: [consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9479>
27. PIZZITUTTI, F., WALSH, S.J., RINDFUSS, R.R., GUNTER, R., QUIROGA, D., TIPPETT, R. y MENA, C.F., 2017. Scenario planning for tourism management: a participatory and system dynamics model applied to the Galapagos Islands of Ecuador. *Journal of Sustainable Tourism* [en línea], vol. 25, no. 8, [consulta: 12 junio 2023]. ISSN 17477646. DOI 10.1080/09669582.2016.1257011. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721027753#bb0245>
28. PLASTICS EUROPE, 2022. Plásticos: los hechos 2022. [en línea]. [consulta: 8 junio 2023]. Disponible en: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
29. PRATA, J.C., CASTRO, J.L., DACOSTA, J.P., DUARTE, A.C., CERQUEIRA, M. y ROCHA-SANTOS, T., 2020. An easy method for processing and identification of natural and synthetic microfibers and microplastics in indoor and outdoor air. *MethodsX* [en línea], vol. 7, [consulta: 6 julio 2023]. ISSN 22150161. DOI 10.1016/j.mex.2019.11.032. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016119303383?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=8332b259ccac6dfd

30. ROGOWSKA, W., SKORBIŁOWICZ, E., SKORBIŁOWICZ, M. y TRYBUŁOWSKI, Ł., 2021. Microplastics in coastal sediments of eŁckie lake (Poland). *Studia Quaternaria*, vol. 38, no. 2, ISSN 16415558. DOI 10.24425/sq.2021.136827
31. RUBIN, A.E., SARKAR, A.K. y ZUCKER, I., 2021. *Questioning the suitability of available microplastics models for risk assessment – A critical review* [en línea]. 20 septiembre 2021. S.I.: Elsevier B.V. [consulta: 6 julio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721027418>
32. RUMBOS DEL PERÚ, 2019. Seis playas del Titicaca para descubrir en Puno. [en línea]. [consulta: 18 julio 2023]. Disponible en: <https://www.rumbosdelperu.com/destinos-largos/31-01-2019/seis-playas-del-titicaca-para-descubrir-este-verano-en-puno/>
33. RUMMEL, C.D., JAHNKE, A., GOROKHOVA, E., KÜHNEL, D. y SCHMITT-JANSEN, M., 2017. *Impacts of biofilm formation on the fate and potential effects of microplastic in the aquatic environment* [en línea]. 1 julio 2017. S.I.: American Chemical Society. [consulta: 7 julio 2023]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.estlett.7b00164>
34. SAGAWA, N., KAWAAI, K. y HINATA, H., 2018. Abundance and size of microplastics in a coastal sea: Comparison among bottom sediment, beach sediment, and surface water. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 133, ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2018.05.036.
35. SAUD, S., YANG, A., JIANG, Z., NING, D. y FAHAD, S., 2023. New insights in to the environmental behavior and ecological toxicity of microplastics. *Journal of Hazardous Materials Advances* [en línea], vol. 10, ISSN 27724166. DOI 10.1016/j.hazadv.2023.100298. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2772416623000694>
36. SEOANE, T., MARTÍN-SÁNCHEZ, E., MARTÍN, J.L.R., LURUEÑA-SEGOVIA, S. y ALONSO MORENO, F.J., 2007. Capítulo 3: La investigación a partir de la observación. Estudios descriptivos. Estudios analíticos. *SEMERGEN - Medicina de Familia*, vol. 33, no. 5, ISSN 1138-3593. DOI 10.1016/S1138-3593(07)73887-X.

37. SIERRA PRAELI, Y., 2018. Guerra contra los plásticos desechables: ¿cuánto ha avanzado Latinoamérica? [en línea]. [consulta: 12 junio 2023]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2018/07/plasticos-desechables-leyes-latinoamerica/>
38. SUN, J., PENG, Z., ZHU, Z.R., FU, W., DAI, X. y NI, B.J., 2022. The atmospheric microplastics deposition contributes to microplastic pollution in urban waters. *Water Research* [en línea], vol. 225, [consulta: 18 febrero 2024]. ISSN 18792448. DOI 10.1016/j.watres.2022.119116. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135422010624>
39. TIWARI, M., RATHOD, T.D., AJMAL, P.Y., BHANGARE, R.C. y SAHU, S.K., 2019. Distribution and characterization of microplastics in beach sand from three different Indian coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* [en línea], vol. 140, [consulta: 21 julio 2023]. ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2019.01.055. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X1930075X#s0050>
40. VELANDIA CABRA, J.R., 2018. Identificación de polímeros por espectroscopía infrarroja. *Revista Ontare* [en línea], vol. 5, [consulta: 8 diciembre 2023]. ISSN 2382-3399. DOI 10.21158/23823399.v5.n0.2017.2005. Disponible en: <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revistao/article/view/2005>
41. ZHENG, Y., LI, J., CAO, W., LIU, X., JIANG, F., DING, J., YIN, X. y SUN, C., 2019. Distribution characteristics of microplastics in the seawater and sediment: A case study in Jiaozhou Bay, China. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 674, [consulta: 21 noviembre 2023]. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.04.008. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719315219#s0045>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 2023							
Problema	Objetivo	variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
General	General	único Presencia de microplásticos	Los microplásticos, que generalmente se refieren a partículas de plástico de menos de 5 mm de tamaño, se han convertido en un problema ambiental creciente en la última década. Las fuentes de microplásticos en el medio ambiente incluyen principalmente emisiones directas de fragmentos de plástico, espumas, partículas, fibras y películas (Saud et al. 2023). Los microplásticos están presentes en ecosistemas y, por lo tanto, se puede evaluar posibles riesgos ecológicos en aguas, suelos y sedimentos, lo que con el tiempo puede provocar cambios en el ciclo de nutrientes en los ecosistemas (Rummel et al. 2017).	Para determinar la presencia de microplásticos se evaluará el origen, degradación, características e identificación de los microplásticos en las playas del lago Titicaca. Aplicando los métodos de: cernido en los suelos arenosos, arrastre en los sedimentos y filtración en las aguas superficiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Características físicas de los microplásticos. • Tipo de plásticos. • Playas Chifron, Chatuma y Juli del lago Titicaca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad ➤ Tamaño ➤ Color ➤ Peso ➤ Forma ➤ Polímero ➤ Arena ➤ Aguas superficiales ➤ Sedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ud. ➤ mm ➤ Color ➤ g ➤ Forma ➤ PP ➤ HDP E ➤ PET ➤ PS ➤ PE ➤ 1/2² ➤ l ➤ kg ➤ g

					• Comparación del nivel de presencia de microplásticos.	➤ Playas Chifrón, Chatuma y Juli del lago Titicaca.	➤ ud.
Específico	Específico						
<p>➤ ¿Cuáles son las características físicas de los microplásticos en Playas del lago Titicaca?</p> <p>➤ ¿Cuáles son los tipos de microplásticos en Playas del lago Titicaca?</p> <p>➤ ¿Los tres sitios naturales en las playas del lago Titicaca, están contaminados por microplásticos?</p> <p>➤ ¿Cuánto es la diferencia de la presencia de microplásticos entre las playas del lago Titicaca?</p>	<p>➤ Caracterizar los Microplásticos en las playas del lago Titicaca.</p> <p>➤ Identificar los tipos de polímeros en las playas del lago Titicaca.</p> <p>➤ identificar la cantidad de presencia de microplásticos en cada sitio natural de las playas del lago Titicaca</p> <p>➤ Comparar la presencia de microplástico entre las playas del lago Titicaca.</p>						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Validación de instrumentos por juicio de expertos.

- ficha 1 “Recolección de datos en campo”



Validación de instrumentos

I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y nombres: Mg. Alcides Garzon Flores
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo a ser evaluado: Ficha 1 de “Recolección de datos en campo”
- 1.5. Autores de instrumento:
 - Bach. Chambi Huaman, Joel Sandro
 - Bach. Yanes Martinez, Christian Enrique

II. Aspectos de validación

	INDICADORES	INACEPTABLE						MEDIANAMEN TE 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 teóricos 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.

X

IV. Promedio de valoración

85%

Lima, 24 diciembre del 2023



 Firma y sello

- Ficha 2 “Recolección de datos en gabinete”

Validación de instrumentos

I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y nombres: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo a ser evaluado: Ficha 2 de “Recolección de datos en gabinete”
- 1.5. Autores de instrumento:
 - Bach. Chambi Huaman, Joel Sandro
 - Bach. Yanes Martinez, Christian Enrique

II. Aspectos de validación

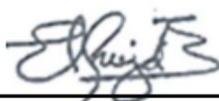
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MEDIANAMEN TE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los 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 teóricos 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		

V. Opinión de aplicabilidad

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

VI. Promedio de valoración

85%



Lima, 24 diciembre del 2023

Firma y sello

- Ficha 3 “Recolección de datos en laboratorio”

Validación de instrumentos

I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y nombres: Mg. Cabello Torres Rita Jaqueline
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo a ser evaluado: Ficha 3 de “recolección de datos en laboratorio”
- 1.5. Autores de instrumento:
 - Bach. Chambi Huaman, Joel Sandro
 - Bach. Yanes Martinez, Christian Enrique

II. Aspectos de validación

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MEDIANAMEN TE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
11. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
12. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos										X			
13. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										X			
14. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										X			
15. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
16. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis										X			
17. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos teóricos y/o científicos.										X			
18. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores										X			
19. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
20. 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.

X

VIII. Promedio de valoración

85%



Lima, 24 diciembre del 2023

Firma y sello



FICHA 1 DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

“Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno – 2023”

PARTICIPANTES			
<ul style="list-style-type: none"> • Chambi Huaman, Joel Sandro • Yanes Martinez, Christian Enrique • _____ 			
Fecha: __/__/2023	Hora de inicio: __:__	Hora de fin: __:__	
UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
Playa:		Distrito:	
Provincia:		Departamento: Puno	
PUNTO DE MUESTREO			
Sitio: <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Sedimentos <input type="checkbox"/> Agua Superficial			Código de Muestreo: A1-CHI (letra : sitio; número : el punto de muestreo; letras : inicial del sitio)
Distancia: _____m	Volumen: _____l	Peso: _____kg	
<small>Sedimentos Y Aguas Superficiales</small>	<small>Aguas Superficiales</small>	<small>Sedimentos Y Arena</small>	
Coordenadas:		Altitud:	
CLIMA			
Época Del Año: <input type="checkbox"/> Seca <input type="checkbox"/> Lluvioso		Temperatura Aire _____ °C	
		Temperatura Del Agua: _____ °C	
Ambiente: <input type="checkbox"/> Soleado <input type="checkbox"/> Nublado <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> Calor <input type="checkbox"/> Templando <input type="checkbox"/> Con viento <input type="checkbox"/> Sin Viento			
OTRO: _____			
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia.



FICHA 2 DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN **GABINETE**

“Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno – 2023”

PARTICIPANTES		
<ul style="list-style-type: none">• Chambi Huaman, Joel Sandro• Yanes Martinez, Christian Enrique		
Fecha: __/__/2023	Hora de Inicio: __:__	Hora de Fin: __:__
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Distrito: Juliaca	Provincia: San Román	Departamento: Puno
Coordenadas:	Altitud:	
PUNTO DE MUESTREO		
Sitio: <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Sedimentos <input type="checkbox"/> Agua Superficial	Código de Muestreo: A1- CHI <small>(letra: sitio; número: el punto de muestreo; letras: inicial del sitio)</small>	
CARACTERIZACIÓN MICROPLÁSTICOS EN GABINETE		
Cantidad: _____ Unidades	Peso: _____ mg	
Color: <input type="checkbox"/> Rojo__ ud.	<input type="checkbox"/> Blanco__ ud.	<input type="checkbox"/> Negro__ ud. <input type="checkbox"/> Verde__ ud.
<input type="checkbox"/> Amarillo__ ud.	<input type="checkbox"/> Transparente__ ud.	<input type="checkbox"/> Azul__ ud. <input type="checkbox"/> Otros__ ud.
Observaciones:		

Fuente: Elaboración propia



FICHA 3 DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LABORATORIO

“Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno – 2023”

PARTICIPANTES		
• Chambi Huaman, Joel Sandro	• Yanes Martinez, Christian Enrique	
ENCARGADOS DE LABOTARIO		
•	•	
Fecha: __/__/2023	Hora de Inicio: __:__	Hora de Fin: __:__
UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Laboratorio: Laboratorio de investigación y servicios con equipos espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas – UNSA - AREQUIPA		
Ciudad: Arequipa	Departamento: Arequipa	
PUNTO DE MUESTREO		
Sitio: <input type="checkbox"/> Arena <input type="checkbox"/> Sedimentos <input type="checkbox"/> Agua Superficial	Código de Muestreo: A1- CHI <small>(letra: sitio; número: el punto de muestreo; letras: inicial del sitio)</small>	
PRUEBAS EN LABORATORIO		
Muestra de microplástico N° _____		
Color: <input type="checkbox"/> Rojo__ ud. <input type="checkbox"/> Blanco__ ud. <input type="checkbox"/> Negro__ ud. <input type="checkbox"/> Verde__ ud. <input type="checkbox"/> Amarillo__ ud. <input type="checkbox"/> Transparente__ ud. <input type="checkbox"/> Azul__ ud. <input type="checkbox"/> Otros__ ud.		
Tipo: <input type="checkbox"/> PET (polietileno tereftalato) <input type="checkbox"/> PP (polipropileno) <input type="checkbox"/> HDPE (polietileno de alta densidad) <input type="checkbox"/> PS (poliestireno) <input type="checkbox"/> PE (Polietileno) <input type="checkbox"/> LDPE (polietileno de baja densidad) <input type="checkbox"/> Otro _____		
Observaciones:		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Panel fotográfico.

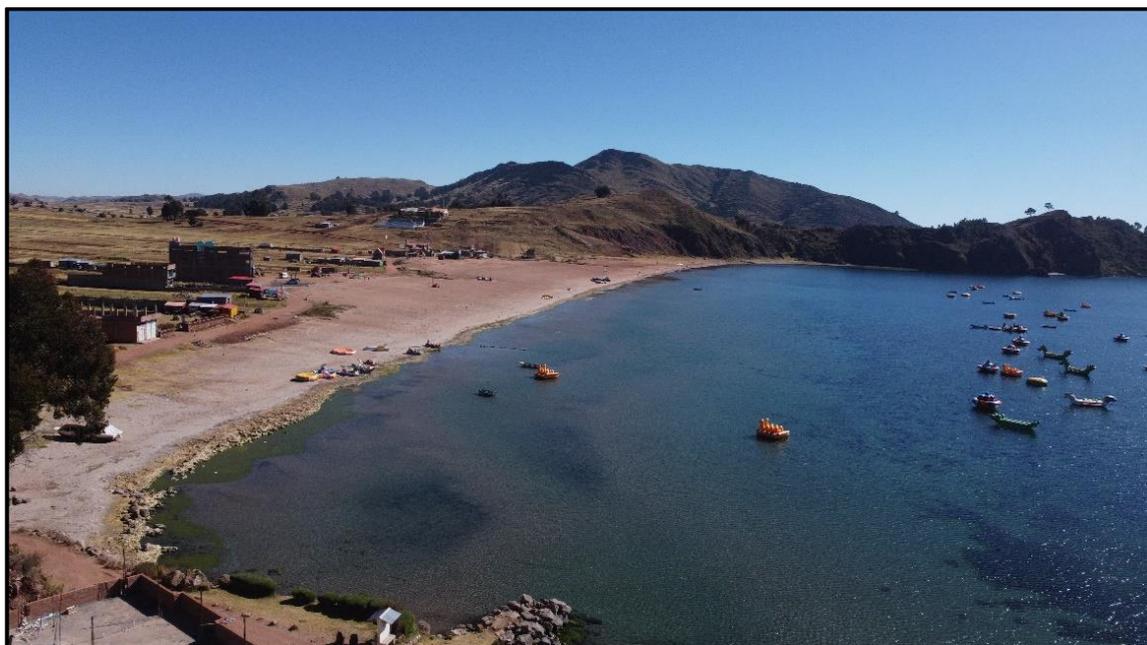
- **PANEL FOTOGRÁFICO.**

- **Reconocimiento e identificación de las áreas de estudio**

- **Capachica**



Tesistas en la playa de Chifron.

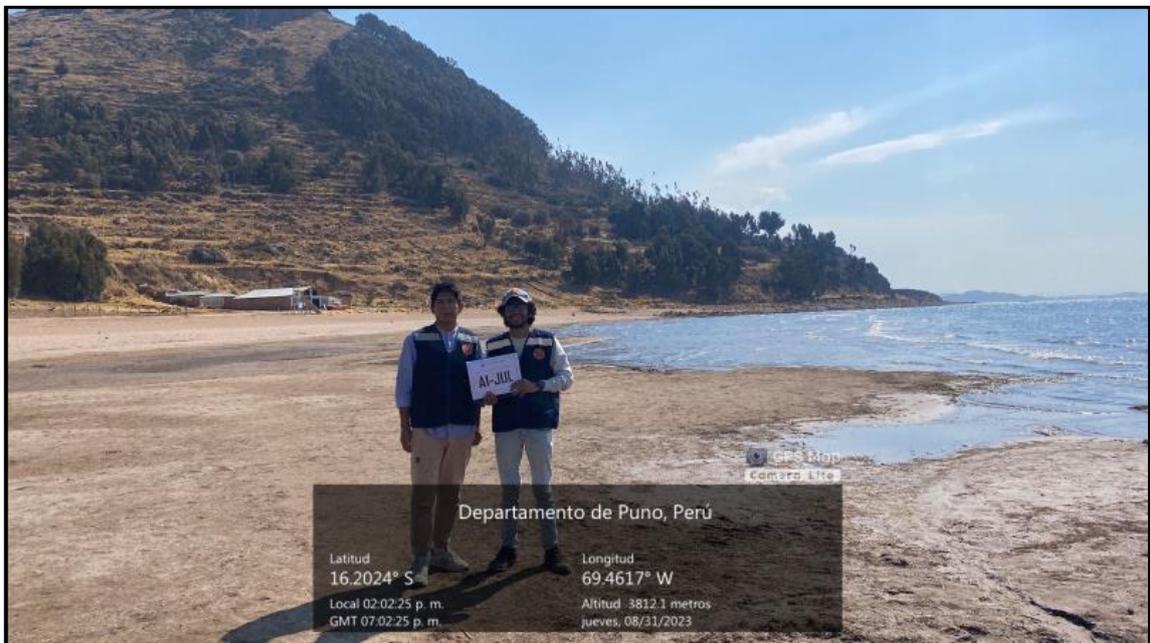


Vista aérea de la playa Chifron.



Presencia de visitantes.

- Juli



Tesistas en la playa de Juli.

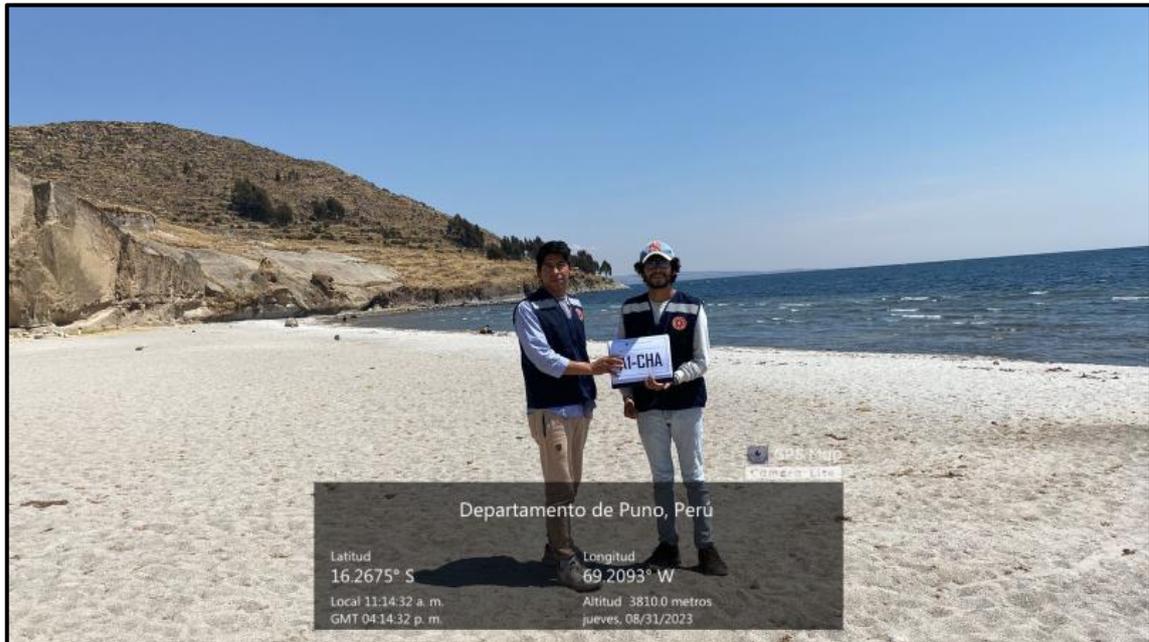


Vista aérea de la playa de Juli.

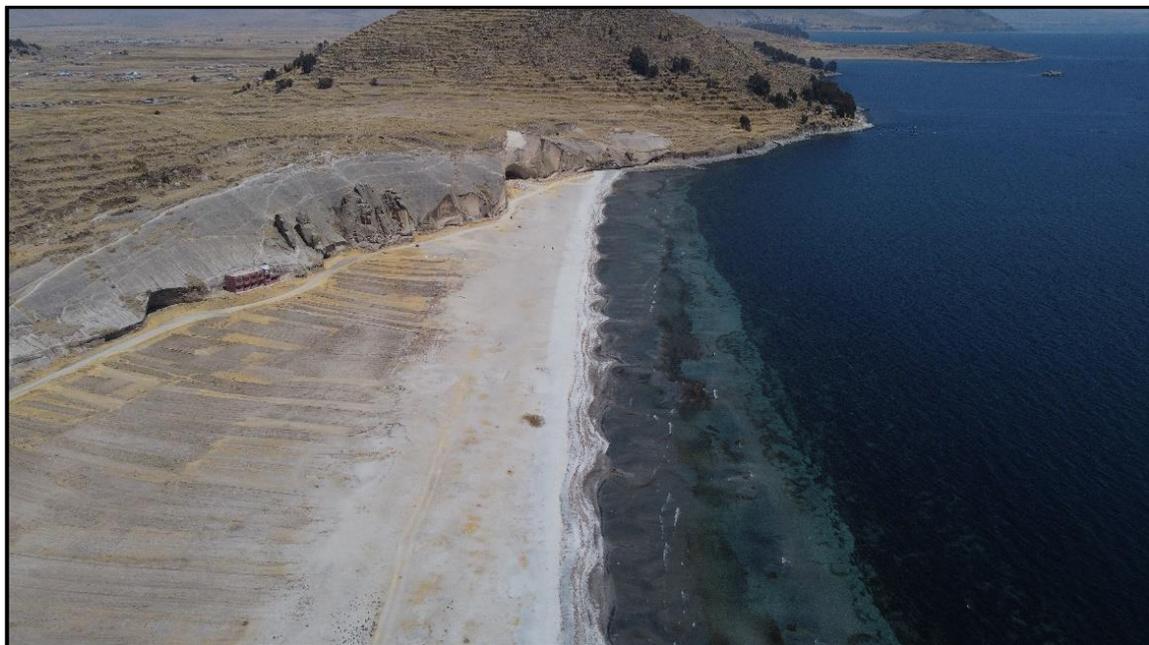


Evidencia de la presencia de residuo plástico dentro del agua de la playa de Juli.

▪ Chatuma



Tesistas en la playa de Chatuma.



Vista aérea de la playa de Chatuma.



Evidencia de la presencia de residuos sólidos en las arenas de la playa de Chatuma.

○ Herramientas de muestreo

Epps	Bolsas de papel Kraft	Rótulos
		
Códigos	Balanza	Cuádrate de madera
		
Termómetro	Barillas fosforescente y cinta de seguridad	Pala y bandejas metálicas
		

Envase de vidrio	Filtrador de agua	Contenedor de materiales
		
Caja de sedimentos	Trípode	Tamices
		

○ Toma de muestra en arena

Identificación de sitio	Registro de datos in-situ
	
Toma de muestra	Pesaje de muestras
	

Registro de datos de muestra



Almacenamiento de muestras



- Toma de muestra en sedimentos intermareales

Medida al punto de muestreo



Identificación del sitio



Toma de muestra



Deposito en bandeja de aluminio



Muestra obtenida



Pesaje de muestra



○ Toma de muestra en aguas superficiales

Medida al punto de muestreo	Identificación del sitio
	
Toma de muestra	Filtración
	

Cambio de filtro	Guardado de muestras
	

○ Preparación de muestras

Gabinete	Tamizado de muestras de sedimentos
	

Muestras



Limpieza de muestras



Identificación de MP



Registro y cuantificación de MP

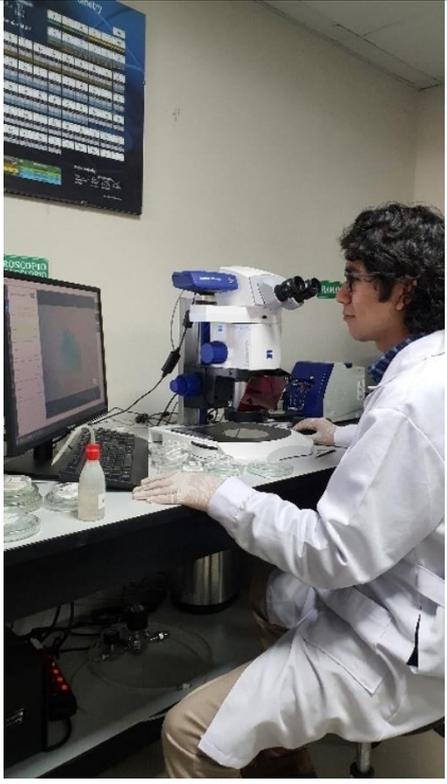
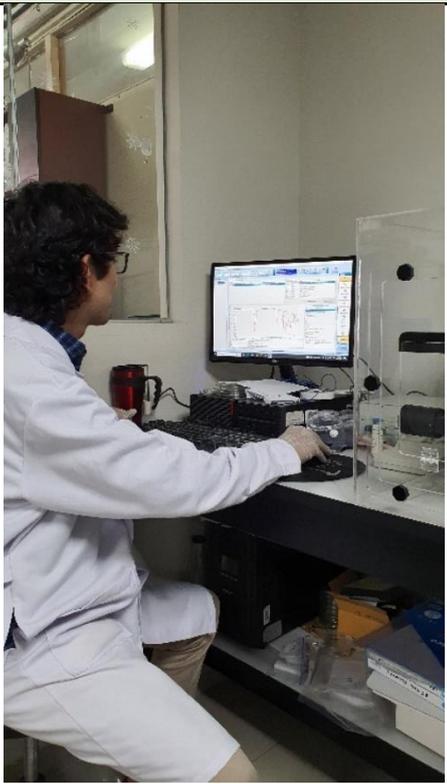


Almacenamiento de placa Petri para laboratorio

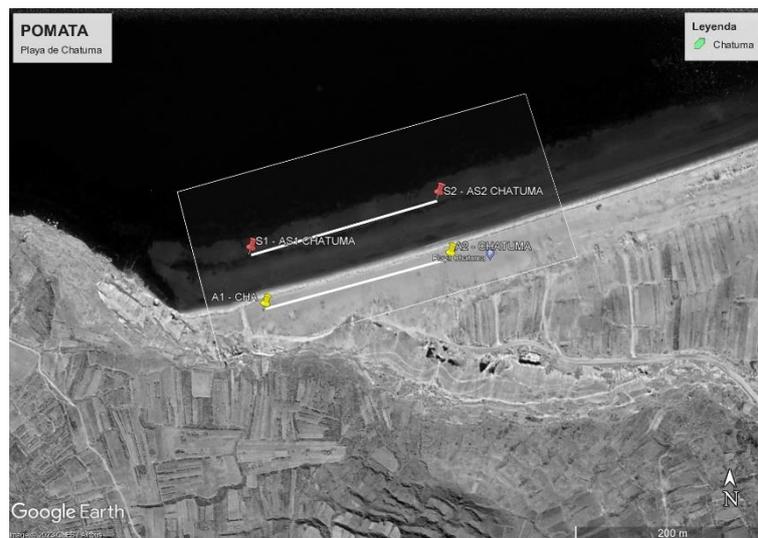
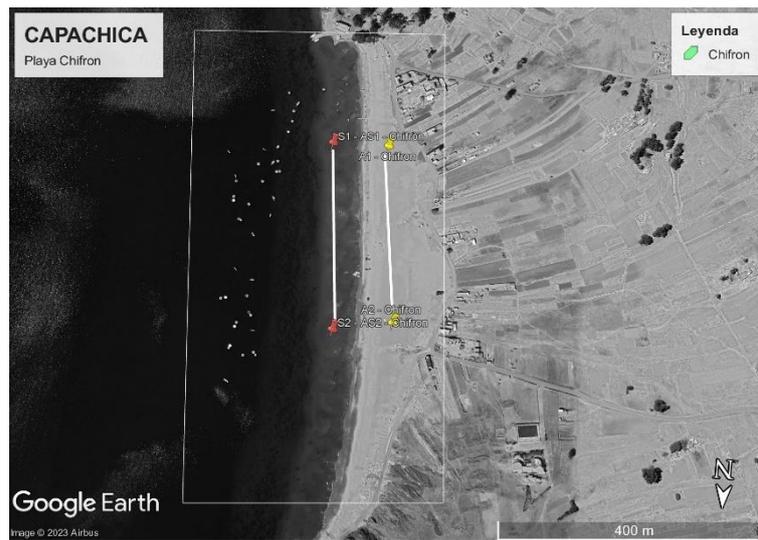
Almacenamiento de muestra en placa Petri



○ **Análisis en laboratorio UNSA – Arequipa**

Transporte de las Muestras	Medición de MP
	
FTIR	Identificación de MP
	

o Identificación de cada sitio natural y puntos de muestreo



Anexo 5. Fichas usadas para recolección de datos

Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
"Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 2023"

Playa: Juli - Juli sitio: Arena Sedimentos Agua Superficial

código: A2 - JUL fecha: 15 / 07 / 2023 hora: 8:10 pm

CANTIDAD DE MICROPLÁSTICOS

CANTIDAD DE MICROPLÁSTICOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

Color	Cantidad	Forma	Tamaño
<input checked="" type="checkbox"/> Rojo	2 ud.	Esférica	3-4 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Blanco	1 ud.	Elips.	4 mm
<input type="checkbox"/> Negro	ud.		mm
<input checked="" type="checkbox"/> Verde	1 ud.	Esférica	2 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Amarillo	2 ud.	Esférica	2-3 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Transparente	1 ud.	Esférica	3 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Azul	2 ud.	Esférica	2-4 mm
<input checked="" type="checkbox"/> Otros (verde Grana)	1 ud.	Esférica	2 mm
TOTAL	10 ud.		

Ficha de cuantificación, identificación de color forma y tamaño de cada punto de muestreo

Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
"Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 2023"

CÓDIGO: Microplásticos Total: _____
FECHA: _____ HORA: _____

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325
326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400

Ficha de cuantificación de microplásticos, usado para cada punto de muestreo, sitio natural y por playa lacustre

Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
"Presencia de Microplásticos en Playas del Lago Titicaca, Puno - 2023"

PESO DE MICROPLÁSTICOS

CODIGO	PESO (GRAMOS)
A1 - CHI	0,0004 g
A2 - CHI	0,0001 g
S1 - CHI	0,0003 g
S2 - CHI	0,0004 g
AS1 - CHI	0,0001 g
AS2 - CHI	0,0006 g
A1 - CHA	0,0003 g
A2 - CHA	0,0008 g
S1 - CHA	0,0006 g
S2 - CHA	0,0009 g
AS1 - CHA	0,0002 g
AS2 - CHA	0,0003 g
A1 - JUL	0,0004 g
A2 - JUL	0,0003 g
S1 - JUL	0,0001 g
S2 - JUL	0,0005 g
AS1 - JUL	0,0005 g
AS2 - JUL	0,0003 g
TOTAL	0,0009 g

Ficha de registro del peso de microplásticos

Anexo 6. Certificado de calibración de equipos – UNSA



Sres.

Joel Sandro Chambi Huaman

Christian Enrique Yanes Martines

Presente.-

A solicitud de los Sres. Antes mencionados se emite el siguiente documento, en el que se señala que los equipos:

- FTIR (marca Perkin Elmer, modelo Frontier)
- Microscopio infrarrojo (marca Perkin Elmer, modelo Spotlight 200i)

tienen certificado de calibración de fábrica y antes de su uso se hace la verificación por el estándar proporcionado por el fabricante.

Además, como medida de asegurar una buena lectura, se realiza un blanco (background) antes de cada análisis, aparte la respectiva limpieza del muestreador.

Estos procedimientos de lectura se realizan antes de cada análisis, con lo que se garantiza la confiabilidad de los resultados de los análisis.

Atentamente.

Dra. Adrian Edith Larrea Valdivia

Directora Laboratorio de Investigación y Servicios con Equipos
espectroscópicos para la determinación de estructuras químicas

Anexo 7. Informe de ensayo análisis por microscopía infrarroja.



**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CON
EQUIPOS ESPECTROSCÓPICOS PARA LA DETERMINACIÓN
DE ESTRUCTURAS QUÍMICAS
(EC-0005-2017-UNESA)**

**INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS POR MICROSCOPIA INFRARROJA**

Para: Joel Sandro Chambi Huaman / Christian Enrique Yanes Martinez

Aprobado por: Dra. Adriana Edith Larrea Valdivia

Analista: Carlos Javier Valenzuela Huillca

Informe de ensayo No: 161-23			
VERSIÓN	RECEPCIÓN DE MUESTRA	EJECUCIÓN DEL ANÁLISIS	EMISIÓN DE INFORME
1	20-Set-2022	20-Set-2023	25-Set-2023
Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen solo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CON EQUIPOS ESPECTROSCÓPICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESTRUCTURAS QUÍMICAS (EC-0005-2017-UNESA). Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.			