

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN NUEVE
PLAYAS DE CAMANÁ – AREQUIPA - PERÚ Y PROGRAMA DE
SENSIBILIZACION**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Benavente Talavera, Vania
Rosario**

para optar el Título Profesional de

Ingeniera Industrial

Asesor:

Dr. Ticse Villanueva, Edwin

Arequipa- Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ingeniería INDUSTRIAL

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 30 de Octubre del 2020

Dictamen: 001009-C-EPII-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 001009, presentado por:

2013601782 - BENAVENTE TALAVERA VANIA ROSARIO

Titulado:

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN NUEVE
PLAYAS DE CAMANÁ-AREQUIPA-PERÚ Y PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1151 - LLAZA LOAYZA MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR



1341 - TICSE VILLANUEVA EDWING JESUS
DICTAMINADOR



2239 - TUPAYACHI QUISPE DANNY PAMELA
DICTAMINADOR



Dedicatorias

A mis padres Alfredo y Rosario quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.



Agradecimiento

Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones y a mis Padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez.

También quiero agradecer a la Universidad Católica de Santa María, directivos y profesores por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar e identificar los micro plásticos presentes en playas de Camaná-Arequipa y realizar un Programa de sensibilización Ambiental. Las playas en las cuales se realizó el muestreo son en el Chorro, la Punta, Primavera, las Tortugas, Cerrillos, las Cuevas, San Marino, La Miel y La Playuela, estas muestras de arena de las playas se tomaron en los meses de Enero y Febrero del 2019. El trabajo de investigación se enmarco dentro de una metodología de tipo aplicada, con diseño no experimental. La metodología de trabajo fue consistió primero en realizar el muestreo, posteriormente el tamizaje, seguido de la separación de micro plásticos, filtración, secado, cuantificación, separación de colores y la identificación.

Los resultados evidenciaron que la playa con mayor número de micro plásticos /m² es la playa La Miel con 1382 de micro plásticos/m², le sigue La Playuela con 599 micro plásticos/m². Asimismo, de la encuesta realizada para conocer acerca del conocimiento que tienen los pobladores sobre de los micro plásticos el 80% no tiene conocimientos de este tema.

Palabras clave: micro plásticos, contaminación en playas, programa de sensibilización ambiental.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine and identify the microplastics present on the beaches of Camaná-Arequipa and to carry out an environmental awareness program. The beaches where the sampling was carried out are in El Chorro, La Punta, Primavera, Las Tortugas, Cerrillos, Las Cuevas, San Marino, La Miel and La Playuela, these sand samples from the beaches were taken in the months of January and February 2019. The research work was framed within an applied type methodology, with a non-experimental design. The methodology of was consisted first in carrying out the sampling work, later the screening, followed by the separation of microplastics, filtration, drying, quantification, color separation and identification.

The results showed that the beach with the highest number of micro plastics / m² is La Miel beach with 1382 micro plastics / m², followed by La Playuela with 599 micro plastics / m². Likewise, of the survey carried out to find out about the knowledge that the inhabitants have about microplastics, 80% do not have knowledge of this subject.

Keywords: microplastics, beach pollution, environmental awareness program.

INTRODUCCIÓN

En el Perú la producción de residuos sólidos se incrementa en más de un millón de toneladas métricas al año aproximadamente, lo más preocupante es que no todos los residuos sólidos están siendo reutilizados o tratados de manera adecuada, generalmente están siendo expuestos al medio ambiente, en rellenos sanitarios autorizados, así como también en botaderos ilegales y en otros lugares como ríos, mares, lagos. Este problema ambiental es recurrente en todas las ciudades a nivel nacional y en la mayoría de países en vía de desarrollo. En la actualidad existe contaminación generada por los residuos de plásticos en las playas del Perú, lo cual se ha convertido en un problema ambiental que en ocasiones es imperceptible para los ojos del ser humano que podría pasar desapercibido para muchas de las personas que acuden a las playas.

Por la poca información acerca de los micro plásticos en el país, en la ciudad de Arequipa en las playas de Camaná, se planteó la presente investigación; con lo que se obtendrán datos que servirían como línea base a próximas investigaciones acerca de micro plásticos.

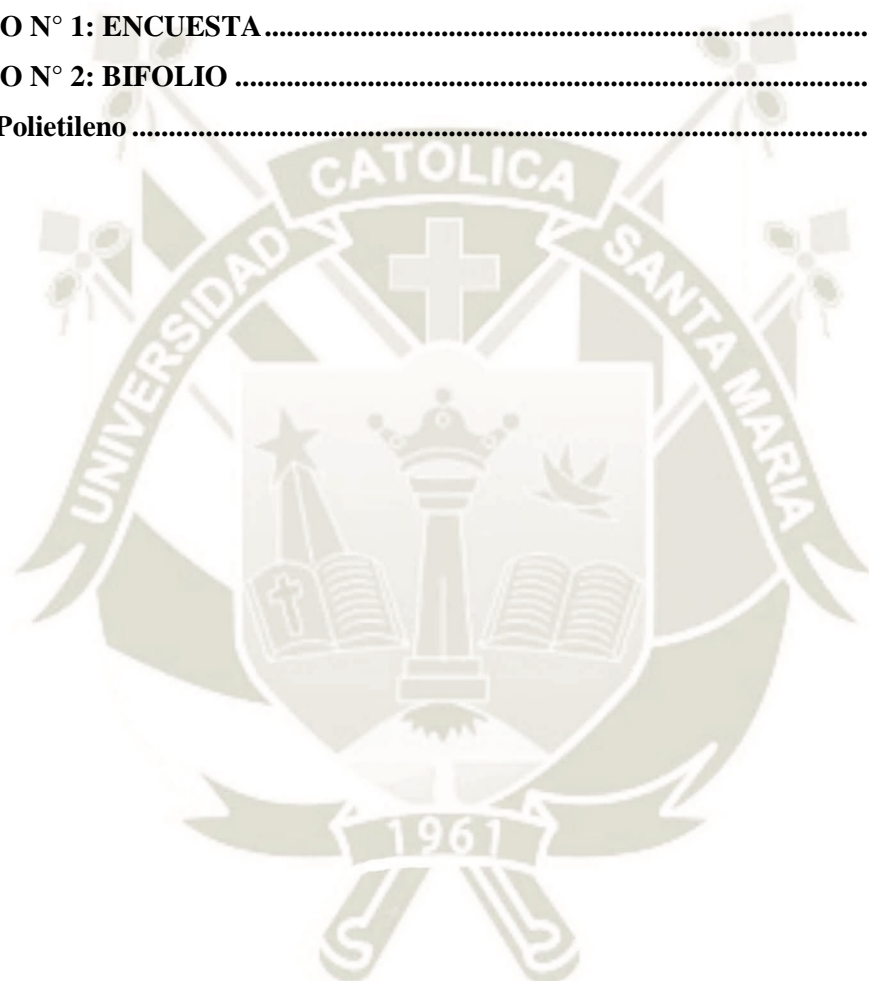
El estudio permitirá reforzar el tema que afecta a nuestro medio ambiente en especial a la cadena trófica marina que sería afectada por la ingesta de micro plásticos, en el caso de la fauna y/o acumulación de estos residuos lo que vendría de la flora. Igualmente el mal manejo de los residuos de plástico está generando problemas en la salud de los ciudadanos como: infecciones respiratorias, infecciones intestinales, cólera, neumonías entre otras.

De existir micro plásticos en las playas, los animales marinos se estarían alimentando con estos y a su vez esto llegaría al hombre. Los municipios de las playas de Arequipa, deben mejorar el servicio de limpieza de playas en épocas para evitar este tipo de contaminación y los problemas que esta genera.

ÍNDICE

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS.....	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
CAPÍTULO I.....	14
1. GENERALIDADES.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3. HIPÓTESIS	15
CAPÍTULO II.....	16
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. ARENA.....	16
2.2. PLÁSTICOS.....	19
2.3. MICROPLÁSTICOS	24
2.4. LÍNEA DE MÁS ALTA MAREA.....	34
2.5. ESPECTROFOTOMETRÍA INFRAROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	35
2.6. SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL	37
CAPÍTULO III.....	39
3. METODOLOGÍA	39
3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	39
3.2. VARIABLES	40
3.3. MATERIALES.....	41
3.4. EQUIPOS	42
3.5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS	42
3.6. PROCEDIMIENTO: Determinación de Micro plásticos	42
CAPÍTULO IV	49
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1. MUESTREO DE LA ARENA DE LAS PLAYAS DE CAMANÁ.....	49
4.2. RESULTADOS DE LOS MICROPLÁSTICOS ENCONTRADOS EN LAS PLAYAS DE CAMANÁ	49

4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS PLAYAS DE CAMANÁ POR FTIR.....	60
4.4. CONTRASTE CON LOS RESULTADOS DE OTROS PAÍSES	81
4.5. APLICACIÓN DE ENCUESTA.....	84
4.6. PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL.....	94
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXO N° 1: ENCUESTA.....	117
ANEXO N° 2: BIFOLIO	118
FTIR Polietileno	122



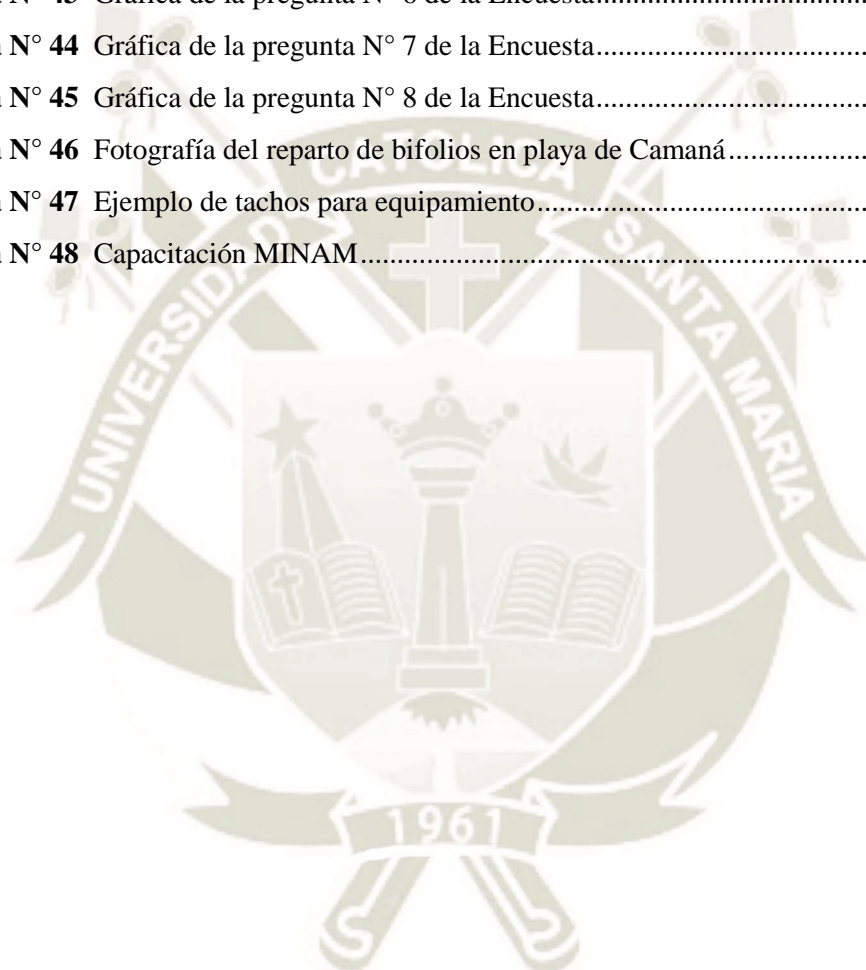
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Usos comunes de los plásticos e Identificación	22
Tabla N° 2	Cuadro de operalización de variables	40
Tabla N° 3	Recuento de micro plásticos en muestras de arena de playa.....	48
Tabla N° 4	Micro plásticos encontrados en la playa El Chorro	49
Tabla N° 5	Micro plásticos encontrados en la playa La Punta.....	50
Tabla N° 6	Micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas	51
Tabla N° 7	Micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas	52
Tabla N° 8	Micro plásticos encontrados en la arena de la playa Cerrillos.....	53
Tabla N° 9	Micro plásticos encontrados en la playa Las Cuevas.....	54
Tabla N° 10	Micro plásticos encontrados en la playa San Marino	55
Tabla N° 11	Micro plásticos encontrados en la arena de la playa La Miel	56
Tabla N° 12	Micro plásticos encontrados en la playa La Playuela	57
Tabla N° 13	Cuadro Resumen de los Microplásticos en las playas de Camaná	58
Tabla N° 14	Tipo de Micro plásticos en la playa El Chorro	62
Tabla N° 15	Tipo de Micro plásticos en la playa La Punta.....	64
Tabla N° 16	Tipo de Micro plásticos en la playa Gaviotas.....	66
Tabla N° 17	Tipo de Micro plásticos en la playa Tortugas.....	68
Tabla N° 18	Tipo de Micro plásticos en la playa Cerrillos	70
Tabla N° 19	Tipo de Micro plásticos en la playa Las Cuevas.....	72
Tabla N° 20	Tipo de Micro plásticos en la playa San Marino	74
Tabla N° 21	Tipo de Micro plásticos en la playa La Miel	76
Tabla N° 22	Tipo de Micro plásticos en la playa La Playuela	78
Tabla N° 23	Distribución de los micro plásticos en las playas de acuerdo al color.....	80
Tabla N° 24	Cantidad de micro plásticos por región	83
Tabla N° 25	Cronograma de actividades.....	105
Tabla N° 26	Plan de acción	107
Tabla N° 27	Presupuesto	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Composición Mineralógica de la Arena.....	17
Figura N° 2	Imágenes de los diferentes tipos de termoplásticos.....	23
Figura N° 3	Fotografía de micro plásticos encontrados en arena de playa.	25
Figura N° 4	Fuentes de Entrada de Micro plásticos.....	27
Figura N° 5	Cadáver de un pez con micro plásticos en su interior	30
Figura N° 6	Diagrama de causas de la existencia de micro plásticos en las playas	34
Figura N° 7	Línea de marea más alta	35
Figura N° 8	Espectro Electromagnético.....	36
Figura N° 9	Mapa de las playas de Camaná	39
Figura N° 10	Flujo grama de la Metodología de trabajo.....	43
Figura N° 11	Flujo grama de toma de muestras.....	44
Figura N° 12	Muestreo de la arena de las playas de Camaná	45
Figura N° 13	Flujo grama separación de micro plásticos	45
Figura N° 14	Fotografías de la separación de los micro plásticos	46
Figura N° 15	Recuento de micro plásticos.....	47
Figura N° 16	Equipo de espectroscopio FTIR	48
Figura N° 17	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa El Chorro.....	50
Figura N° 18	Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa La Punta.....	51
Figura N° 19	Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas	52
Figura N° 20	Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas	53
Figura N° 21	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa Cerrillos.....	54
Figura N° 22	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa Las Cuevas	55
Figura N° 23	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa San Marino.....	56
Figura N° 24	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa La Miel.....	57
Figura N° 25	Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa La Playuela.....	58
Figura N° 26	Número de Micro plásticos/m2 de arena.....	59
Figura N° 27	Peso de micro plásticos/m2 de arena.....	60
Figura N° 28	Espectros IR de referencia.....	61
Figura N° 29	Espectros IR de los micro plásticos azules y negros	63
Figura N° 30	Espectros IR de los micro plásticos azul y blanco transparente	65
Figura N° 31	Espectros IR de los micro plásticos verde y blanco transparente.....	67
Figura N° 32	Espectros IR de los micro plásticos negros y blanco opaco.....	69
Figura N° 33	Espectros IR de los micro plásticos azules y blanco transparente.....	71
Figura N° 34	Espectros IR de los micro plásticos azules y negros	73
Figura N° 35	Espectros IR de los micro plásticos azules y verdes	75

Figura N° 36	Espectros IR de los micro plásticos blanco transparente y azul	77
Figura N° 37	Espectros IR de los micro plásticos amarillos y blanco transparente.....	79
Figura N° 38	Gráfica de la pregunta N° 1 de la encuesta	85
Figura N° 39	Gráfica de la pregunta N° 2 de la Encuesta.....	86
Figura N° 40	Gráfica de la pregunta N° 3 de la Encuesta.....	87
Figura N° 41	Gráfica de la pregunta N° 4 de la Encuesta.....	88
Figura N° 42	Gráfica de la pregunta N° 5 de la Encuesta.....	89
Figura N° 43	Gráfica de la pregunta N° 6 de la Encuesta.....	90
Figura N° 44	Gráfica de la pregunta N° 7 de la Encuesta.....	91
Figura N° 45	Gráfica de la pregunta N° 8 de la Encuesta.....	92
Figura N° 46	Fotografía del reparto de bifolios en playa de Camaná.....	93
Figura N° 47	Ejemplo de tachos para equipamiento.....	98
Figura N° 48	Capacitación MINAM.....	100



CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años el uso del plástico en la población peruana se ha incrementado desproporcionalmente, botellas, bolsas, cubiertos, platos, etc., los cuales están generando un problema en el medio ambiente, debido a que a este material no se le da una correcta disposición final.

A esto se le suma la presencia de micro plásticos, que generalmente se encuentran en lagunas, ríos, océanos y playas, los cuales están generando impactos en los ecosistemas marinos.

Para poder identificar las posibles fuentes de contaminación de micro plásticos en las playas de Camaná es que se realizará este informe, el cual servirá de ayuda para plantear un programa de sensibilización a la población dando a conocer sobre la presencia de micro plástico y sus efectos en la salud, así como los efectos en las especies marinas.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Determinar e identificar los micro plásticos presentes en playas de Camaná-Arequipa.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar e identificar los micro plásticos en las playas de Camaná.
- Realizar una encuesta para conocer el nivel de conocimiento que tienen los pobladores sobre de los micro plásticos.
- Realizar un programa de sensibilización ambiental.

- Realizar un presupuesto para el programa de sensibilización Ambiental.

1.3. HIPÓTESIS

Es probable que haya presencia de micro plásticos en las playas de Camaná-Arequipa, de existir se cuantificaran, identificarán y se realizará un Programa de Sensibilización Ambiental.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ARENA

Pérez, J. & Gardey, A. (2015) indican que la arena es la agrupación de las partículas de rocas silíceas que se desintegran, y que suelen acumularse en la costa. Estas partículas disgregadas, tienen un tamaño que varía entre 0,063 a 2 mm, reciben el nombre de granos de arena. (p. 1)

Asimismo mencionan que en su mayoría, la arena de las playas se forma a partir de sílice. No obstante, existe arena compuesta de caliza, yeso, hierro y otras sustancias. De acuerdo a sus componentes, la arena toma distintos colores desde blanca hasta negra, pasando por diferentes tonos marrones y rojizos.

2.1.1. Formación de la arena

Sequeira, J. (1976) afirma que la arena se forma por la desintegración química o natural y la trituración artificial de las rocas. La desintegración química se produce por la erosión de las rocas con los agentes naturales como el agua, fragmentos minerales, sales disueltas, entre otros que alteran determinados elementos de las rocas. (p. 5)

Según Theodoris, M. (2003) la arena es un tipo de sedimento producido por la descomposición de varios tipos de rocas. Una vez separado de la roca fuente original, el material se erosiona y se transporta a través del viento, agua o hielo. La arena a menudo aterriza en los depósitos de lagos o ríos como dunas o puede llegar a las profundidades del mar, donde puede endurecerse y convertirse en roca sedimentaria. La arena varía en tamaño, color y composición. (p. 40)

2.1.2. Componentes de la arena

Theodoris, M. (2003) menciona que la sílice es el principal componente de la arena, en ambientes continentales y en las costas no tropicales, este se encuentra por lo general en forma de cuarzo, también se componen de minerales importantes como: rutilo, ilmenita, circón y monazita. (p. 41)

Sin embargo, la composición de la arena depende en gran medida del material de origen y varía de acuerdo a las características locales de las rocas del área de procedencia.

Figura N° 1

Composición Mineralógica de la Arena



Fuente: Estrada (2007)

2.1.3. Tipos de arena

Sequeira, J. (1976) señala los siguientes tipos:

- **Arenas naturales:** Son producto de la disgregación natural de las rocas, las de mejor calidad son las que contienen sílice o cuarzo (color gris).

- **De mina:** Depositadas en el interior de la tierra formando capas, de forma angular, color azul, gris y rosa, los de color rosa contienen óxido de hierro.
- **De playa:** Requieren proceso de lavado con agua dulce, ya que contienen sales y restos orgánicos.
- **Volcánicas:** Se encuentran en zonas cercanas a los conos volcánicos, se les distingue por ser de color negro.

2.1.4. Clasificación de la arena

Según Sequeira, J. (1976) las arenas se clasifican en:

a) Por su composición química

- Silíceas. Cuando los materiales predominantes son silicatos o feldespatos.
- Cuarzosas. El principal componente predominante es el cuarzo.
- Calcáreas. La caliza es el material predominante.

b) Por el tamaño de sus granos

Para su uso, las arenas se clasifican por su tamaño, se pasan por tamices que van reteniendo los granos más gruesos y dejan pasar los más finos. Se clasifican en:

- Arenas gruesas: Las que pasan una malla de 5 mm de diámetro y son retenidas por otra de 2 mm.
- Arenas medias: Las que pasan una malla de 2 mm y son retenidas por otra de 0.5 mm.
- Arenas finas: Las que pasan una malla de 0.5 mm y son retenidas por otra de 0.02 mm.

- Agregados artificiales: Se obtienen de la disgregación mecánica de rocas mayores, como el basalto (trituración, cribado y selección).

2.2. PLÁSTICOS

Enciclopedia del plástico (1997) indica que el plástico deriva del griego plastikos, que significa capaz de ser moldeado. Los plásticos son sustancias de origen orgánico formados por largas cadenas macromoleculares que contienen primordialmente en su estructura carbono e hidrógeno. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen natural o sintético. Los plásticos son parte del grupo de los polímeros. (p.7)

Ambientum (2000) menciona que es una sustancia sintética de estructura macromolecular por su gran cantidad de moléculas de hidrocarburos, alcoholes y otros compuestos orgánicos.

Alesmar, L., Rendón, N., Korody, M. (2008) mencionan que el PET es producido a partir del petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. (p.14)

2.2.1. Características de los Plásticos

Thompson (2009) afirma que los plásticos son ligeros, durables, económicos, resistentes a la corrosión, es un buen material aislante, altamente térmico y eléctrico. La versatilidad y diversidad de estos polímeros permite su incorporación a cualquier proceso productivo o producto final. (p.25)

Luis, A. y Rendón N. (2008) mencionan que los plásticos tienen resistencia mecánica a la compresión, son livianos, poseen alto grado de transparencia, conservan el sabor y aroma de los alimentos, son una barrera

contra los gases, son reciclables 100%. Por estas características han llegado a desplazar a varios materiales. (p.19)

Hachi y Rodríguez (2010) indican que los plásticos se caracterizan por poseer propiedades buenas para el aislamiento térmico y eléctrico (p.24).

2.2.2. Clasificación de plásticos

Hachi y Rodríguez (2010) afirman que los plásticos se clasifican en dos categorías: Plásticos termoestables y termoplásticos (p.24-26).

a) Plásticos Termoestables.

Sufren un cambio químico cuando se moldean y una vez transformados por la acción del calor, su forma ya no puede modificarse, presentan alta durabilidad y resistencia, por lo general no son reciclables.

Este plástico es más rígido y resistente a las temperaturas que los termoplásticos, pero a la vez más frágiles debido a que no pueden reciclarse mediante calor. Los principales tipos son:

- Resinas epoxídicas.
- Resina de poliéster.
- Melamina formaldehído.
- Urea formaldehído.
- Fenol formaldehído (Bakelita).
- Poliuretanos.

b) Plásticos Termoplásticos.

Tienen la propiedad que cuando se exponen al calor se ablandan y al enfriarse se solidifican. No existe cambio en la estructura química del polímero durante el calentamiento, por lo que el proceso de

calentamiento y solidificación se puede realizar numerosas veces sin perder las propiedades del material, por lo que pueden moldearse fácilmente en una gran variedad de productos, permitiendo su reciclado.

Este tipo de plásticos componen aproximadamente el 85% de los plásticos consumidos, los principales tipos son:








- Polietileno (PE)
- Polietileno Tereftalato (PET)
- Polipropileno (PP)
- Poli estireno (PS)
- Poli estireno Expandido (EPS)
- Policloruro de vinilo (PVC)

2.2.3. Usos frecuentes de los plásticos

Los usos frecuentes de los plásticos son los que se observan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1

Usos comunes de los plásticos e Identificación

Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, símil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, etc.
	PS	poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas Fenólicas Resinas Amídicas Poliuretano	Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc. Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Fuente: Hoechst (1997)

Figura N° 2

Imágenes de los diferentes tipos de termoplásticos



Fuente: Hoechst (1997)

2.2.4. Efectos de los plásticos en la cadena alimenticia

Eriksen et al., (2014) indican que la contaminación de los océanos generada por plásticos, ha alcanzado una escala global. Estudios recientes, registraron más de 5 trillones de partículas de plástico en la superficie del mar, lo que es un equivalente a 268.940 toneladas de este material flotando en el océano (p.21).

Thompson et al., (2004) expresa que los plásticos presentes en el mar tienen diferentes composiciones químicas, formas y tamaños, esto se debe a que los trozos flotantes de plástico se degradan y fraccionan con el tiempo,

ya sea por el efecto de las olas o los rayos UV, llegando a escalas micro, nano y pico. Los trozos de micro plástico (<5mm) pueden acumularse en el sedimento y estar biodisponibles, por su pequeño tamaño, para organismos bentónicos. El uso de diversos tipos de plásticos es una situación perjudicial para la protección del medio ambiente. (p.32).

Sharma y Pal (2015) mencionan que la baja biodegradabilidad de plástico y la presencia en grandes cantidades de residuos plásticos son un impacto negativo en el medio ambiente (p. 12).

2.3. MICROPLÁSTICOS

Según el Ministerio del Ambiente del Perú son partículas de plástico menores a 5mm hasta tamaños tan pequeños que son imperceptibles. Son producto de la degradación de los residuos plásticos.

El Instituto de Salud Pública y Medio Ambiente Holandés indica que los micro plásticos son un conjunto de materiales sintéticos que están formados por polímeros derivados del petróleo, son partículas sólidas de tamaño inferior a 5 mm, que no son solubles en agua y cuya degradación es baja.

Pueden provenir de:

- La fragmentación de materiales de mayor tamaño por agentes externos tales como el poder oxidante de la atmósfera, radiaciones ultravioletas, o la fuerza mecánica ejercida por la acción de las olas.
- Procedentes de la composición de productos tales como cosméticos, pinturas plásticas, limpiadores abrasivos, productos de limpieza industrial etc.
- Degradación de neumáticos y campos deportivos artificiales.

Browne (2007) alega que los micro plásticos contienen los aditivos agregados a los polímeros desde su fabricación, como plastificantes, retardantes, colorantes,

moldeadores, bisfenol-A, entre otras. Muchas de estas sustancias se han reportado como dañinas para la salud humana (p.8)

Figura N° 3

Fotografía de micro plásticos encontrados en arena de playa.



Fuente: Browne (2007)

En la Figura N° 3 se observan micro plásticos encontrados en una playa.

2.3.1. Clasificación de los micro plásticos

Se clasifican en primarios y secundarios.

a) Micro plásticos Primarios

Thompson et al., (2009) menciona que son manufacturados con un tamaño microscópico, como son el acrílico, melamina o poliéster que miden entre 250 y 1700 μm . Entre ellos, destacan las micro esferas (<500 μm .) insertadas en productos de uso facial, cosméticos y pastas dentales. Estas partículas funcionan como limpiadores y en la industria farmacéutica actúan como vectores de otros medicamentos (p.28).

b) Micro plásticos Secundarios

Andrady (2011) menciona que son aquellos que provienen de la degradación de los macroplásticos, piezas que miden más de 5 mm

que son arrojados a los medios acuáticos y terrestres mediante factores biológicos, físicos y químicos; por lo que están expuestos a condiciones externas como la radiación ultravioleta, radiación solar, entre otras, que causan su degradación.

Representan entre el 69% y el 81% de micro plásticos que se encuentran en los océanos.

2.3.2. Fuentes de micro plásticos

EUNOMIA (2016) según un estudio realizado concluye que más del 80% de los plásticos que llegan a los océanos proviene de fuentes terrestres.

- Basura plástica (principal contribuyente)
- Emisión de micro plásticos primarios.
- Plásticos liberados en el mar, como resultado de las actividades de pesca.

Browmer & Kershaw (2010) señalan que otra fuente potencial importante de partículas en el medio ambiente es la industria textil, ya que arroja 1,900 fibras sintéticas en cada lavado de las prendas en proceso (p.22).

Rojo & Montoto (2017) indican que las fuentes de plásticos (macro y micro) en los océanos son muchas y variadas. Las cifras exactas sobre las entradas aún no se han podido determinar, pero si se han realizado algunas estimaciones (p.8)

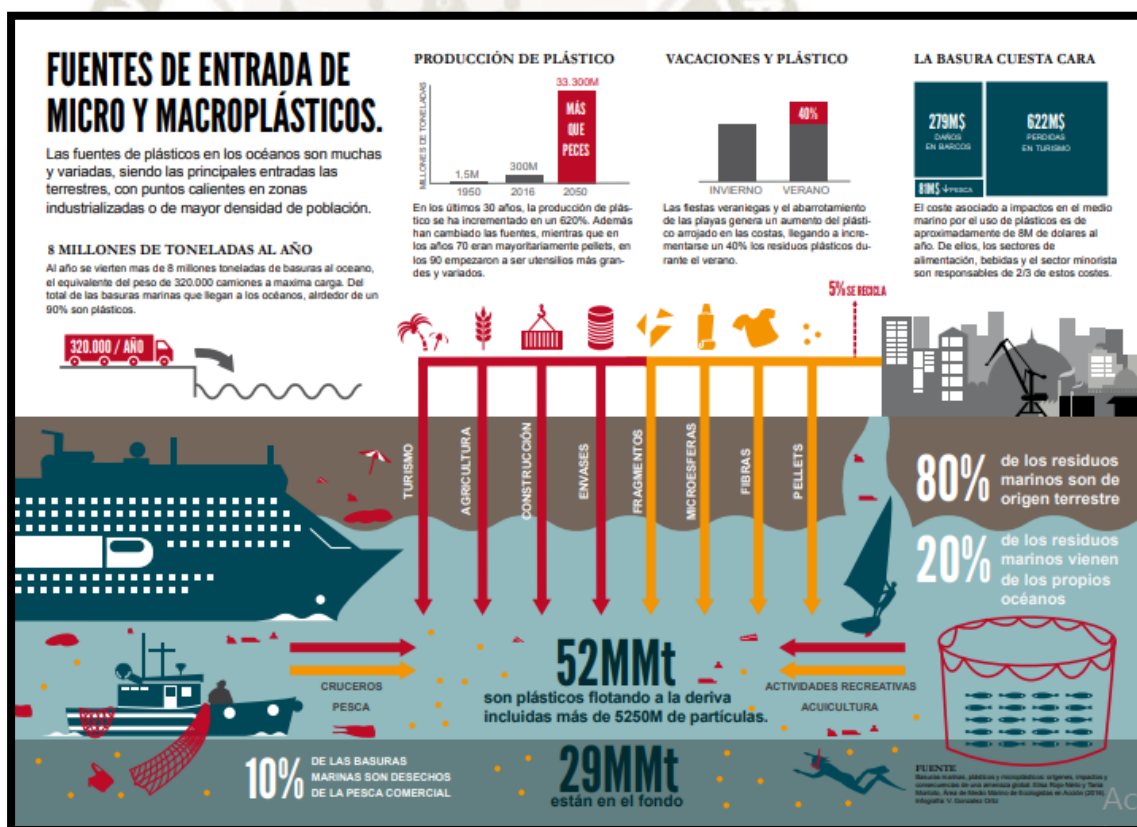
En primer lugar, está comprobado que las fuentes principales de basuras marinas al medio ambiente marino son aquellas de procedencia terrestre, adquiriendo el 80% del total, con puntos calientes en zonas industrializadas o de mayor densidad de población, así como en zonas cercanas a plantas de tratamiento de residuos. Estimándose que hasta el 80% de los residuos sólidos encontrados en algunas playas procederían de los ríos cercanos. Entre las entradas desde tierra, los objetos de plástico más

significativos incluyen el desecho de construcción y enseres relacionados, residuos derivados del turismo costero, actividades agrícolas, envases de productos de alimentación y bebida (p.10).

El 20% restante está representado por las entradas desde los propios océanos, la actividad humana que más contribuye a esto es la pesca, en especial la pesca fantasma que es el abandono o pérdida de aparejos (redes, líneas, boyas, etc.) que viajan a la deriva en los océanos atrapando accidentalmente numerosos organismos y dañando hábitats bentónicos. A continuación en la Figura N° 4, se observan las Fuentes de entrada de micro plásticos en el mar (p.11).

Figura N° 4

Fuentes de Entrada de Micro plásticos



Fuente: Ecologistas en Acción (2018)

2.3.3. Destino de los micro plásticos

Greenpeace (2011) indica que cada vez se producen más objetos de plástico, como platos, vasos, botellas, bolsas, entre otros. Cuando nos deshacemos de ellos pueden acabar en un vertedero, ser incinerados o reciclados. Sin embargo, debido a la acción del viento y la lluvia, estos residuos también pueden llegar al mar incluso cuando los tiramos a la basura. Pueden acabar abandonados debido a la acción de las tormentas, el viento o la lluvia, o simplemente porque no se han desechado correctamente. Así pueden llegar a ríos u otras vías fluviales y hasta en el sistema de alcantarillado de zonas urbanas. Una vez ahí, a no ser que se extraigan con anterioridad, su destino final será el mar por muy lejos que se encuentre de la costa.

Ecologistas en Acción (2018) afirman que hoy en día solo el 9% de todo el plástico que se ha producido y consumido hasta la actualidad a nivel mundial se ha reciclado, el 12% se ha incinerado, y el 79%, ha terminado en vertederos o en el medio ambiente. Los objetos de plástico también pueden llegar al mar desde vertederos, por el agua que fluye por los mismos. Además, también encontramos plásticos en el mar que proceden de vertidos de basura deliberados, de vertidos accidentales desde barcos o de los efluentes de las estaciones depuradoras y plantas de tratamiento de aguas residuales. El 80% de los residuos que encontramos en el mar proviene de tierra, mientras que el 20% restante de la actividad marítima (p.2)

Debido a que el plástico es muy persistente y se dispersa fácilmente, podemos encontrar plásticos en todos los rincones del planeta, desde el Ártico hasta la Antártida, ya se han encontrado plásticos hasta en las zonas más profundas, a más de 10.000 metros de profundidad.

EUNOMIA (2016) según un estudio realizado concluye que:

- a) 94% del plástico que entra en el océano termina en el fondo del mar. Se estima que existen 70 kg/Km² de fondo marino.

- b) Apenas el 1% de los plásticos marinos se encuentran flotando cerca de la superficie del océano con una concentración media total inferior a 1 kg/km².
- c) La cantidad media estimada presente en las playas es mucho mayor, 2.000 kg /km², el cual es vertido intencionalmente, o por el “flujo” existente entre la basura de las playas y el mar.

2.3.4. Problemas que ocasionan los micro plásticos

Wright et al., (2013), señala los siguientes efectos:

- **Físicos:** Estudios demostraron que los micro plásticos pueden ser ingeridos por organismos marinos filtradores como ostras y mejillones (p.11).
- **Químicos:** El agua de mar está contaminada con una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Muchos plásticos absorben estos contaminantes orgánicos en un alto grado, como el pesticida DDT y bifenilos policlorados (PCB). Estos compuestos pueden causar efectos crónicos sobre la salud humana. Una vez ingeridos por peces, aves y mamíferos marinos, los compuestos que penetran en la estructura del plástico, puede comenzar a filtrarse hacia sus tejidos (p.12).

Según un estudio de investigadores de la Universidad de Uppsala (Suecia) han analizado con detalle el impacto de los micro plásticos en la perca, en el mar Báltico, concluyeron que los micro plásticos afectan el nacimiento, el crecimiento y la alimentación de la perca europea.

Figura N° 5

Cadáver de un pez con micro plásticos en su interior



Fuente: Browne (2007)

Thompson (2014) menciona que debido al tamaño de los micro plásticos y dificultad para ser retirados de los sistemas acuáticos, se han realizado investigaciones acerca de los efectos físicos en mejillones, peces y copépodos, encontrándose que se produce obstrucción física, laceraciones, inflamación en los tejidos y aglutinación de material.

El Parlamento Europeo indica que los micro plásticos encontrados en el mar pueden ser ingeridos por animales marinos. El plástico se acumula en su cuerpo y puede terminar en los humanos a través de la cadena alimenticia. Estas partículas también están presentes en alimentos y bebidas. Además, recientemente se han descubierto partículas de micro plásticos en heces humanas.

Izaskun, Z. (2010) menciona que los principales efectos en los animales marinos son:

- **Enganche y enredamiento:** muchos animales marinos son susceptibles de quedar enganchados en anillas plásticas de las latas, redes de pesca, bolsas de plástico, etc. Esto produce asfixia y muerte de los animales o graves heridas. Por ejemplo, las crías de mamíferos marinos y tortugas que se enganchan en plásticos cuando son pequeñas pueden morir por asfixia cuando alcanzan un cierto tamaño. Además, en especies que tienen elevada movilidad, el enganche en plásticos es una incapacidad para su desplazamiento, ya que deben

gastar más energía para el traslado y son más posibles a depredadores. Algunas aves marinas introducen en sus nidos algunas basuras (p.7)

- **Ingestión:** Las aves, los cetáceos, los peces e incluso el plancton confunden los plásticos con sus presas y los ingieren. Por ejemplo las bolsas de plástico que flotan en la superficie son confundidas con medusas. Su ingesta provoca el bloqueo de las vías digestivas, afectando su metabolismo, ya que tienen sensación constante de saciedad y se alimentan menos. Esto provoca, que tengan menos energía para las migraciones, falta de nutrientes, problemas de reproducción e incluso causarles la muerte. Casi la mitad de las especies de aves marinas y de mamíferos marinos se han visto afectadas por la ingestión de plásticos. También se ven afectadas especies que no ingieren directamente los plásticos, sino que lo hacen por la ingesta de otros organismos que contenían plásticos (p.7)

2.3.5. Comportamiento de los micro plásticos

Nature Geoscience (2010), indica que los micro plásticos no solo viajan por los ríos y llegan a los océanos, sino que estos pequeños fragmentos de plástico que se han convertido en una de las principales amenazas para el medioambiente y la salud de los seres humanos, también viajan por el aire y llegan a regiones vírgenes alejadas de su fuente de emisión original.

Usando simulaciones atmosféricas, los autores demostraron que los micro plásticos se transportaron a través de la atmósfera desde al menos 100 kilómetros de distancia.

2.3.6. Presencia de los micro plásticos en diferentes costas

Eriksen et al. (2014) publicó el primer estudio comparativo de la distribución de plástico flotante de todos los tamaños entre las distintas cuencas oceánicas. Este estudio, comprende los datos de 1751 estaciones de muestreo, recorridas en un total de 24 expediciones realizadas entre los años 2007 y 2013 en los giros oceánicos (Pacífico Norte y Sur, Atlántico Norte y

Sur, Índico), el Mar Mediterráneo, el Golfo de Bengala y las aguas costeras de Australia. En todas ellas se encontraron macro o micro plásticos, con una tendencia mayor en zonas de convergencia, pero con porcentajes de abundancia similares entre el hemisferio norte y en el sur, donde tanto la producción de plástico, como su consumo o la densidad de población es menor.

Ecologistas en acción (2017) afirman que los micro plásticos son más abundantes en zonas costeras próximas a núcleos urbanos, desde dónde se incorporan a las corrientes oceánicas (p.17).

Asimismo señalan que en el Atlántico se han llevado a cabo menos investigaciones sobre las basuras marinas y los plásticos que en el Pacífico, aun así se ha encontrado la presencia de micro plásticos en estos lugares (p.17-18).

Collignon et al. (2012) mencionan que las basuras marinas son también una problemática en el Mediterráneo, donde los plásticos representan entre un 70-80% del total. En estas investigaciones se obtuvo un aproximado de 0,27 partículas/m³. Asimismo, como se ha mencionado anteriormente, la distribución de estas partículas está claramente influenciada por las corrientes oceánicas y los vientos predominantes, de forma que las zonas de menor energía hidrodinámica tienden a acumular mayores cantidades de micro plásticos (p.13).

Ecologistas en acción (2017) señala que en los polos se han registrado evidencias de la presencia de micro plásticos en testigos de hielo de regiones remotas en el Océano Ártico y que en la Antártida se han identificado macroplásticos a la deriva, además, a pesar de la escasez de estudios in situ en las aguas de las regiones árticas, sí se ha documentado la presencia de plásticos en los estómagos de aves del Ártico (p.20).

De esta forma, parece evidente que los micro plásticos ya han entrado en los ecosistemas de las regiones polares.

2.3.7. A quienes afectan los micro plásticos

a) A especies Marinas

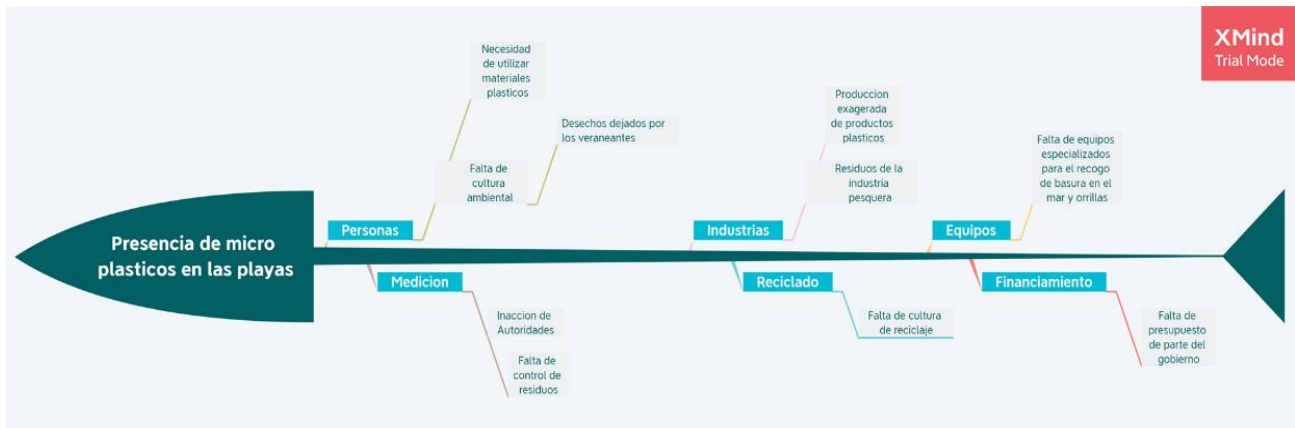
Según Thompson et al., (2004) menciona que los efectos registrados que genera la ingesta de micro plásticos son variados. Se han observado daños físicos por toxicidad generada por la lixiviación de contaminantes que pueden generar carcinogénesis y alteraciones endocrinas, bloqueo en el tracto digestivo, abrasión generada por la ingesta plástico, bloqueo de producción de enzimas, inapetencia, reducción de tasa de crecimiento, disminución de niveles hormonales, retrasos en procesos reproductivos, absorción de toxinas (p. 30).

b) Al ser humano

Ecologistas en acción (2017), señala que los micro plásticos se están incorporando a la cadena alimentaria. Además, estos plásticos tienen la capacidad de atraer sustancias químicas y de liberarlas, lo que les convierte en una potencial bomba tóxica. Hasta el momento no hay evidencia científica de que los micro plásticos representen un riesgo para los humanos cuando pasan por la cadena alimentaria, pero existe una creciente preocupación sobre la posibilidad (p.23)

Figura N° 6

Diagrama de causas de la existencia de micro plásticos en las playas



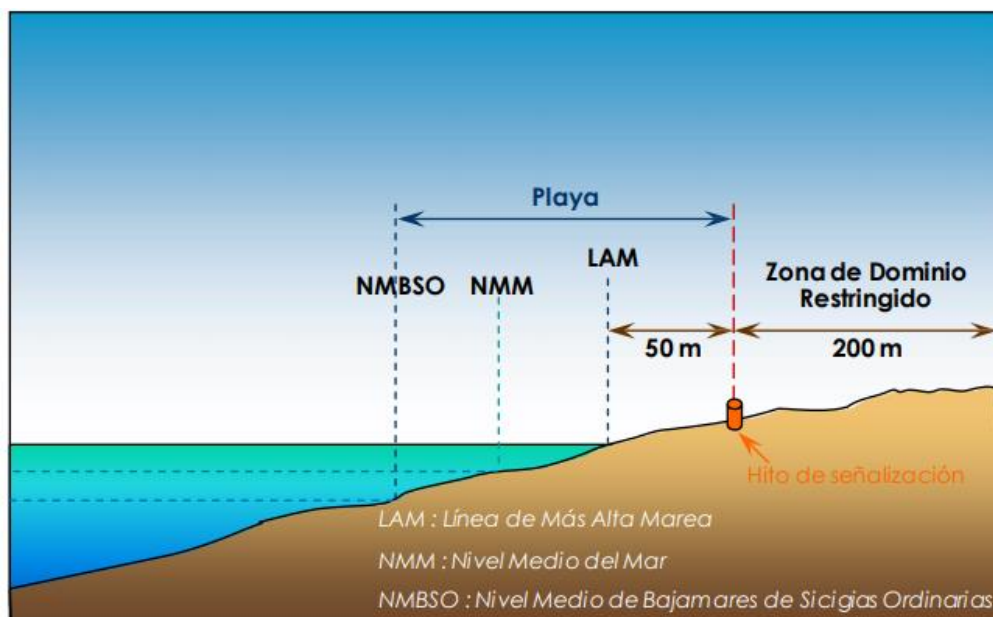
Fuente: Elaboración Propia

2.4. LÍNEA DE MÁS ALTA MAREA

Según la Ley 26856 (1997) la línea de más alta marea (LAM), es aquella línea definida por el mayor valor de altura de marea astronómica observada históricamente, cuyo plano es interceptado en el terreno de la playa adyacente. Al determinar esta Línea, se establecen los límites jurisdiccionales, linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras (p.1)

Figura N° 7

Línea de marea más alta

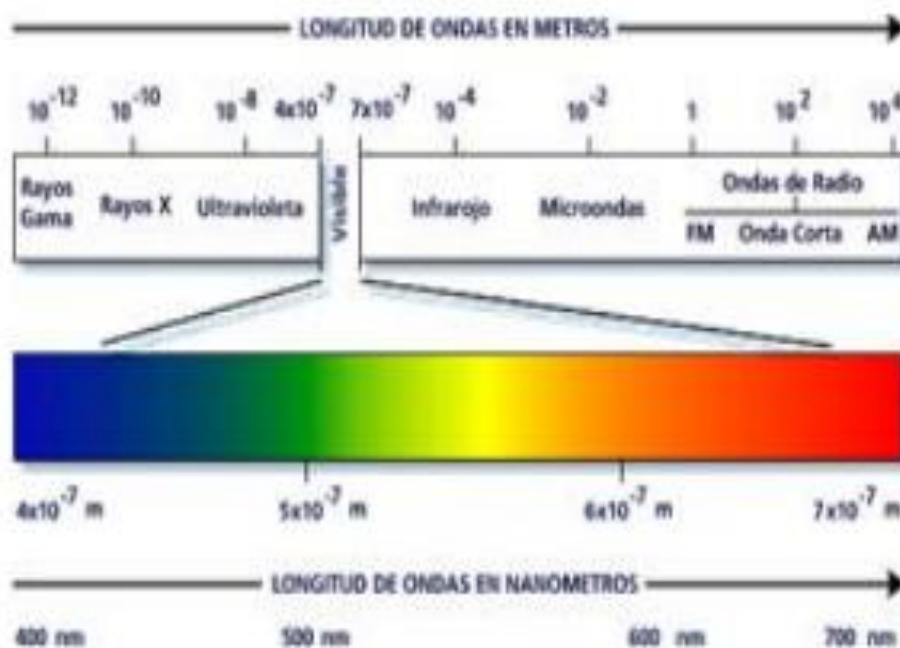


Fuente: Izaskun Z. (2000)

2.5. ESPECTROFOTOMETRÍA INFRAROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

Skoog & Leary (1994) indican que la zona del infrarrojo del espectro comprende la radiación con números de onda entre 12800 y 10 cm^{-1} , que corresponden a longitudes de onda de 0.78 a 1000 μm . Tanto desde el punto de vista de las aplicaciones como de la instrumentación, es conveniente dividir el espectro infrarrojo en tres regiones denominadas infrarrojo cercano, medio y lejano (p.5)

A continuación, se observa la Figura N°8 del Espectro Electromagnético, donde se aprecia la región infrarroja:

Figura N° 8*Espectro Electromagnético*

Fuente: Skoog & Leary (1994)

2.5.1. Análisis de plásticos por Espectrofotometría Infrarroja

Skoog & Leary (1994) mencionan que el análisis moderno de los plásticos se puede realizar con una gran variedad de técnicas, como la termo gravimetría y métodos espectroscópicos, dentro de los cuales está la espectroscopía infrarroja. El análisis infrarrojo (IR) o espectroscopía infrarroja de Fourier, (FTIR), se basa en la capacidad que tienen las moléculas de absorber radiación infrarroja, de acuerdo con sus estados energéticos vibracionales. La posición de las bandas de absorción en el espectro, ofrecen información acerca de la presencia o ausencia de grupos funcionales específicos dentro de una molécula, por lo que el espectro constituye la huella digital, que puede ser utilizada para determinar la identidad de una muestra. Así mismo, el espectro IR puede proporcionar información acerca de la estructura de la sustancia (p.8).

2.6. SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL

La problemática actual respecto al cambio climático, efecto invernadero, propagación de vectores, sequías e inundaciones entre otros ha hecho que el medio ambiente esté en boca de todos aumentando así la preocupación de las personas debido a los impactos negativos en el medio ambiente circundante. Actualmente, términos como desarrollo sostenible, aumento del nivel del mar, agricultura urbana, cambio en paradigmas en medios de transporte están sonando continuamente en medio de comunicación y se han vuelto prioridades en planes de gestión gubernamentales a lo largo del planeta.

En diciembre de 2015, se realizó la Cumbre para el Cambio Climático, que de manera histórica reunió a todos los países con el propósito de no permitir que la temperatura global aumentara por encima de los 2°C. Dada la importancia del cuidado del medio ambiente, es de vital importancia que se sea explicado de manera adecuada para que pueda llegar a toda la población. Países emergentes deben estar a la vanguardia en términos ambientales para poder conservar sus recursos, aprovecharlos de manera sostenible y no depender económicamente de la exportación de bienes. La herramienta educativa debe cumplir con la función multiplicadora de los conocimientos proporcionados, para esto se crean campañas de sensibilización y concienciación medioambiental.

La educación es el instrumento clave para conseguir los objetivos propuestos y es por esto que surge una disciplina llamada Educación Ambiental. La educación ambiental es un proceso de mejora continua que dura toda la vida y que tiene como objetivo ofrecer conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actitudes y valores, compromiso de acciones y responsabilidades con el fin de uso racional de los recursos y por ende lograr desarrollo sostenible.

De acuerdo a la UNESCO, los objetivos de la educación ambiental son los siguientes:

1. Toma de conciencia: concienciar a la gente de los problemas relacionados con el medio ambiente.
2. Conocimiento: ayudar a interesarse por el medio ambiente.

3. Actitudes: adquirir interés por el medio ambiente y voluntad para conservarlo.
4. Aptitudes: ayudar a adquirir aptitudes para resolver el problema.
5. Capacidad de evaluación: evaluar los programas de Educación Ambiental.
6. Participación: desarrollar el sentido de la responsabilidad para adoptar medidas adecuadas. Las estrategias de la educación ambiental son:
 - Concientizar a las personas de los problemas ambientales y mostrarse sensible ante los mismos.
 - Fomentar interés en la participación activa y mejora.
 - Desarrollar la capacidad de informarse acerca de lo que no se sabe en términos medio ambientales
 - Ampliar los conocimientos de las personas, realizando actividades relacionadas a energías limpias, paisajismo, captura de carbono, uso eficiente y ahorro de agua, emisiones atmosféricas Se debe mostrar la educación ambiental como actividad divertida procurando que se adquieran conocimientos sobre el entorno para generar respeto sobre el mismo.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

La presente investigación fue realizada en la Universidad Católica Santa María de Arequipa y en los Laboratorios de Química de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Las muestras aleatorias de arena fueron tomadas en las siguientes playas: El Chorro, La Punta, Las Gaviotas, Las Tortugas, Cerrillos, Las Cuevas, San Marino, La Miel y La Playuela.

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área estudiada está ubicada en Camaná, provincia localizada en la parte sur occidental de la Región Arequipa, ubicada en el valle del mismo nombre a pocos metros del litoral, a 179 Km. de la ciudad de Arequipa. El estudio se realizó en las playas del litoral de Camaná, localizadas en las siguientes coordenadas: $16^{\circ}37'24''$ S, $72^{\circ}42'33''$. A continuación, se observa la Figura N° 9 del Mapa de las playas de Camaná.

Figura N° 9

Mapa de las playas de Camaná



Fuente: Google Maps

3.2. VARIABLES

Tabla N° 2

Cuadro de operalización de variables



VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 1 MICROPLASTICOS	Son partículas de plástico menores a 5mm hasta tamaños tan pequeños que son imperceptibles. Son producto de la degradación de los residuos plásticos (Ministerio del Ambiente del Perú)	Con las muestras de material particulado, se identificara la cantidad y los tipos de micro plásticos existentes en las playas de Camaná.	Características de los micro plásticos Identificación de los micro plásticos	Tamaño Color Peso Cantidad Tipos
VARIABLE 2 PROGRAMA DE SENSIBILIZACION AMBIENTAL	El programa de sensibilización ambiental es una herramienta basada en acciones que buscan incrementar el cuidado del medio ambiente y de la biodiversidad.	Se realizara un programa de sensibilización ambiental para concientizar a la población y así mantener las playas limpias.	Programa de Sensibilización Ambiental	Equipamiento Capacitación a promotores y/o voluntarios Sensibilización Difusión Jornadas Reporte

Fuente: Elaboración Propia

3.3. MATERIALES

- Vasos de precipitados de 100 ml.
- Matraz aforado de 1 l.
- Placas Petri de polietileno
- Probetas de 100 ml.
- Embudos de vidrio
- Varillas de vidrio
- Pinzas de acero inoxidable
- Papel filtro
- Guantes descartables
- Cuerda de 5 metros
- Marco de madera portátil de 50 x 50 cm
- Espátulas o palas pequeñas
- Bandejas de plástico
- Tamiz de acero inoxidable (1 mm y 5 mm de diámetro de poro)
- Lupas de mano
- Bolsas grandes con cierre hermético
- Bolsas pequeñas con cierre hermético
- Plumón permanente para rotular bolsas
- Cinta métrica

3.4. EQUIPOS

- Balanza analítica marca Sartorius, modelo BP1215, sensibilidad 0,1 mg.
- Estufa eléctrica marca Memmert, modelo U-854.
- Microscopio eléctrico Premiere MRP-3000.
- Espectrofotómetro FTIR Marca SHIMADZU affinity 1 con accesorio ATR.
- Agitador magnético Heating Magnetic Stirrer AREC – VELP.

3.5. PROGRAMAS INFORMÁTICOS

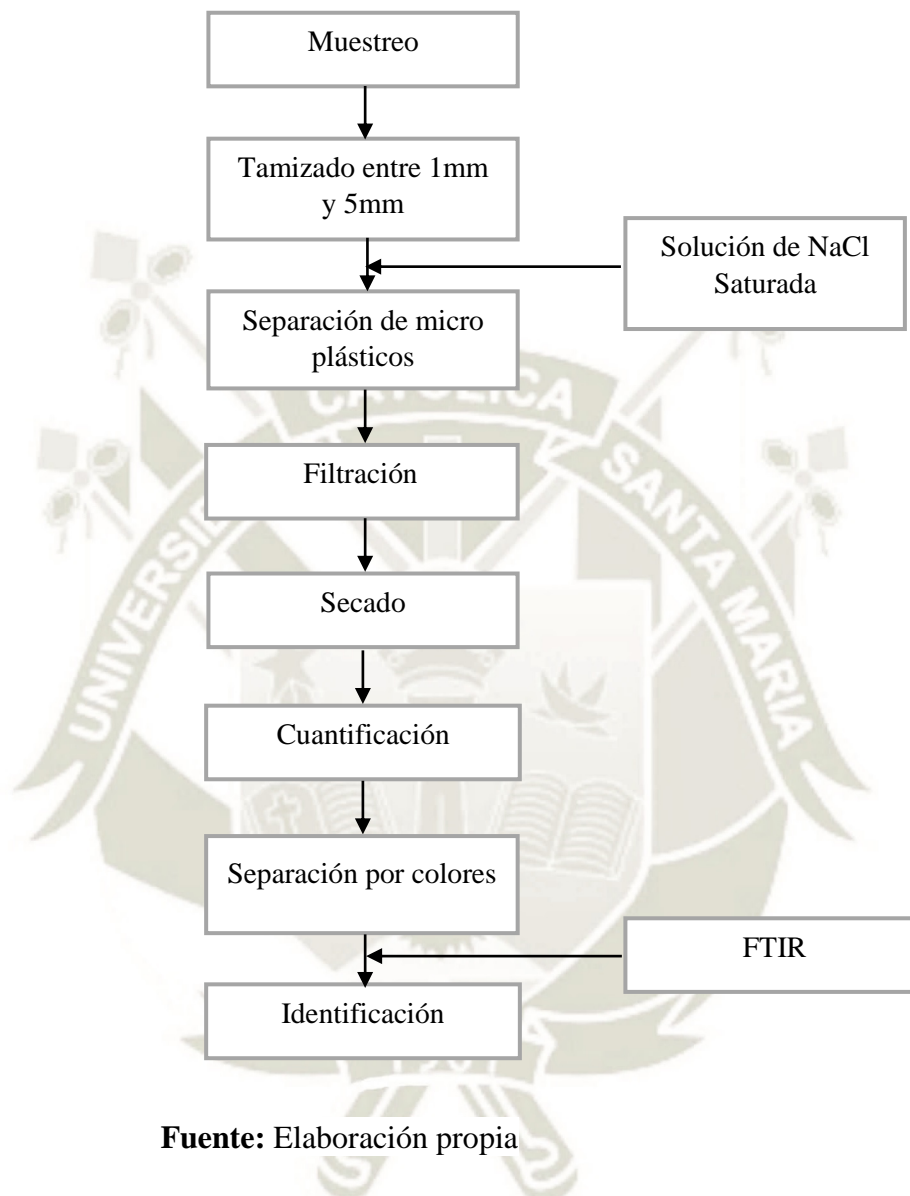
- Programa Microsoft® Office Excel 2016 para la elaboración de hojas de cálculo y el tratamiento de los datos.
- Aplicación Google Maps para la obtención de las coordenadas GPS de los puntos seleccionados para el muestreo.

3.6. PROCEDIMIENTO: Determinación de Micro plásticos

A continuación, se observa la Figura N° 10, correspondiente al flujo grama de la Metodología de trabajo.

Figura N° 10

Flujo grama de la Metodología de trabajo



Fuente: Elaboración propia

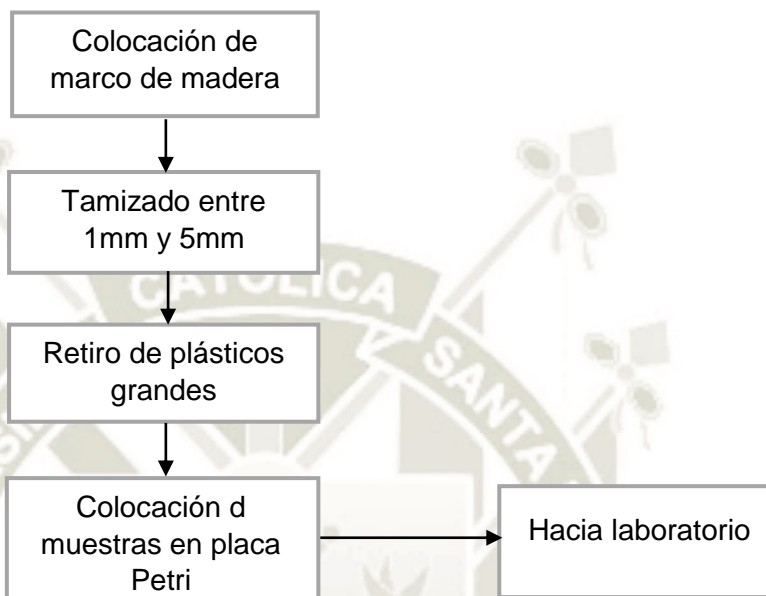
3.6.1. Selección de líneas de marea y estaciones

- a) Se identificó la línea de marea más alta y se estableció un transecto (horizontal al mar).
- b) Se marcó en el transecto 02 estaciones separadas por 5 metros entre sí.

3.6.2. Toma de Muestras

Figura N° 11

Flujo grama de toma de muestras



Fuente: Elaboración propia

Las muestras de arena de las playas de Camaná se tomaron en los meses de Enero y Febrero del 2019. Se eligieron playas arenosas que presentaban más de 100 metros de largo, el muestreo se llevó a cabo en 09 puntos; estos puntos se localizaron en la orilla del mar, en la marca dejada por el agua.

En cada punto se colocó un marco de madera de 0.5 m² hasta una profundidad de 5 cm, empleando tamices de 1mm y de 5mm, se tomó la arena con una pala de acero. Se tamizó la arena contenida en este marco, si se encuentra basura de gran tamaño, se sacude sobre el cuadrado (porque sobre ellos también puede haber micro plásticos) y se retira esta basura con cuidado. Esta basura puede ser tapas de botella u objetos más grandes, como restos de algas, botellas o madera. Las muestras que quedaron retenidas entre los tamices de 1mm y 5 mm se colocaron en placas petri y se llevaron al laboratorio. En la Figura N°12 se observa el muestreo:

Figura N° 12

Muestreo de la arena de las playas de Camaná

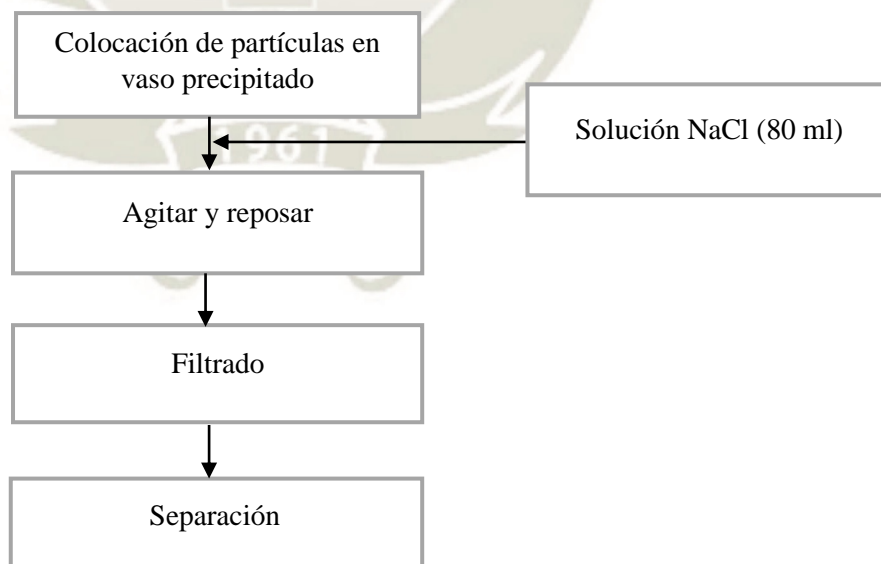


Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Separación de micro plásticos

Figura N° 13

Flujo grama separación de micro plásticos



Fuente: Elaboración propia

Las partículas comprendidas entre 1mm y 5 mm fueron vertidas a un vaso de precipitados de 100 ml., se colocó 80 ml. de solución saturada de

NaCl, se agitó en agitador magnético por 5 minutos para que se liberen los micro plásticos. Se dejó reposar 30 minutos, se filtró usando papel filtro, se hizo secar. El filtro con los micro plásticos se conservó en una placa petri para hacer el recuento se observaron con una lupa y se separaron según su tamaño, color, forma. A continuación, se muestra la Figura N°14 de la separación de los micro plásticos:

Figura N° 14

Fotografías de la separación de los micro plásticos



Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Recuento de micro plásticos

Dado el tamaño de las partículas encontradas, estas fueron fotografiadas, separadas con una pinza de acero inoxidable y se cuantificaron en cuanto a número y peso por m² y se conservaron en placas petri para su posterior análisis por FTIR. A continuación, se muestra la Figura N° 15 del recuento de micro plásticos:

Figura N° 15

Recuento de micro plásticos



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°15 se observan los micro plásticos encontrados en una muestra luego de filtrar, los cuales a continuación son cuantificados.

3.6.5. Identificación de los micro plásticos por espectroscopía FTIR

Los micro plásticos separados fueron analizados por el espectroscopía FT-IR, para determinar el tipo de plásticos predominantes en estas playas ya que pueden corresponder a poliuretano (PE), polipropileno (PP), estireno (EPS) y otros. A continuación, se muestra la Figura N° 16 de la Identificación de los micro plásticos.

Figura N° 16

Equipo de espectroscopio FTIR



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla N° 3 se muestra la Planilla para registrar las cantidades de micro plásticos (fragmentos, pellets) encontrados en las muestras de arena.

Tabla N° 3

Recuento de micro plásticos en muestras de arena de playa

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems					

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MUESTREO DE LA ARENA DE LAS PLAYAS DE CAMANÁ

El muestreo de la arena de las playas se realizó en el circuito de playas de Camaná situadas en el Departamento de Arequipa, en la provincia de Camaná. Una vez separados los micro plásticos se colocaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio, para realizar la cuantificación e identificación. El muestreo se realizó en las siguientes playas: El Chorro, La Punta, Primavera, Las Tortugas, Cerrillos, Las Cuevas, San Marino, La Miel y La Playuela.

4.2. RESULTADOS DE LOS MICROPLÁSTICOS ENCONTRADOS EN LAS PLAYAS DE CAMANÁ

La cuantificación de los micro plásticos en la arena de las playas de Camaná se realizó en los Laboratorios de Química de la UNSA, para lo cual se utilizó lupas de mano y microscopio eléctrico.

A continuación, en la Tabla N° 4 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la arena de la playa El Chorro

Tabla N° 4

Micro plásticos encontrados en la playa El Chorro

Muestra	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	4	5	5	4	18
Peso de los ítems (g)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05

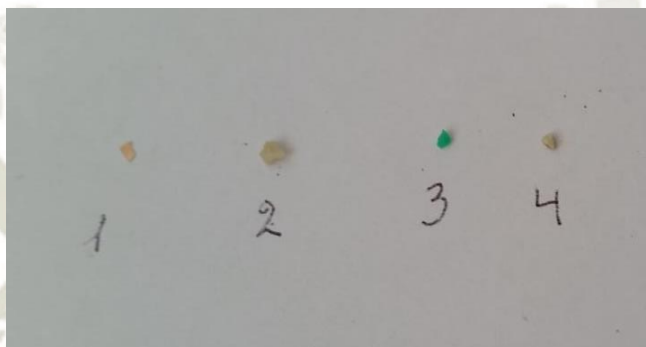
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4 se observa que en la Playa El Chorro se encontraron 18 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0,05g/ m².

En la Figura N° 17 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa El Chorro, estos varían en color y tamaño:

Figura N° 17

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa El Chorro



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 5 se observan los resultados de los micro plásticos encontrados la playa La Punta:

Tabla N° 5

Micro plásticos encontrados en la playa La Punta

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	36	36	72	91	235
Peso de los ítems (g)	0,09	0,04	0,09	0,04	0,26

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 5 se observa que en la playa La Punta se encontraron 235 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0,26g/ m².

En la Figura N° 18 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa La Punta, donde se aprecia que varían en color y tamaño:

Figura N° 18

Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa La Punta



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 6 se observan los resultados de los micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas:

Tabla N° 6

Micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	4	4	5	4	17
Peso de los ítems (g)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04

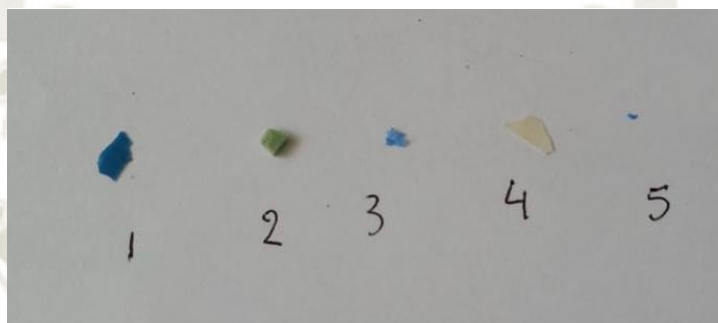
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 6 se observa que en la playa Las Gaviotas se encontraron 17 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0,04g/m².

En la Figura N° 19 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas, se aprecia que varían en color y tamaño:

Figura N° 19

Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Gaviotas



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 7 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas:

Tabla N° 7

Micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	4	5	5	5	19
Peso de los ítems (g)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04

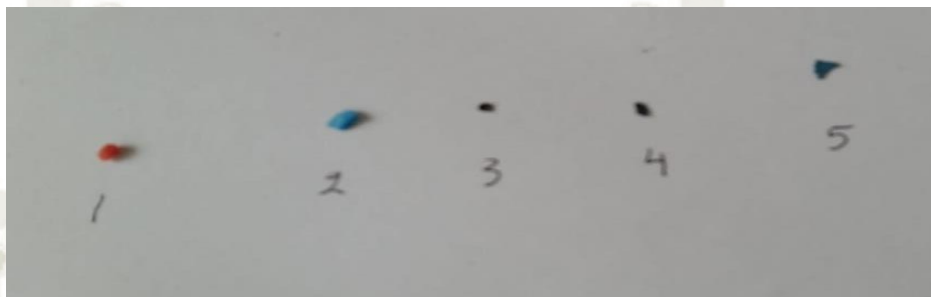
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N°7 se observa que en la playa Las Tortugas se encontraron 19 unidades de micro plásticos/m², y con un peso de 0.04 g.

En la Figura N° 20 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas, se aprecia que varían en color y tamaño.

Figura N° 20

Fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Las Tortugas



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 8 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa Cerrillos:

Tabla N° 8

Micro plásticos encontrados en la arena de la playa Cerrillos

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	4	5	6	3	18
Peso de los ítems (g)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 8 se observa que en la Playa Cerrillos se encontraron 18 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0.04g.

En la Figura N° 21 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa Cerrillos, los cuales varían en color y tamaño.

Figura N° 21

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa Cerrillos



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 9 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa Las Cuevas:

Tabla N° 9

Micro plásticos encontrados en la playa Las Cuevas

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	6	12	11	20	49
Peso de los ítems (g)	0.01	0.01	0.03	0.04	0.09

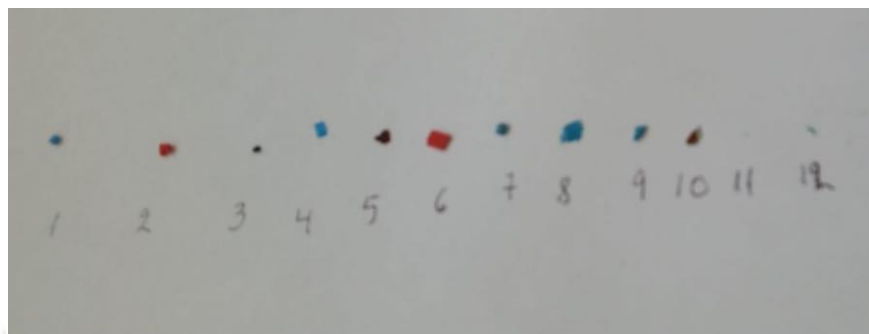
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 9 se observa que en la Playa Las Cuevas se encontraron 49 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0.09 g.

En la Figura N° 22 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la Playa Las Cuevas, los cuales varían en tamaño y color.:

Figura N° 22

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa Las Cuevas



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 10 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa San Marino:

Tabla N° 10

Micro plásticos encontrados en la playa San Marino

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	12	9	5	4	30
Peso de los ítems (g)	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05

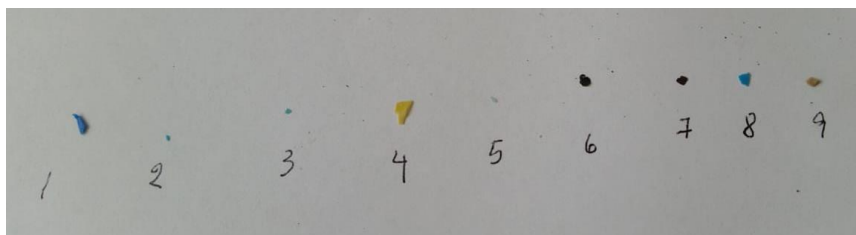
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 10 se observa que en la Playa San Marino se encontraron 30 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 0.04 g.

En la Figura N° 23 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la playa San Marino, se aprecia que varían en color y tamaño.

Figura N° 23

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa San Marino



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la en la Tabla N° 11 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa La Miel:

Tabla N° 11

Micro plásticos encontrados en la arena de la playa La Miel

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	223	438	260	460	1382
Peso de los ítems (g)	0,56	1,05	0,67	1,10	3,38

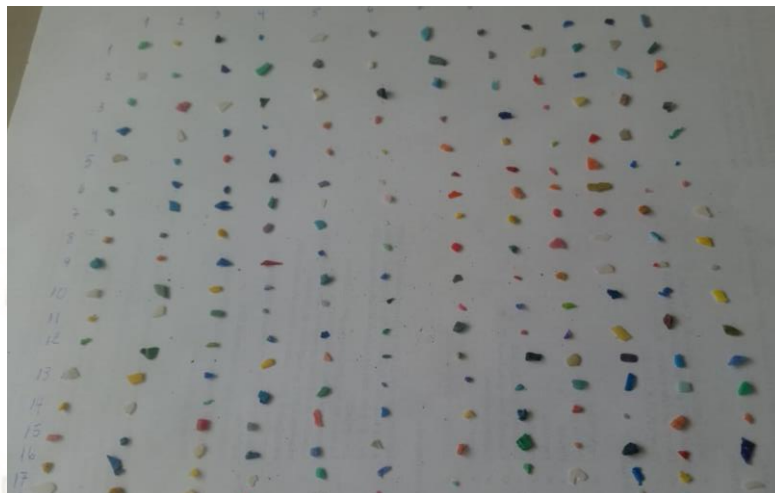
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 11 se observa que en la Playa La Miel se encontraron 1382 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 3,38 g/m².

En la Figura N° 24 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la Playa La Miel, se aprecia que varían en color y tamaño.

Figura N° 24

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa La Miel



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla N° 12 se observan los resultados de los Micro plásticos encontrados en la playa La Playuela:

Tabla N° 12

Micro plásticos encontrados en la playa La Playuela

Muestras	Flotación / Filtración 1	Flotación / Filtración 2	Flotación / Filtración 3	Flotación / Filtración 4	Total
N° ítems	82	233	158	126	599
Peso de los ítems (g)	0,20	0,80	0,48	0,34	1,82

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 12 se observa que en la Playa La Playuela se encontraron 599 unidades de micro plásticos/m², con un peso de 1,82 g/m².

En la Figura N° 25 se observa una fotografía de los micro plásticos encontrados en la Playa La Playuela, se aprecia que varían en color y tamaño.

Figura N° 25

Fotografía de los Micro plásticos encontrados en la playa La Playuela.



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se observa en la Tabla N° 13 un Cuadro Resumen de los micro plásticos encontrados en la arena de las playas de Camaná.

Tabla N° 13

Cuadro Resumen de los Microplásticos en las playas de Camaná

Playa	N° de micro plásticos/m² de arena	Peso de los micro plásticos/m² de arena (g)
El Chorro	18	0,05
La Punta	235	0,26
Las Gaviotas	17	0,04
Las Tortugas	19	0,04
Cerrillos	18	0,04
Las Cuevas	49	0,09

San Marino	30	0,05
La Miel	1382	3,38
La Playuela	599	1,82

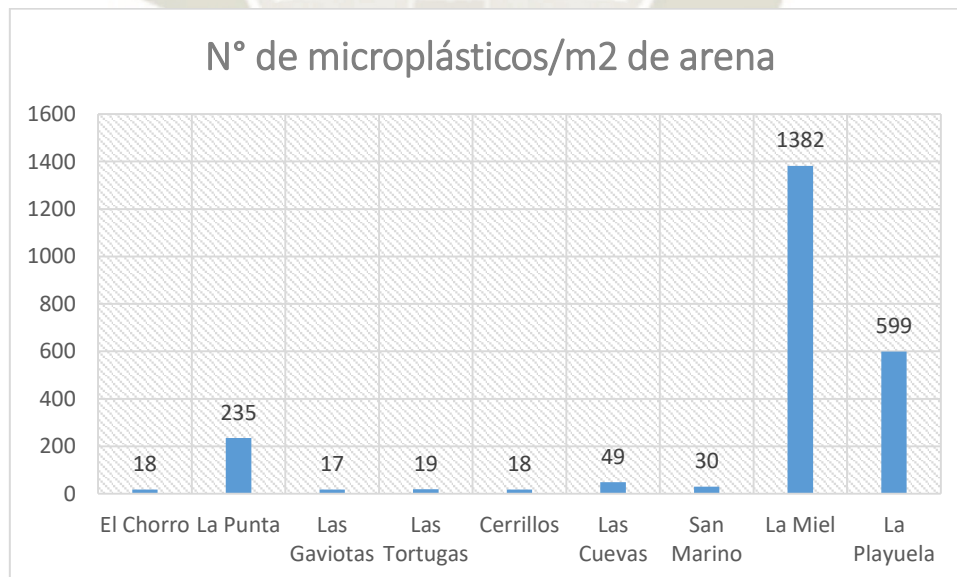
Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 13 se observa que en la playa La Miel hay mayor número de micro plásticos/m²: 1382, sigue La Playuela con 599 micro plásticos/m², luego La Punta con 235 micro plásticos/m² y el menor número de micro plásticos/m² es en Las Gaviotas con: 17 micro plásticos/m².

A continuación, se observan las gráficas correspondientes, en las Figuras N° 26 y Figura N° 27.

Figura N° 26

Número de Micro plásticos/m² de arena

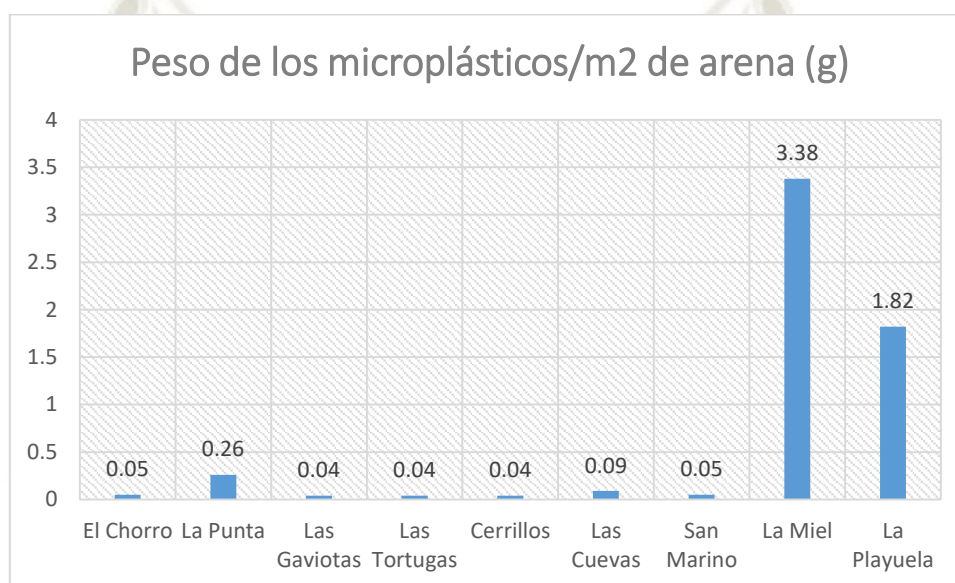


Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Figura N° 26, la playa que tiene mayor número de micro plásticos /m² es La Miel con 1382 unidades/m² y la que tiene menor número de micro plásticos es Las Gaviotas con 17 unidades/m². La causa debe ser por la ubicación geográfica de la playa La Miel que es en una bahía. Luego se tiene la Figura N° 27:

Figura N° 27

Peso de micro plásticos/m² de arena



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N° 27 se observa que la playa que tiene mayor peso de micro plásticos /m² es La Miel con 3,38 g/m² y las que tiene menor peso de micro plásticos son: Las Gaviotas con 0,04 g/m², La Tortugas con 0,04 g/m², Cerrillos con 0,04 g/m². La causa es por la ubicación geográfica de la playa La Miel que es en una bahía.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS PLAYAS DE CAMANÁ POR FTIR

La identificación de los micro plásticos encontrados las playas de Camaná se realizó utilizando el espectrofotómetro Infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR). Se separaron por colores, por tipo de plástico. Con el objeto de determinar

A continuación, se observan la Tabla N° 14 donde se muestra los resultados obtenidos en la playa El Chorro.

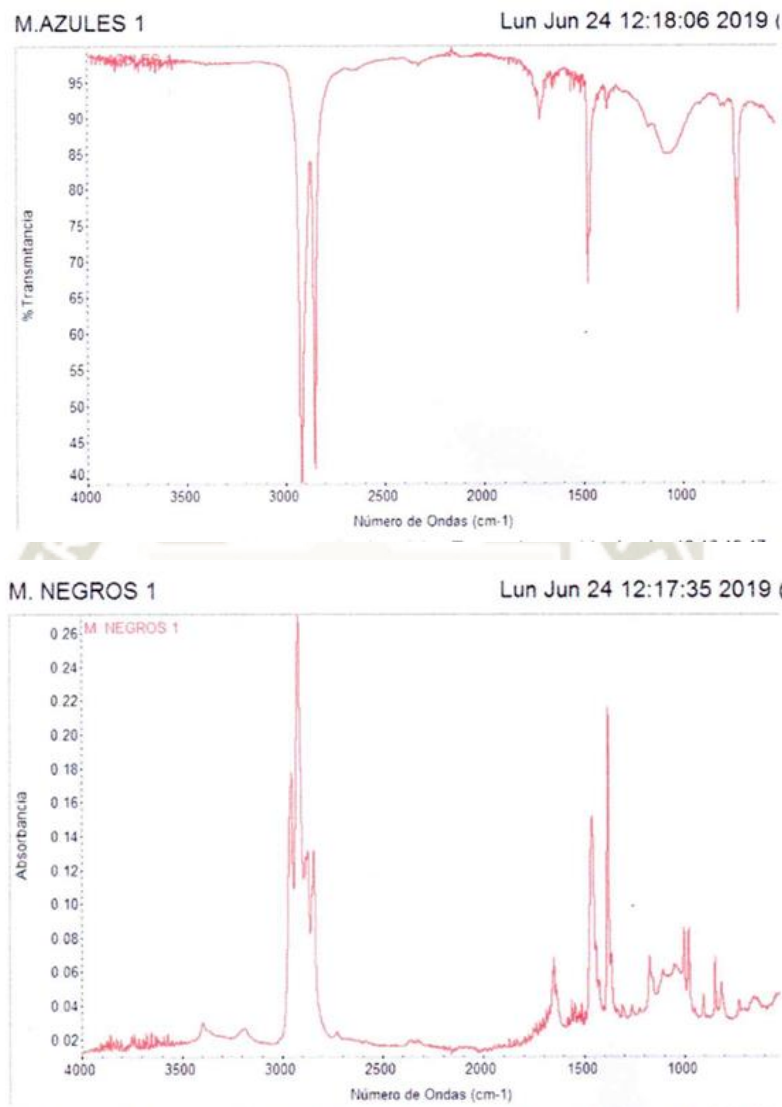
Tabla N° 14

Tipo de Micro plásticos en la playa El Chorro

Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 18	0,1 a 5	Azul, blanco opaco, negro, amarillo, pardo, celeste, anaranjado	Predominan los azules:8, negros: 4.	Azules: PET Negros: PVC

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 14 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son los azules y negros, siendo estos de PET y PVC, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 26:

Figura N° 29*Espectros IR de los micro plásticos azules y negros***Fuente:** Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos negros: pico a 2900 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1450 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 750 cm⁻¹, característico del grupo CH₂, pico entre 100-1100cm⁻¹, característico del Cl. Fórmula: (C₂H₃Cl)_n: Corresponde a policloruro de vinilo (PVC).

A continuación, se observan la Tabla N° 15 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa La Punta.

Tabla N° 15

Tipo de Micro plásticos en la playa La Punta

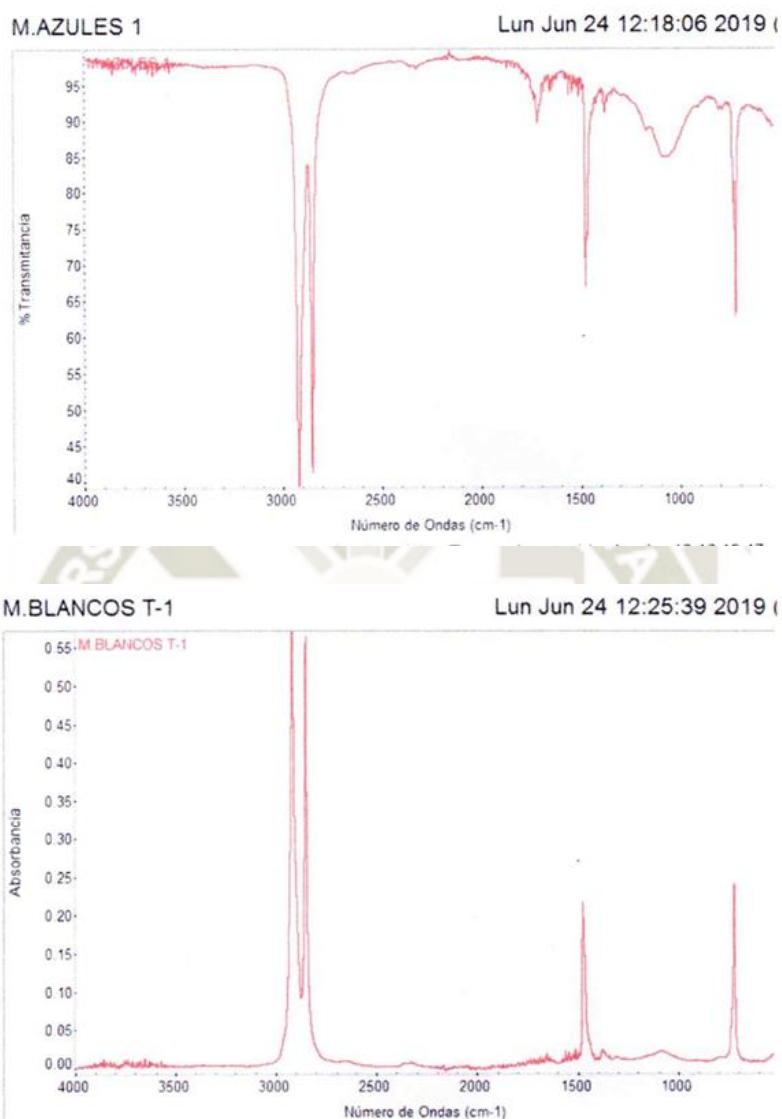
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 235	0,1 a 5	Azul, verde, amarillo, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo, celeste, anaranjado, rosado, morado, rojo, gris.	Predominan los azules: 50, blanco transparente: 46.	Azul: PET Blanco transparente: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 14 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de los micro plásticos predominantes son los azules y blanco transparente, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 30.

Figura N° 30

Espectros IR de los micro plásticos azul y blanco transparente



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹ , característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco transparente: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

A continuación, se observa la Tabla N° 16 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa Gaviotas.

Tabla N° 16

Tipo de Micro plásticos en la playa Gaviotas

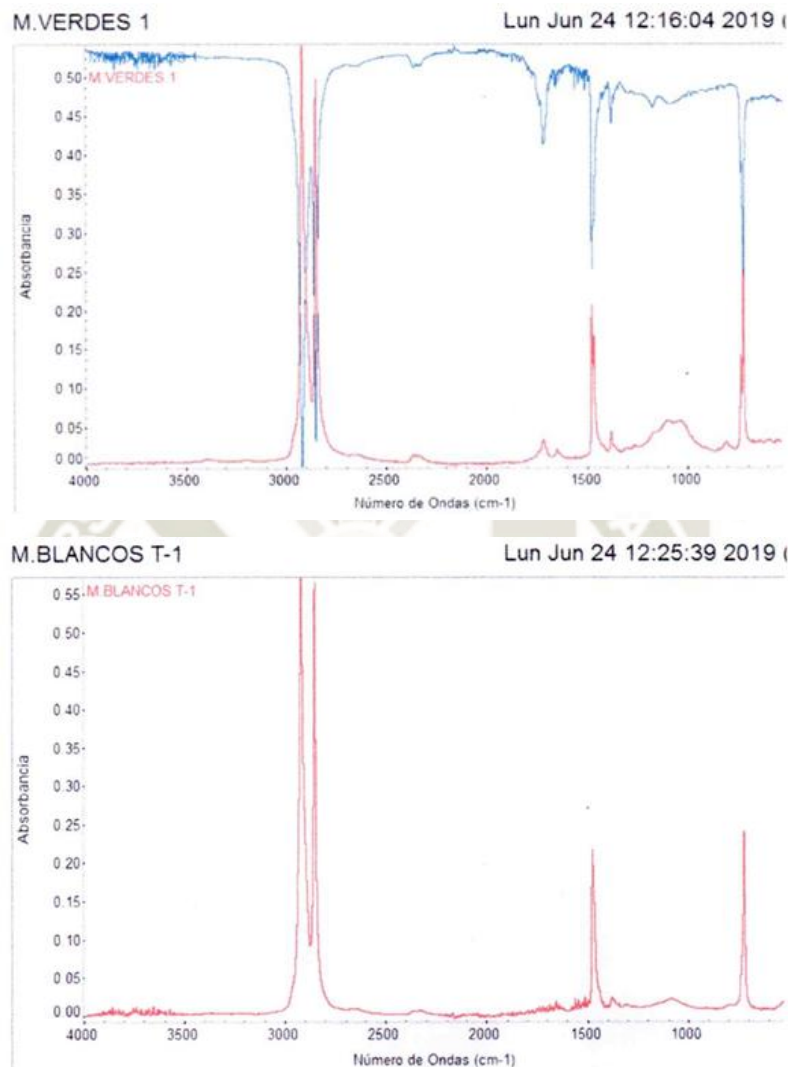
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Color	Color predominante	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 17	0,1 a 5	Azul, verde, blanco transparente, blanco opaco, pardo.	Predominan verde: 09, pardo: 03, blanco transparente: 03.	Verde: PET Blanco transparente: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 16 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son el verde y blanco transparente, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 29.

Figura N° 31

Espectros IR de los micro plásticos verde y blanco transparente



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos verdes: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco transparente: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

A continuación, se observan la Tabla N° 17 donde se muestra los resultados obtenidos en la playa Tortugas.

Tabla N° 17

Tipo de Micro plásticos en la playa Tortugas

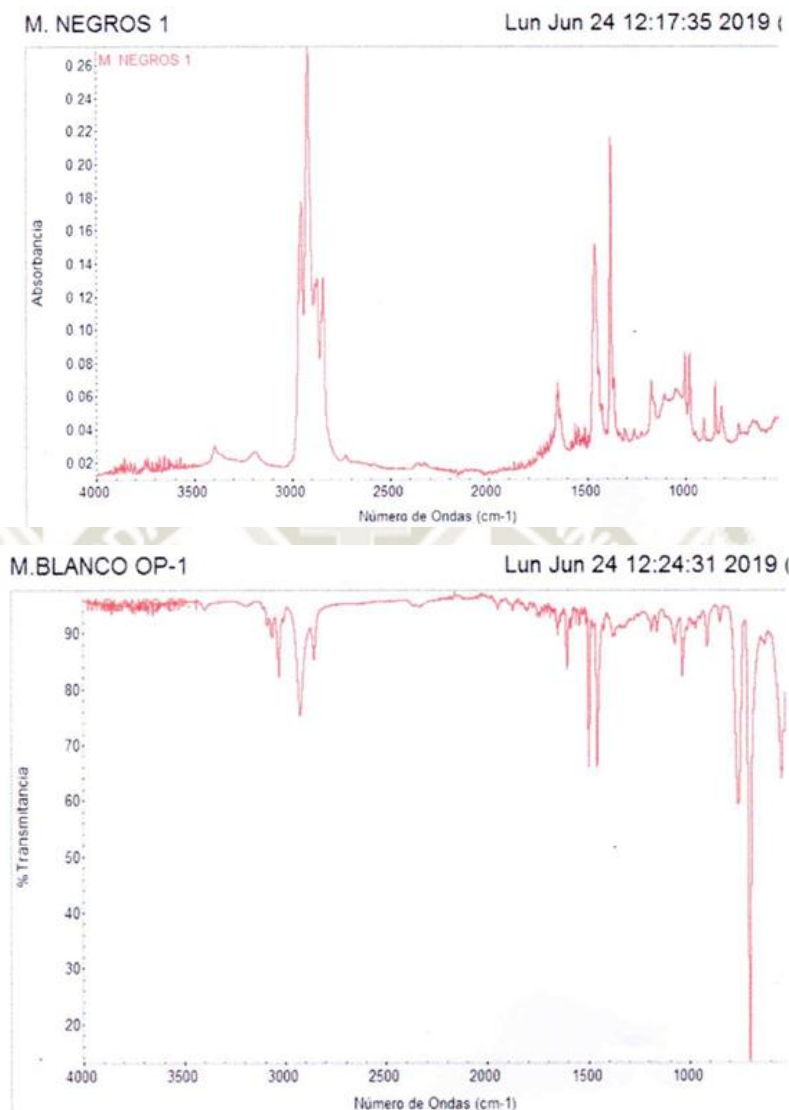
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Color	Color predominante	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 19	0,1 a 5	Azul, negro, blanco opaco, pardo, rosado.	Predominan los negros:07, pardos: 5.	Negro: PVC Blanco opaco: PS.

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 17 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de los micro plásticos predominantes son los negros y blanco opaco siendo estos de PVC y PS, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 32.

Figura N° 32

Espectros IR de los micro plásticos negros y blanco opaco.



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos negros: pico a 2900 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1450 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 750 cm⁻¹, característico del grupo CH₂, pico entre 100-1100 cm⁻¹, característico del Cl. Fórmula: (C₂H₃Cl)_n: Corresponde a policloruro de vinilo (PVC).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco opaco: pico a 3000-3100 cm⁻¹ y 1600-1450 cm⁻¹, picos típicos del benceno y picos entre 700 – 760 cm⁻¹, característico del grupo C-C. Fórmula: (C₈H₈)_n. Corresponde al poli estireno (PS).

A continuación, se observan la Tabla N° 18 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa Cerrillos.

Tabla N° 18

Tipo de Micro plásticos en la playa Cerrillos

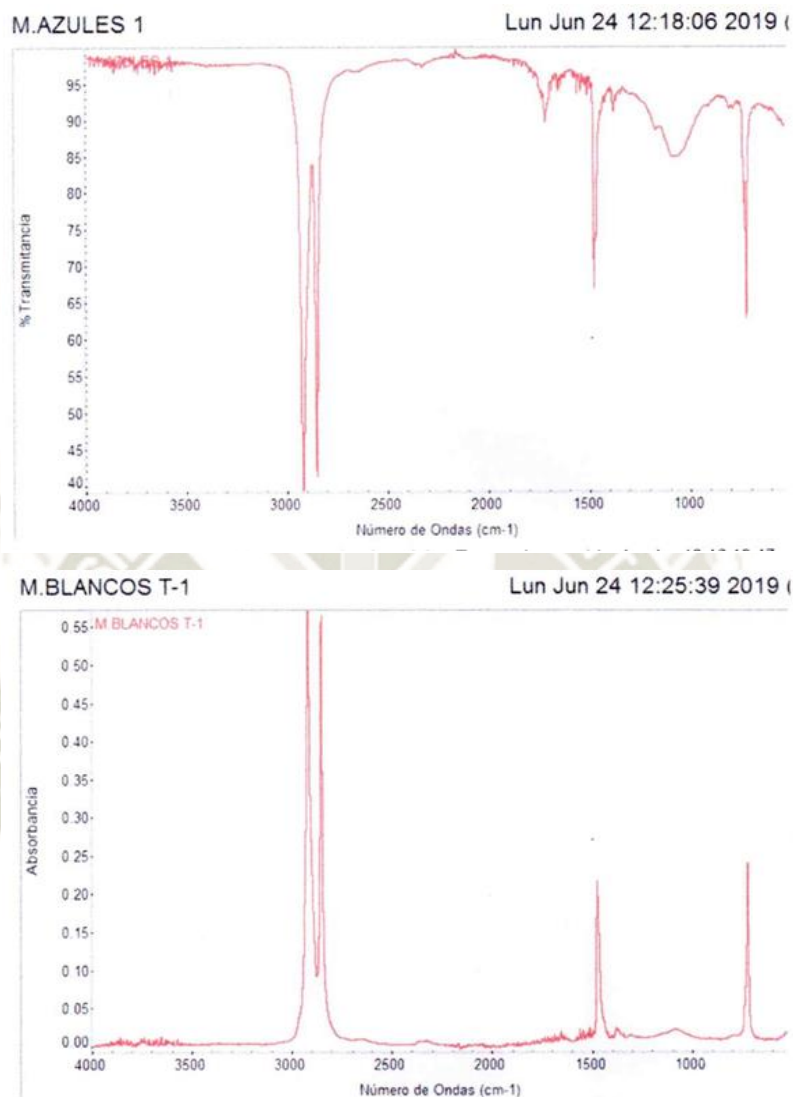
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 18.	0,1 a 5	Azul, verde, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo.	Predominan los azules: 04, pardos: 04.	Azules: PET blanco transparente: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 18 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de los micro plásticos predominantes son los azules y blanco transparente, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 33.

Figura N° 33

Espectros IR de los micro plásticos azules y blanco transparente



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde al polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco transparente: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde al polietileno (PET).

A continuación, se observa la Tabla N° 19 donde se muestra los resultados obtenidos en la playa Las cuevas.

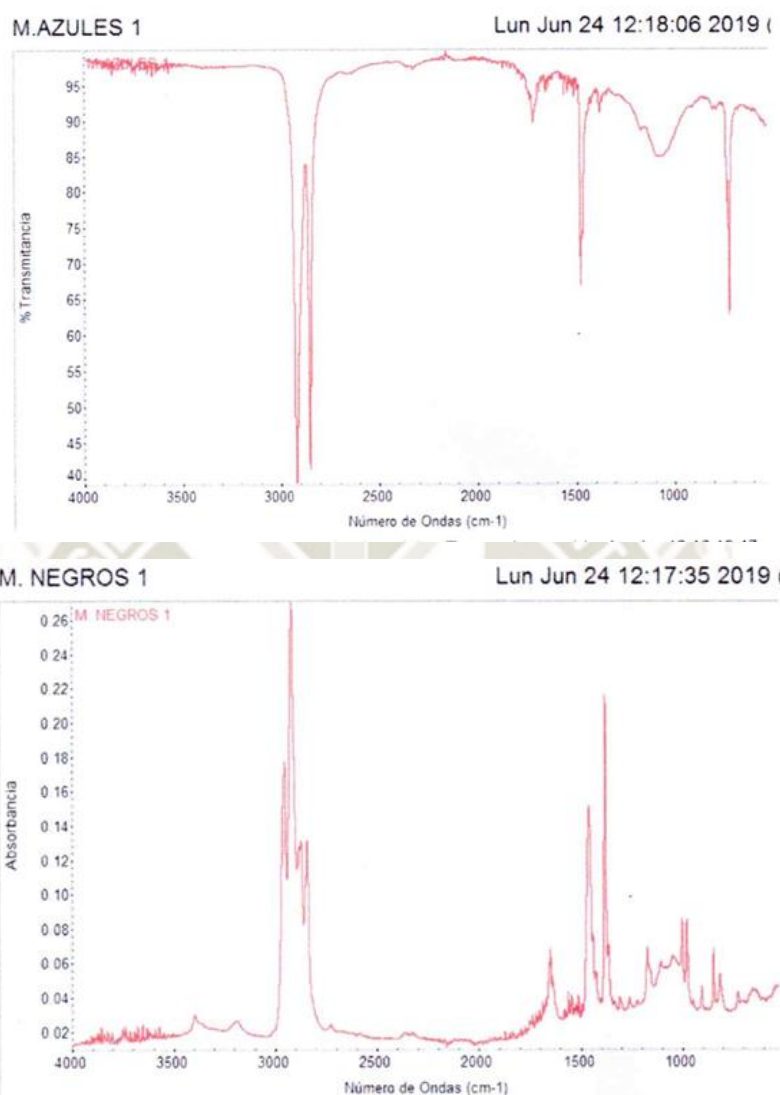
Tabla N° 19

Tipo de Micro plásticos en la playa Las Cuevas

Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 49	0,1 a 5	Azul, verde, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo, celeste, rojo, rosado, gris, morado.	Predominan los azules: 10, negros: 10.	Azules: PET negros: PVC

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 19 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son los azules y los negros, siendo estos de PET y PVC, de acuerdo al espectro IR de la Figura N° 34.

Figura N° 34*Espectros IR de los micro plásticos azules y negros***Fuente:** Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos negros: pico a 2900 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1450 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 750 cm⁻¹, característico del grupo CH₂, pico entre 100-1100cm⁻¹, característico del anión Cl. Fórmula: (C₂H₃Cl)_n. Corresponde a policloruro de vinilo (PVC).

A continuación, se observa la Tabla N° 20 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa San Marino.

Tabla N° 20

Tipo de Micro plásticos en la playa San Marino

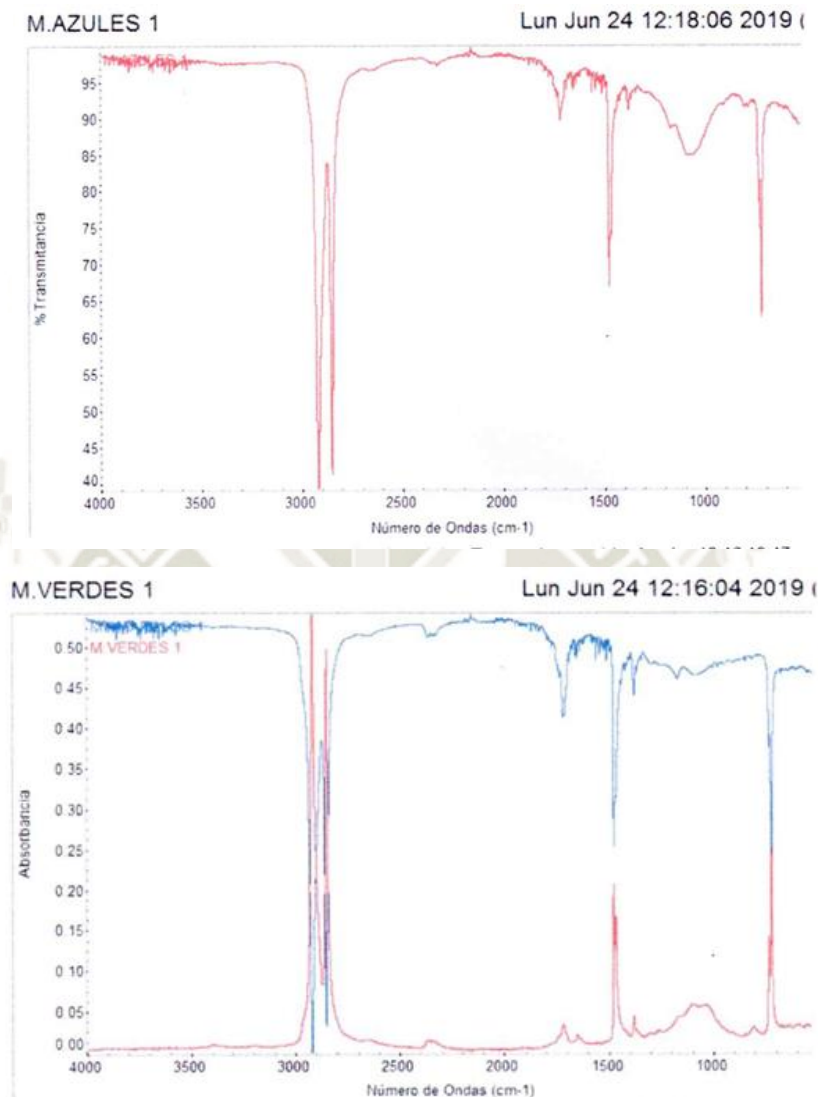
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 30	0,1 a 5	Azul, verde, amarillo, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo, celeste, rojo.	Predominan los azules: 10, verdes: 05.	Azules: PET verdes: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 20 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son los azules y los verdes, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N°35.

Figura N° 35

Espectros IR de los micro plásticos azules y verdes



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos verdes: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

A continuación, se observa la Tabla N° 21 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa La Miel.

Tabla N° 21

Tipo de Micro plásticos en la playa La Miel

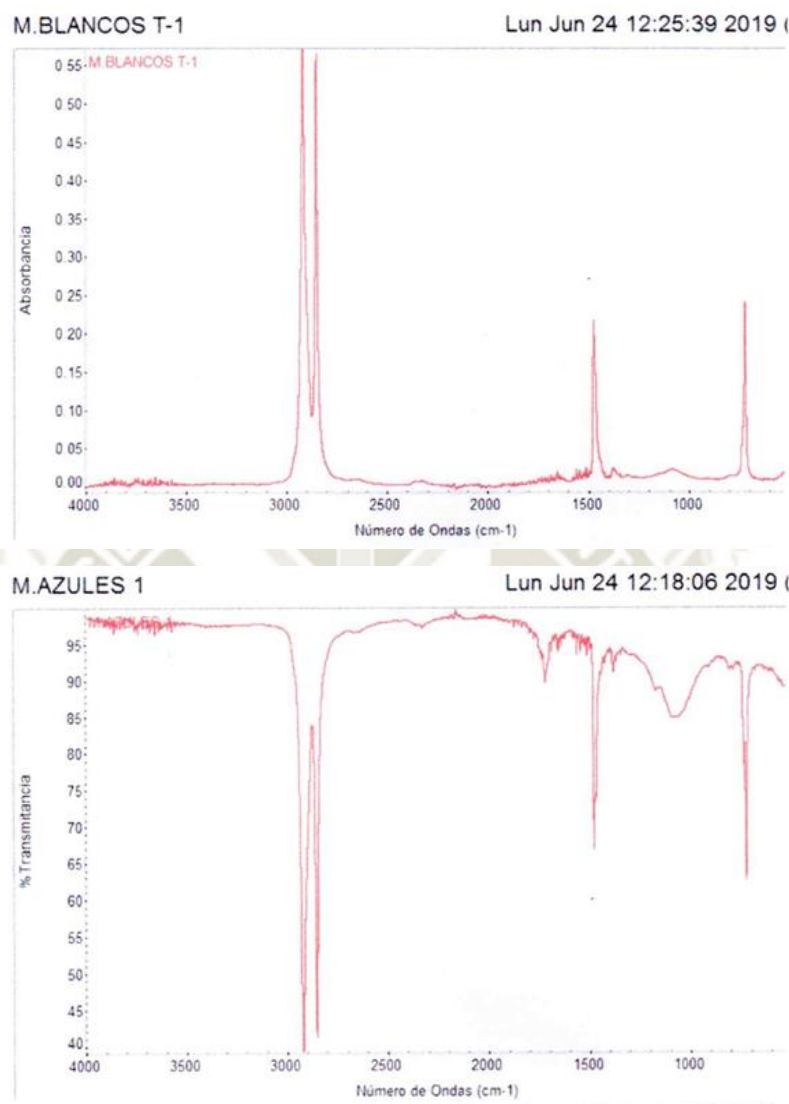
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 1382.	0,1 a 5	Azul, verde, amarillo, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo, celeste, rojo, anaranjado, rosado, morado, gris.	Predominan los blancos transparente: 241, azules: 209.	Blancos transparente: PET Azules: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 21 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son el blanco transparente y los azules, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N°36.

Figura N° 36

Espectros IR de los micro plásticos blanco transparente y azul



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco transparente: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos azules: pico a 2850 cm⁻¹, característico del grupo C-H, pico a 1500 cm⁻¹, característico del grupo C-C, pico a 700 cm⁻¹, característico del grupo CH₂. Corresponde a polietileno (PET).

A continuación, se observa la Tabla N° 22 donde se muestran los resultados obtenidos en la playa La Playuela.

Tabla N° 22

Tipo de Micro plásticos en la playa La Playuela

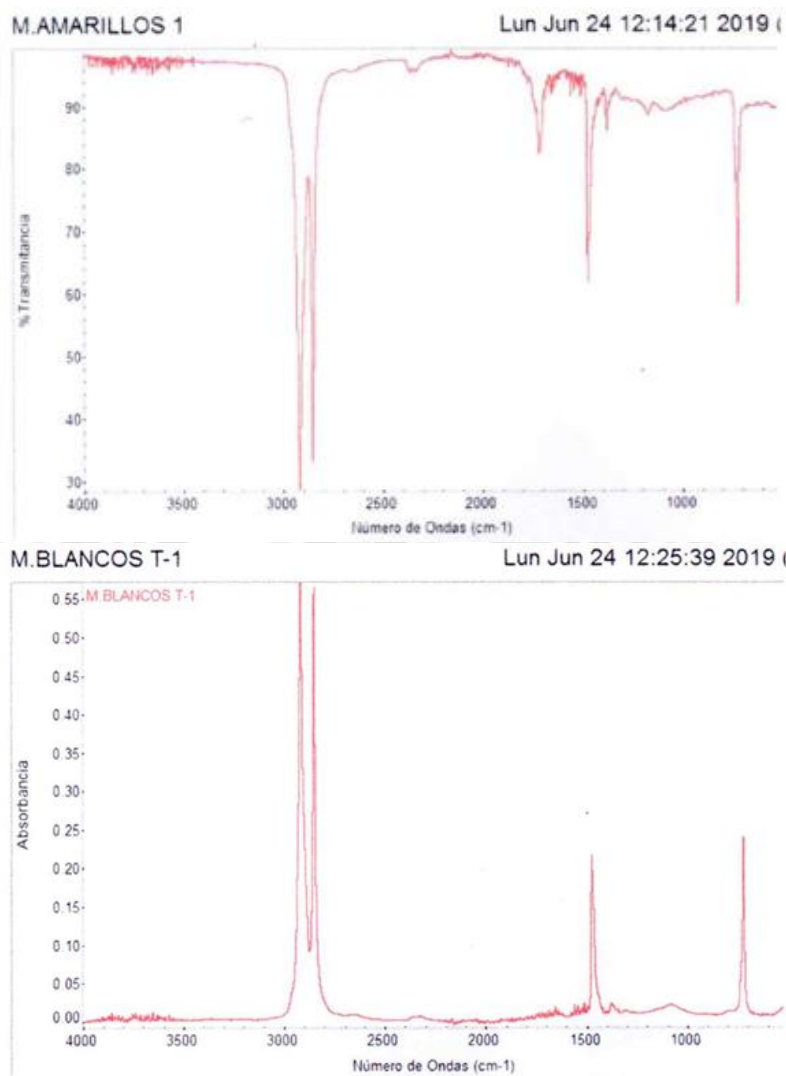
Micro plásticos	Tamaño (mm)	Colores	Colores predominantes	Tipo de plástico predominante
Micro plásticos encontrados: 599.	0,1 a 5	Azul, verde, amarillo, blanco transparente, negro, blanco opaco, pardo, celeste, anaranjado, rosado, morado, rojo, gris.	Predominan los amarillo: 98, azules: 79.	Amarillo: PET Blanco: PET

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 22 se observa que el tamaño de los micro plásticos es de 0,1 a 5 mm y los colores de micro plásticos predominantes son los amarillos y blanco transparente, siendo estos de PET y PET, de acuerdo a los espectros IR de la Figura N° 37.

Figura N° 37

Espectros IR de los micro plásticos amarillos y blanco transparente



Fuente: Software LabSolutions IR

Lecturas del Espectro de los micro plásticos amarillos: pico a 2850 cm^{-1} , característico del grupo C-H, pico a 1500 cm^{-1} , característico del grupo C-C, pico a 700 cm^{-1} , característico del grupo CH_2 . Corresponde a polietileno (PET).

Lecturas del Espectro de los micro plásticos blanco transparente: pico a 2850 cm^{-1} , característico del grupo C-H, pico a 1500 cm^{-1} , característico del grupo C-C, pico a 700 cm^{-1} , característico del grupo CH_2 . Corresponde a polietileno (PET).

A continuación, se tiene la Tabla N° 23 donde se encuentra un resumen de la distribución de los micro plásticos colectados de acuerdo al color y las Playas.

Tabla N° 23

Distribución de los micro plásticos en las playas de acuerdo al color

Color	La Punta	Tortugas	Gaviotas	El Chorro	Cuevas	Cerrillos	San Marino	La Miel	Playuela	Total
Azul	50	02	01	08	10	04	10	241	98	424
Verde	17	-	03	-	07	01	05	175	74	282
Amarillo	24	-	-	01	-	-	01	121	79	226
Blanco T.	26	-	03	-	02	03	03	209	35	281
Negro	11	05	-	04	10	03	04	76	33	146
Blanco O.	03	04	01	01	06	03	01	138	17	174
Pardo	13	07	09	02	01	04	02	56	20	114
Celeste	46	-	-	01	04	-	02	98	44	195
Naranja	11	-	-	01	-	-	-	43	31	86
Rosado	03	01	-	-	04	-	-	67	32	107
Morado	01	-	-	-	01	-	-	22	13	37
Rojo	29	-	-	-	03	-	02	53	72	159
Gris	01	-	-	-	01	-	-	82	32	116
Total	235	19	17	18	49	18	30	1382	599	2347

Fuente: Elaboración Propia

En total se colectaron y clasificaron 2347 micro plásticos en 09 playas de Camaná, los micro plásticos encontrados con mayor frecuencia fueron los azules que eran de PET, seguidos por los verdes que eran de PET, luego los blancos transparente que eran de PET los amarillos de PET, los negros de PVC, celeste, blanco opaco, rojo, gris, pardo, rosado, anaranjado y por último los de color morado.

Las muestras de arena tomadas en las playas de Camaná fueron tratadas siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. Estas playas se encuentran en una zona de recreación, pesca y turismo por lo que se puede esperar que existieran micro plásticos, incluso visibles a primera vista. Sin embargo, hay que mencionar que las playas están sometidas en verano a procesos de limpieza a diario de manera no tan exhaustiva. Además, en esta ocasión el muestreo se llevó a cabo en la zona de la marea y considerando solamente la fracción de micro plásticos comprendida entre 1 y 5 mm. . Durante el muestreo se pudo constatar la presencia de los siguientes tipos de plásticos:

Al examinar los filtros con la lupa se observó un gran número de micropartículas que fueron separadas para su análisis por espectroscopía infrarroja. Sin embargo, los espectros de infrarrojos obtenidos revelaron que las partículas estaban compuestas principalmente por PET, PVC, carbonatos, lo que indica que se trata de fragmentos de conchas de moluscos marinos; además se encontró: carbón, restos de vegetales, semillas, piedra pómez, colillas de cigarro, tapas metálicas de bebidas. Por otro lado, si bien ciertas partículas tenían aspecto de plástico, no pudieron ser confirmadas por espectroscopía infrarroja dado su pequeño tamaño, inferior a 0,5 mm. .

4.4. CONTRASTE CON LOS RESULTADOS DE OTROS PAÍSES

De la investigación realizada a las nueve playas de Camaná-Arequipa, la que presenta mayor cantidad de micro plásticos es la playa La Miel con 1382 micro plásticos/m², la cantidad de micro plásticos presente en esta playa es tres veces más a comparación de la playa Costa Azul en el Callao, la cual presenta 450 partículas de micro plásticos en cada metro cuadrado.

Sara Purca (2017) investigadora de la dirección general de Investigaciones en Acuicultura del Imarpe, indica que la cantidad de micro plásticos presente en la playa Costa Azul es menor a la contaminación de playas del continente asiático, donde se encuentran hasta 1,200 partículas por metro cuadrado.

En su investigación también menciona que la Playa Vesique en Chimbote contiene 40 micro plásticos/m², la playa Albúfera en la provincia de Huaura en el departamento de Lima presenta 4.67 micro plásticos/m² y la Playa El Chaco en Ica 11.33 micro plásticos/m²

Un estudio realizado por el programa Científicos de la Basura, de la Universidad Católica del Norte de Chile, evidencia claramente las diferencias de cantidad de micro plásticos entre la costa de Chile continental y la Isla de Pascua, llegando esta última a ser aproximadamente 25 veces mayor. En la costa de Chile continental (Arica a Punta Arenas) se encuentran aproximadamente 30 micro plásticos/m² y en la Isla de Pascua 800 micro plásticos/m². La gran abundancia de micro plásticos en las playas de la isla se debe al transporte de partículas dentro de las corrientes oceánicas, fenómeno que genera una zona de acumulación al centro este del Pacífico Sur.

Tabla N° 24

Cantidad de micro plásticos por región

PAIS	MICROPLASTICOS/M ²
Rusia	0.2
Malasia	18
Chile Continental	30
Malta	35
Inglaterra	100
Japón	500
Isla De Pascua	800
China	1000
Estados Unidos	1200
Brasil	3000
Omán	9000
Jordania	77000

Fuente: Universidad Católica del Norte de Chile (2012)

De la anterior tabla concluimos que la playa La Miel se encuentra en un punto intermedio con 1382 micro plásticos/m², y a nivel nacional es la playa que presenta mayor cantidad de micro plásticos.

Sara Purca (2017) en su artículo de investigación *Presencia de micro plásticos en cuatro playas arenosas de Perú* menciona que en las zonas de la costa normalmente se encuentran más de 20 micro plásticos por metro cuadrado hasta cientos de miles de partículas, en consonancia por los resultados de la investigación desarrollada por la Universidad Católica del Norte de Chile. Asimismo, se deduce que una de las principales causas de esta variación es el grado de cercanía a las urbes y la desembocaduras de descargas de colectores, siendo el ámbito de estudio el punto de salida de los residuos de la región Arequipa, problemática que no se atenúa debido a la falta de lagunas de oxidación, aunando a la causa ya citada a práctica de la pesca artesanal, muy común en la franja costera.

Según una publicación periodística del Diario Gestión (2018), puede afirmarse que a nivel nacional y en contraste con los datos de carácter global en contaminación por micro plásticos, en nuestro país la contaminación aún es baja, indicando que en el Perú, los primeros reportes sobre contaminación por basura

marítima que se recogieron en 2007, registraron la cifra de 1.5 millones de toneladas de basura por periodo anual a lo largo de la franja de la costa. Acotando que en una playa contaminada como lo es Costa Azul (Callao) se registran 450 micro plásticos por cada metro cuadrado, en contrapartida al nivel de contaminación en balnearios del continente asiático, donde se hallan hasta 1200 ítems por metro cuadrado.

4.5. APLICACIÓN DE ENCUESTA

Se aplicó una encuesta para saber el grado de conocimiento y conciencia ambiental que tienen las personas que acuden a las playas dónde se realizaron los distintos estudios y a su vez se entregó un bifolio para ampliar sus conocimientos sobre el tema.

4.5.1. Encuesta acerca de conocimientos sobre plásticos y micro plásticos de las personas de las playas de Camaná. (Anexo 1).

Se encuestaron a 50 personas, obteniendo las siguientes respuestas a las preguntas:

a) **Resultados y Discusión de la Encuesta sobre micro plásticos y micro plásticos en las Playas de Camaná**

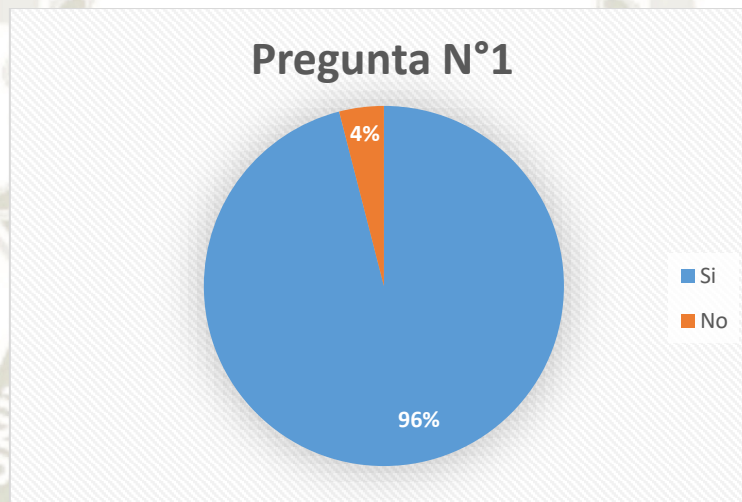
1. **¿En las playas que ha visitado, observa basura?**

Si: 48

No: 02

Figura N° 38

Gráfica de la pregunta N° 1 de la encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 38, al preguntar sobre si se observa basura en las playas, la respuesta mayoritaria es que si, con un 96%. Lo que indica que actualmente no existe una gestión adecuada por parte de los municipios.

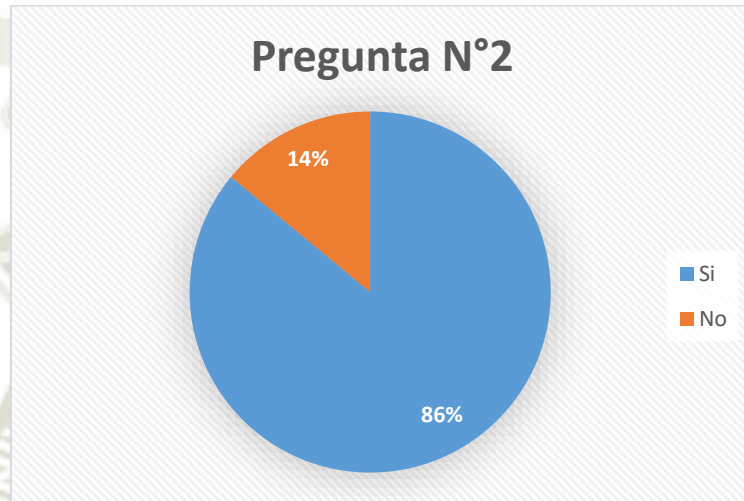
2. ¿Recoge su basura cuando va a una playa?

Si: 43

No: 07

Figura N° 39

Gráfica de la pregunta N° 2 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 39, al preguntar sobre si recoge su basura en la playa, la respuesta mayoritaria es que si, con un 86%, notándose que en porcentaje de 14% no recoge su basura. Por lo que es preciso implementar un plan de gestión ambiental y monitoreo.

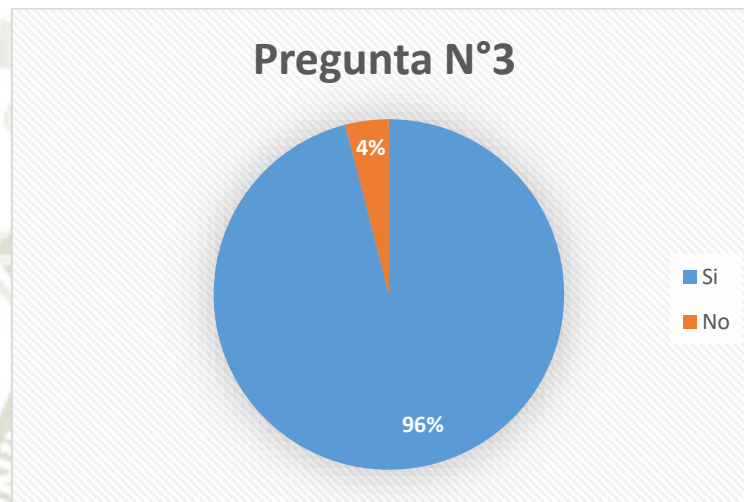
3. ¿Ha escuchado hablar sobre los plásticos?

Si: 48

No: 02

Figura N° 40

Gráfica de la pregunta N° 3 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 40, al preguntar sobre si ha oído hablar sobre los plásticos, la respuesta mayoritaria es que si, con un 96% y 4% no ha oído hablar de plásticos. Lo que nos indica que casi en su totalidad las personas están familiarizadas con este material.

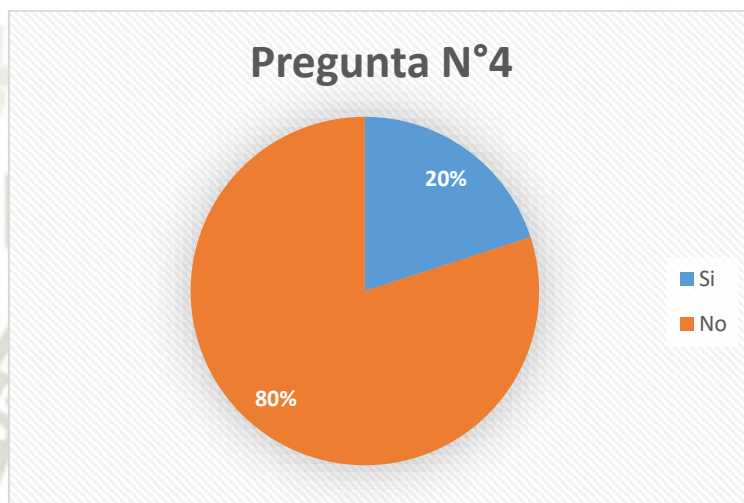
4. ¿Ha escuchado hablar sobre los micro plásticos?

Si: 10

No: 40

Figura N° 41

Gráfica de la pregunta N° 4 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 41, al preguntar sobre si ha escuchado hablar sobre los micro plásticos, la respuesta mayoritaria es que no, con un 80% y un 20% si ha escuchado. Como se observa este tema es poco conocido.

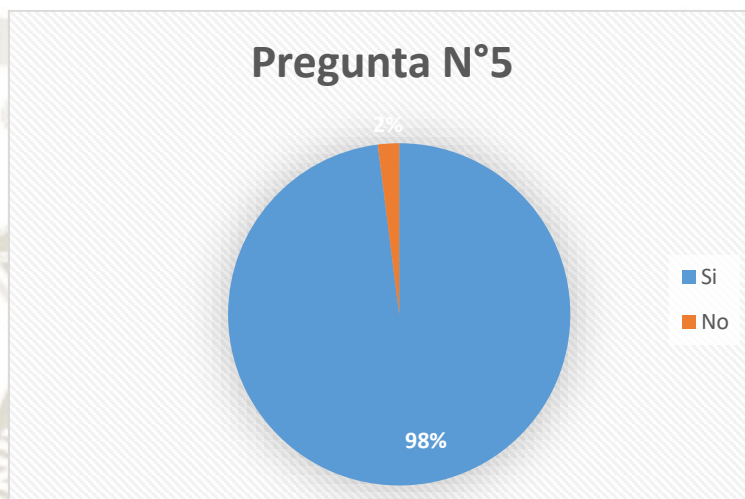
5. ¿Ha notado la presencia de plásticos en las playas?

Si: 49

No: 01

Figura N° 42

Gráfica de la pregunta N° 5 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 42, al preguntar sobre si ha notado la presencia de plásticos en las playas, la respuesta mayoritaria es que si, con un 98% y un 2% que no, esto nos indica que la mayoría de personas observa plásticos en las playas.

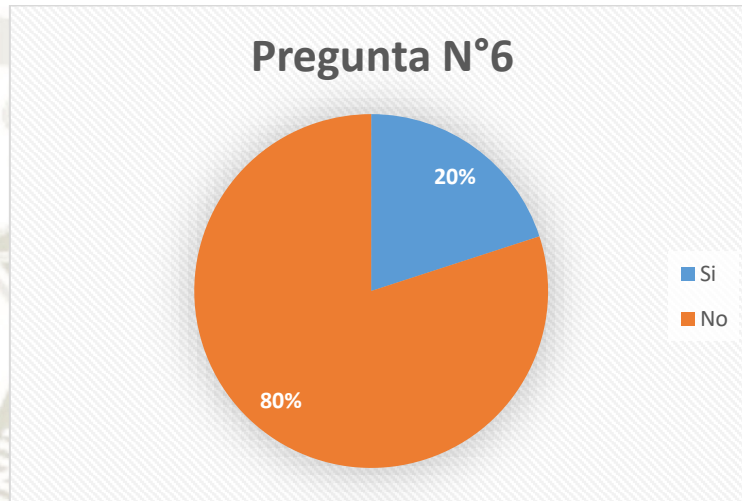
6. ¿Ha notado la presencia de micro plásticos en las playas?

Si: 10

No: 40

Figura N° 43

Gráfica de la pregunta N° 6 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 43, al preguntar sobre si ha notado la presencia de micro plásticos en las playas, la respuesta mayoritaria es que no, con un 80% y un 20% que sí, esto nos indica que la mayoría de personas no ha observado micro plásticos en las playas.

7. ¿Cree usted que la presencia de micro plásticos en las playas de Camaná es: poco, regular o abundante?

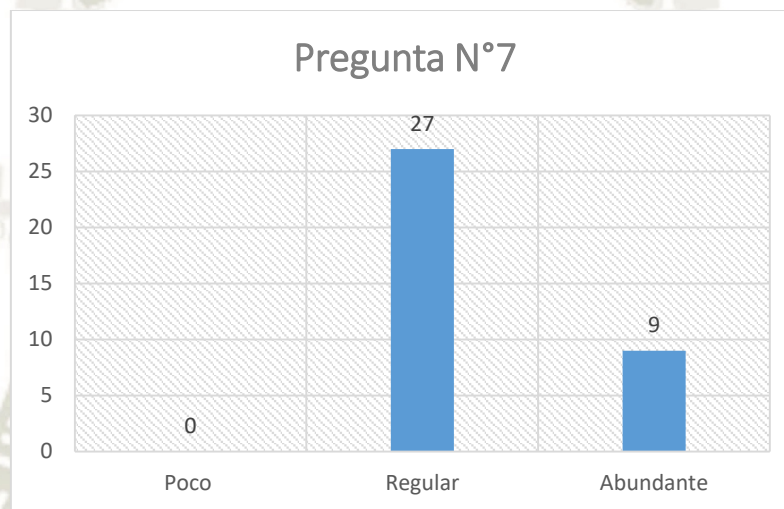
Poco: 0

Regular: 27

Abundante: 09

Figura N° 44

Gráfica de la pregunta N° 7 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 44, al preguntar sobre si cree que la presencia de micro plásticos en las playas es poca, regular o abundante, la respuesta mayoritaria es que hay regular cantidad, con un 27%, abundante con un 9% y poco con 0%. Esto nos indica que la mayoría de personas cree que hay regular cantidad de micro plásticos en las playas.

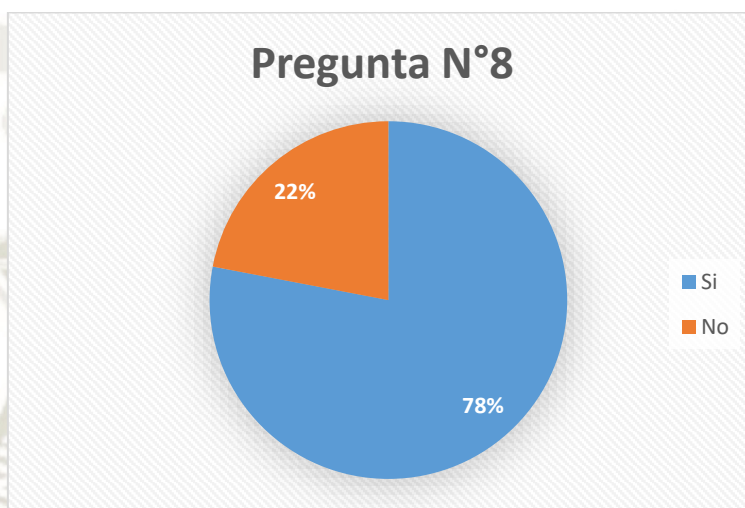
8. ¿Conoce acerca del reciclado de los plásticos?

Si: 11

No: 39

Figura N° 45

Gráfica de la pregunta N° 8 de la Encuesta



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura N° 45, al preguntar sobre si conoce sobre el reciclado de plásticos, la respuesta mayoritaria es que si, con un 78% y un 22% que no, esto nos indica que la mayoría de personas conoce acerca del reciclado de plásticos.

4.5.2. Entrega de Bifolio conteniendo conocimientos acerca de los micro plásticos y los problemas que producen.

Se hizo entrega de un bifolio preparado para dar a conocer a la población presente en las playas acerca de los micro plásticos, los efectos que producen en el mar y en los seres que habitan en estas aguas, ya que originan nuevas vías de contaminación en los hábitats marinos, la presencia de micro plásticos en las playas representa una alerta sobre el impacto de estos fragmentos en la alimentación de especies marinas en la base de la cadena trófica.

Los organismos marinos, en especial los grupos más vulnerables como organismos del zooplancton y larvas de peces, serían los grupos más afectados por la presencia de micro plásticos en la columna de agua.

Usualmente actividades de mitigación como la reutilización, el reciclaje y la reducción del uso de plásticos en las actividades urbanas e industriales, han motivado campañas de educación sobre la problemática de la basura marina en todos los niveles de educación. Por lo que se debe eliminar el uso de plásticos en utensilios domésticos, bolsas de supermercado, botellas de plástico y otros residuos plásticos.

Figura N° 46

Fotografía del reparto de bifolios en playa de Camaná



Fuente: Elaboración propia

4.6. PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL

En función a los resultados presentados líneas arriba, se procederá a la formulación de una propuesta de un plan de sensibilización ambiental, que busca mantener las playas limpias y evitar los efectos que producen los residuos en la fauna marina.

4.6.1. Problemática

En la actualidad existen un gran número de playas ubicadas en el litoral Arequipeño, que no se encuentran saludables para recibir a los veraneantes ya sea por la cantidad de residuos sólidos o por la contaminación de sus aguas. En la temporada de verano las playas de Camaná reciben una gran cantidad de personas, entre ellas: deportistas, comerciantes y veraneantes entre otros, quienes durante su estancia en las playas generan residuos sólidos, los que sin un adecuado manejo terminan en los mares o en las playas.

Además, en la mayoría de estas playas se realizan actividades de pesca artesanal y desembarcaderos, las cuales también generan residuos sólidos que no son manejados adecuadamente en su totalidad.

4.6.2. Objetivos comunicacionales

- Concientizar a los veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores a no dejar sus residuos sólidos en las playas de Camaná.
- Sensibilizar a los/las veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores a separar de manera correcta los residuos sólidos.
- Reducir la contaminación de micro plásticos en las playas de Camaná.
- Realizar jornadas de limpieza de playas y/o fondo marino.

4.6.3. Medición de objetivos

Tabla N° 25

Indicadores de los objetivos



OBJETIVOS	INDICADORES	UNIDAD	RESPONSABLE
Concientizar a los veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores a no dejar sus residuos sólidos en las playas de Camaná.	N° de capacitaciones realizadas sobre residuos sólidos / N° de capacitaciones planificadas de residuos solidos	N° de capacitaciones realizadas sobre residuos solidos	Promotor Líder
Sensibilizar a los/las veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores a separar de manera correcta los residuos sólidos que generen.	N° de sensibilizaciones realizadas / N° de sensibilizaciones planificadas	N° de sensibilizaciones realizadas	Promotor Líder
Reducir la contaminación de micro plásticos en las playas de Camaná.	número de micro plásticos/m2	micro plásticos/m2	Municipalidad de Camaná
Realizar jornadas de limpieza de playas y/o fondo marino	N° de jornadas realizadas/N° de jornadas planificadas	N° de jornadas realizadas	Promotor Líder

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26

Rangos de los indicadores

OBJETIVO 1

INDICADOR	META	PONDERACION	RANGOS		
			VERDE	AMARILLO	ROJO
N° de capacitaciones realizadas sobre residuos sólidos/ N° de capacitaciones planificadas de residuos solidos	100%	100%	>90	$80 \leq x \leq 90$	<90

OBJETIVO 2

INDICADOR	META	PONDERACION	RANGOS		
			VERDE	AMARILLO	ROJO
N° de sensibilizaciones realizadas / N° de sensibilizaciones planificadas	100%	100%	>90	$80 \leq x \leq 90$	<90

OBJETIVO 3

INDICADOR	META	PONDERACION	RANGOS		
			VERDE	AMARILLO	ROJO
número de micro plásticos/m2	100%	100%	>90	$80 \leq x \leq 90$	<90

OBJETIVO 4

INDICADOR	META	PONDERACION	RANGOS		
			Verde	Amarillo	rojo
N° de jornadas realizadas/N° de jornadas planificadas	100%	100%	>90	$80 \leq x \leq 90$	<90

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4. Estrategia de intervención

Para lograr alcanzar los objetivos comunicacionales se prevé la realización de dos tipos de actividades concernientes a la campaña:

- Jornada de limpieza de playas y/o fondo marino
- Jornada de educación y sensibilización ambiental

4.6.5. Público objetivo

Nuestro público objetivo estará conformado por:

- Veraneantes
- Comerciantes de la zona
- Residentes
- Deportistas
- Pescadores

4.6.6. Pasos para implementar la campaña

Esta campaña estará conformada por 6 pasos para su realización: Equipamiento, Capacitación, sensibilización, difusión, jornadas de sensibilización y limpieza y como último paso el reporte de las actividades.

a) Equipamiento

La Municipalidad deberá instalar tachos o contenedores en las playas de Camaná para lograr el almacenamiento diferenciado de los residuos sólidos (reciclables y generales), de este modo se logrará minimizar la contaminación de las playas.

Así mismo los tachos pueden ser cilindros reciclados, contenedores plásticos, tachos de bambú, entre otras opciones. Por otro lado, los tachos/contenedores deberán portar la línea gráfica y

mensajes de la campaña, para que se identifique el tipo de residuos que se pueden colocar en cada contenedor.

Ejemplo de tachos para equipamiento

Cada Municipalidad podrá colocar el tipo de tacho que desee para el almacenamiento diferenciado de los residuos sólidos ya sean reciclables o generales.

Figura N° 47

Ejemplo de tachos para equipamiento



Fuente: Instructivo playas limpias (2019)

Diseño de vinilos para los tachos

Las municipalidades podrán hacer uso de vinilos y colocarlos en los tachos a fin de lograr la correcta separación de residuos sólidos que perjudican las playas de Camaná.

b) Capacitación a promotores y/o voluntarios

La municipalidad seleccionará a un mínimo de 14 promotores ambientales o voluntarios a los que capacitará. Así mismo los promotores ambientales o voluntarios pueden ser convocados a través del Programa Municipal EDUCCA, o programas de voluntariado del

MINAM, o realizando convocatorias a través de las redes sociales del municipio de Camaná.

Contenido de la capacitación

Para las jornadas de limpieza de playas de Camaná la capacitación deberá presentar los siguientes puntos:

- Antecedentes es decir la problemática que se busca tratar.
- Objetivos de la campaña para minimizar la contaminación en las playas de Camaná.
- Información sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos ya sean reciclables o generales.
- Datos generales de la zona que se va a intervenir considerando el lugar, fecha, hora, cantidad de participantes, actores locales, entre otros.
- Determinar la distribución de los participantes en grupos de 5 o más personas, delimitando la zona de acción y la tarea que se va a realizar. Así mismo cada grupo deberá contar con bolsas reusables para residuos reciclables y generales.

En el caso de jornadas de educación y sensibilización ambiental la capacitación deberá contener los siguientes puntos:

- Antecedentes de la problemática que se va a tratar
- Objetivos de la campaña
- Información sobre la campaña y el adecuado manejo de los residuos sólidos.
- Datos generales de la zona a intervenir
- Estrategias e instrumentos para poder sensibilizar al público objetivo.

- Explicar los juegos ambientales y su dinámica de intervención. Los promotores deberán ser distribuidos en grupos de dos por cada juego y los demás deberán ir de familia en familia informando el objetivo de la campaña.

Figura N° 48

Capacitación MINAM



Fuente: Instructivo playas limpias (2019)

Indumentaria promotora/a ambiental

Las indumentarias que poseerán deberán tener relación con la campaña para poder transmitir un mensaje más sólido a las personas ya sea una gorra de la campaña, Mandil, Guantes, Mascarilla, Bloqueador u otros recursos.

Material lúdico ambiental

- Rotafolio
- Juegos

Capacitación a comerciantes y/o restaurantes

La Municipalidad de Camaná deberá realizar reuniones con los comerciantes formalizados y propietarios de restaurantes de los balnearios u otros negocios, a fin de concientizarlos y capacitarlos sobre el manejo diferenciado de los residuos sólidos y la importancia de la reducción del consumo de plásticos de un solo uso (cañitas, tecnopor y bolsas plásticas).

La capacitación debe ser realizada por funcionarios municipales con el apoyo de promotores ambientales previamente capacitados y conocedores del tema.

Contenido de la capacitación

La capacitación que se dará al público deberá contener los siguientes puntos:

- Antecedentes del problema
- Objetivos de la campaña que se va a realizar
- Información breve sobre la campaña Playas Limpias
- Manejo adecuado de los residuos sólidos

c) Sensibilización

Sensibilización a residentes

La Municipalidad de Camaná deberá realizar reuniones con las juntas de residentes a fin de concientizarlos sobre el manejo diferenciado de los residuos sólidos y la importancia de la reducción de plásticos en un solo uso que se le da. Así mismo la sensibilización debe ser realizada por funcionarios municipales con el apoyo de promotores ambientales previamente capacitados y conocedores del tema que se va a tratar.

Por otro lado, la campaña de sensibilización deberá considerar los siguientes puntos:

- Antecedentes (problemática)
- Objetivos de la campaña
- Información sobre la Campaña con el fin de incentivar al residente a la reducción del plástico de un solo uso.
- Manejo adecuado de los residuos sólidos dentro de las viviendas realizando la separación de los residuos sólidos de manera adecuada.

Sensibilización a Pescadores

La campaña de sensibilización deberá contener:

- Antecedentes (problemática)
- Objetivos de la campaña
- Información sobre la Campaña a fin de motivar al pescador a la reducción del plástico de un solo uso
- Manejo adecuado de los residuos sólidos en sus jornadas de pesca

Sensibilización a asociaciones deportivas

La campaña de sensibilización para las asociaciones deportivas deberá contener:

- Antecedentes (problemática)
- Objetivos de la campaña
- Información sobre la Campaña a fin de motivar a los deportistas a la reducción del plástico de un solo uso.
- Manejo adecuado de los residuos sólidos que se puedan generar como parte de sus actividades deportivas.

d) Difusión

Difusión permanente

Se difundirá información mediante distintos medios como posters, banners, carteles a fin de que estos queden permanentemente en la playa para reforzar los mensajes a los veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores, ya que de esta manera se lograra comunicar y concientizar del objetivo social de esta campaña en las playas de Camaná.

Difusión web

Se propagaran los mensajes de invitación e información sobre las jornadas a través de las redes sociales u otros medios con los que la Municipalidad cuente para poder llegar a más personas.

e) Jornadas

Jornada de información y sensibilización a veraneantes:

La Municipalidad con apoyo de promotores ambientales y voluntarios sensibilizarán a los veraneantes sobre la correcta separación de sus residuos sólidos y la importancia de conservar las playas limpias.

Estas actividades de sensibilización se deben realizar utilizando el material y los juegos lúdicos de tal modo que la campaña sea más dinámica y logre mayor presencia en la conciencia de las personas.

Jornada de limpieza de playas

El día de la activación, la Municipalidad encargada facilitará los mandiles, gorros y demás indumentaria a los promotores para realizar una limpieza responsable y segura. Asimismo, la Municipalidad liderará las jornadas de limpieza de playas, en coordinación con diversos actores locales como: voluntarios/as, organizaciones civiles, juntas vecinales, comerciantes, autoridades locales, entre otros.

Los residuos reciclables serán manejados por los recicladores formalizados de la Municipalidad. La disposición final de los residuos sólidos no reciclables estará a cargo de la Municipalidad en un relleno sanitario autorizado, ya que serán ellos con ayuda de promotores quienes harán lo posible por que esta campaña sea realizada de manera eficiente.

f) Reporte

La municipalidad deberá enviar una ficha de reporte al MINAM, vía correo electrónico o a través de mesa de partes en un plazo de 5 días hábiles de realizada la actividad. En la cual se adjuntarán fotos de las capacitaciones y activación.

4.6.7. Cronograma de Actividades

El programa de sensibilización ambiental tiene una duración de 3 meses, esto debido a que las actividades de sensibilización, difusión y jornadas, se pretenden realizar en los meses donde las playas reciben mayor cantidad de personas (enero y febrero), con el fin de concientizar a más personas y a su vez supervisar que estos desechen sus desperdicios en los lugares establecidos y así evitar la contaminación de las playas.

Cabe destacar que los promotores y voluntarios cumplirán con todos los protocolos para evitar la propagación del covid-19.

Tabla N° 25

Cronograma de actividades

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		Equipamiento	15 días	mar 1/12/20	jue 24/12/20
2		Compra de tachos y/o contenedores	3 días	mar 1/12/20	vie 4/12/20
3		Rotulado de tachos	2 días	vie 4/12/20	mar 8/12/20
4		Instalacion de tachos y/o contenedores en playas	2 sem.	mar 8/12/20	jue 24/12/20
5		Capacitacion	20.5 días	vie 4/12/20	mié 6/01/21
6		Capacitacion a promotores y voluntarios	15 días	vie 4/12/20	mar 29/12/20
7		Lanzamiento de convocatoria	1 sem	vie 4/12/20	lun 14/12/20
8		Recepcion de CV	3 días	lun 14/12/20	jue 17/12/20
9		Entrevistas	3 días	jue 17/12/20	mié 23/12/20
10		Selección de personal	3 días	mié 23/12/20	lun 28/12/20
11		Capacitacion	8 horas	lun 28/12/20	mar 29/12/20
12		Capacitacion a comerciantes y restaurantes	5.5 días	mar 29/12/20	mié 6/01/21
13		Citacion	1 sem	mar 29/12/20	mié 6/01/21
14		Capacitacion	4 horas	mié 6/01/21	mié 6/01/21
15		Sensibilizacion	10.5 días	mié 6/01/21	vie 22/01/21
16		Sensibilizacion a residentes	2 sem.	mié 6/01/21	jue 21/01/21
17		Sensibilizacion a pescadores	4 horas	jue 21/01/21	vie 22/01/21
18		Sensibilizacion a asociaciones deportivas	4 horas	mié 6/01/21	mié 6/01/21
19		Difusion	15 días	mié 6/01/21	vie 29/01/21
20		Difusion permanente	3 sem.	mié 6/01/21	vie 29/01/21
21		Difusion web	2 sem.	mié 6/01/21	jue 21/01/21
22		Jornadas	20 días	jue 21/01/21	mar 23/02/21
23		Jornadas de informacion y sensibilizacion	2 sem.	jue 21/01/21	vie 5/02/21
24		Jornada de limpieza de playas	2 sem.	lun 8/02/21	mar 23/02/21
25		Reporte	2 días	mar 23/02/21	jue 25/02/21

Fuente: Elaboración Propia

4.6.8. Plan de acción

En la tabla N° 26 se muestra las iniciativas a realizar por cada actividad, las metas propuestas por cada una de ellas y asimismo se detallan los responsables



Tabla N° 26

Plan de acción

ACTIVIDAD	METAS	INICIATIVAS	RESPONSABLE
Equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> Mantener las playas limpias Separación correcta de residuos solidos 	Compra de tachos y/o contenedores	Área de Logística de la Municipalidad
		Rotulado de tachos	
		Instalación de tachos y/o contenedores en playa	
Capacitación a promotores y voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar personal idóneo. Brindar una correcta capacitación acerca de las tareas a realizar. 	Lanzamiento de convocatoria	Área de Recursos Humanos de la Municipalidad
		Recepción de CV	
		Entrevistas	
		Selección de personal	
Capacitación a comerciantes y restaurantes	<ul style="list-style-type: none"> Informar acerca de los efectos negativos de los plásticos en el ambiente. Crear una cultura ambiental. 	Citación	Funcionario Municipal
		Capacitación	
Sensibilización	<ul style="list-style-type: none"> Crear una cultura ambiental. Concientizar a la población acerca de la importancia del cuidado del medio ambiente. 	Sensibilización a residentes	Promotor Líder
		Sensibilización a pescadores	
		Sensibilización a asociaciones deportivas	
Difusión	<ul style="list-style-type: none"> Concientizar a la mayor cantidad de pobladores 	Difusión permanente	Área de marketing y/o publicidad de la Municipalidad
		Difusión web	
Jornadas	<ul style="list-style-type: none"> Concientizar a los pobladores para mantener las playas limpias. 	Jornadas de información y sensibilización	Promotor Líder
		Jornada de limpieza de playas	
Reporte	<ul style="list-style-type: none"> Conocer el impacto del programa. 	Reporte	Área Administrativa de la Municipalidad

Fuente: Elaboración Propia

4.6.9. Presupuesto

Para la realización del programa de sensibilización ambiental, que tiene una duración de 3 meses se estima una inversión total de 32,980.00 soles, los cuales se verán reflejados en la disminución de basuras en las playas, pues este programa concientizara a la población a depositar sus residuos en los contenedores colocados y a tener una mayor cultura de cuidado ambiental.

Tabla N° 27
Presupuesto

ACTIVIDADES	UNID	PU	TOTAL
Compra de tachos y/o contenedores	135	S/50.00	S/6,750.00
Rotulado de tachos	135	S/12.00	S/1,620.00
Instalación de tachos y/o contenedores en playa	135	S/8.00	S/1,080.00
Capacitación a promotores y voluntarios	2	S/1,000.00	S/2,000.00
Capacitación a comerciantes y restaurantes	1	S/1,000.00	S/1,000.00
Sensibilización	14	S/465.00	S/6,510.00
Difusión (banners, carteles, etc.)	1	S/1,000.00	S/1,000.00
Jornadas	14	S/930.00	S/13,020.00
			S/32,980.00

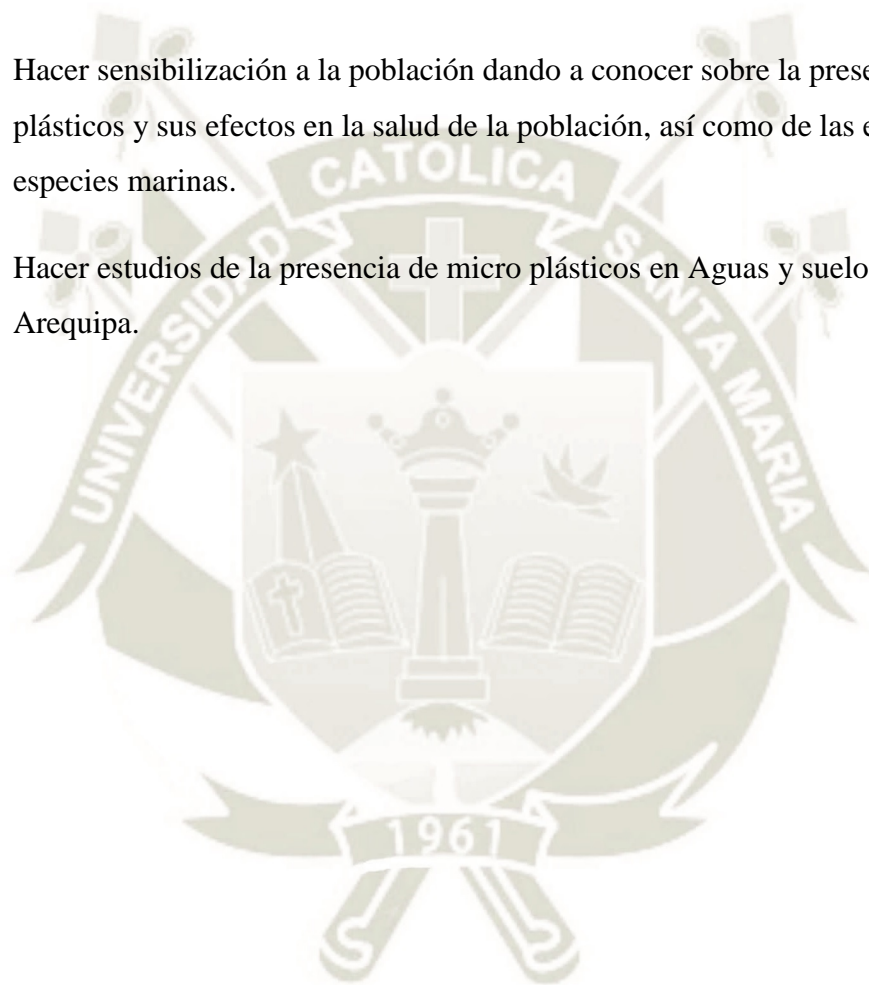
Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

1. La playa que tiene mayor número de micro plástico luego La playa La Miel, donde hay mayor número de micro plásticos/m²: 1382, le sigue La Playuela con 599 micro plásticos/m², luego La Punta con 235 micro plásticos/m² y el menor número de micro plásticos/m² es en Las Gaviotas con: 17 micro plásticos/m². La causa es por la ubicación geográfica de la playa La Miel que es en una bahía.
2. Se determinó la composición química de los micro plásticos encontrados por FTIR, se tomaron como referencia cinco muestras de plástico de composición conocida: polipropileno (PP), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET), cloruro de polivinilo (PVC) y poli estireno (PS), luego de hacer los espectros se encontró que la mayoría eran de tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC), encontrándose también: Poli estireno (PS),
3. Se realizó una encuesta a la población de las playas, para conocer acerca del conocimiento que tienen los pobladores sobre de los micro plásticos estos respondieron en un 80% que no han escuchado hablar sobre los micro plásticos, indicando que el tema es poco conocido. Al preguntar si han notado la presencia de micro plásticos en las playas, la respuesta es en un 80% que no, esto nos indica que la mayoría de personas desconoce sobre el tema, indicando que no han observado micro plásticos en las playas.
4. Se propuso un programa de sensibilización ambiental, conformada por 6 etapas, el cual tiene como fin concientizar a los veraneantes, residentes, comerciantes de la zona, deportistas y pescadores sobre el efecto que los residuos sólidos causan en el mar y en la flora y fauna marina
5. El presupuesto estimado para el para el programa de sensibilización Ambiental es de S/. 32,980.00 soles.

RECOMENDACIONES

1. Seguir estudiando la presencia de micro plásticos en otras playas de la Región Arequipa, con el fin de completar el estudio.
2. Dar a conocer a la población sobre el problema que se produce por el uso indiscriminado de plásticos, debiendo educar acerca de la reducción, reciclado y reusó en los residuos sólidos.
3. Hacer sensibilización a la población dando a conocer sobre la presencia de micro plásticos y sus efectos en la salud de la población, así como de las especies de las especies marinas.
4. Hacer estudios de la presencia de micro plásticos en Aguas y suelos de la Región Arequipa.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, I. (2014). “Caracterización de micro plásticos primarios en el ambiente marino de una playa urbana en Cartagena de Indias. Universidad de Cartagena”. Colombia.
2. Alesmar, L., Rendón, N., Korody, M. (2008). “Influencia del Polietileno de Alta Densidad (PEAD) usado como adición en el mortero de cemento”. Revista de la Construcción. Chile.
3. Ambientum. (2000). Reciclado de envases Polietileno tereftalato (PET).
4. Andradý Anthony. (2011). “Microplastics in the marine environment”. Marine Pollution Bulletin 62.
5. Bakir, A., Rowland, S., & Thompson, R. (2014). “Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. Estuarine, Coastal and Science”. Oldenburgo. Alemania.
6. Browmer, T., & kershaw, P. (2010). “Proceedings of the GESAMP International Workshop on Microplastic particles as a vector in transporting persistent, bio accumulating and toxic substances in the ocean”. Paris: GESAMP Reports and Studies. Francia.
7. Browne, M., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). “Microplastic- An emerging contaminant of potencial concern”. Integrated Environmental Assessment and Management. Oldenburgo. Alemania.
8. Browne, M., Galloway, T., & Thompson, R. (2010). “Spatial Patterns of Plastic Debris along Estuarine Shorelines”. Environmental Science Technology. Oldenburgo. Alemania.
9. Cabrera Daniel. “Determinación de la presencia de micro plásticos en playas de Tenerife”. España.
10. Charles Moore. (2011). “Océanos de Plástico”. Chile.

11. Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. (2011). "Microplastics as contaminants in the marine environment". A review. *Marine Pollution Bulletin*. Oldenburgo. Alemania.
12. Collignon et al. (2012). "Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea". Oldenburgo. Alemania.
13. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). (2007). "Basura Marina en el Pacífico Sudeste: una revisión del problema". Guayaquil. Ecuador.
14. CONAMA. (2016). "Documento del Grupo de Trabajo de Conama: Basuras Marinas". España.
15. Correa D., Tam J., Pasapera J., Saavedra M., Ingunza A. (2011). "Modelado de la circulación marina y descargas hipotéticas en la bahía del Callao, Perú. Instituto del Mar de Perú".
16. Derraik, J. (2002). "La contaminación del medio marino por los desechos plásticos". *Boletín de contaminación marina*. Greenpeace Ámsterdam.
17. Ecologistas en Acción (2000). *Ecologismo Social*. España.
18. Ecologistas en Acción (2017). *Basuras marinas, plásticos y micro plásticos*. España.
19. Eriksen et al. (2014). "Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea".
20. Estrada Juan. (2007). "Características granulométricas y geoquímicas de arena de playa de Tecolutra, Veracruz, México: implicaciones de procedencia y ambientes sedimentarios de depósito". México.
21. Gary Greenberg. (2011). "Granos de arena bajo el microscopio". España.
22. Gouin et al. (2015). "Use of micro-plastic beads in cosmetic products in Europe and their estimated emissions to the North Sea environment". Noruega.

23. Gouin T., N. Roche, R. Lohmann, G. Hodges. (2011). “A thermodynamic approach for assessing the environmental exposure of chemicals absorbed to microplastic. Environmental Science & Technology.
24. Grupo de Ingeniería de Materiales. (2015). “Análisis de micro plásticos y contaminantes orgánicos en mares y océanos del mundo”. Barcelona.
25. Gutiérrez R. (2017). “Estudio de cuantificación de fuentes de micro plásticos”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. España.
26. Hachi, J. y Rodríguez, J. (2010). “Estudio de Factibilidad para el Reciclaje de Envases Plásticos de Polietileno Tereftalato (PET) en la ciudad de Guayaquil”. Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. Ecuador.
27. Hasan C., Anil G., Mustafa E. y Halit F. (2009). “Basura marina: Composición en las costas del Mar Egeo Oriental”. Turquía.
28. Hidalgo-Ruz Valeria, Daniela Honorato, Magdalena Gatta & Martin Thiel. (2012). “Tercer muestreo Nacional de Basura en Playas de Chile”. Chile.
29. Higiene Ambiental. (2019). “Los micro plásticos, un nuevo contaminante de la cadena alimentaria”. España.
30. Hoechst. (1997). “Enciclopedia del plástico”. Instituto Mexicano del Plástico Industrial. México.
31. IMARPE. (2015). Ministerio del Ambiente Perú. ¿Qué son los micro plásticos? Perú.
32. IMARPE. (2018). “Presencia de micro plásticos en las zonas costeras de Perú”. Lima- Perú.
33. Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (2000). “La Enciclopedia del plástico”. México.
34. Izaskun, Z. (2010). “Protocolo para evaluar y cuantificar la ingestión de plásticos por arao común (*Uria aalga*)”. Azti Tecnalia. España.

35. Ley 26856 (1997). Declaran que las playas del litoral son bienes de uso público, inalienables e imprescriptibles y establecen zona de dominio restringido.

36. Luis, A.; Rendón N.; Korody M. (2008). “Diseños de Mezcla de Tereftalato de Polietileno (PET) – Cemento”. Revista de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Venezuela.

37. Marcus E., Sherri M., Wilson S., Box C., Zellers A., Edwards W., Farley H., Amato S. (2016). “Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes” Los Angeles.

38. MINAM. (2016). “Problema de la Basura marina en el Perú”. Perú.

39. MINAM. (2016) ¿Qué son los micro plásticos y cómo afectan nuestros alimentos? Perú.

40. Morales, M. (2014). “Introducción a la ciencia y tecnología de los plásticos”. Editorial Trillas. México.

41. Nature Geociencias. (2010).Universidad complutense de Madrid. España.

42. Parlamento Europeo. (2018). “Micro plásticos: causas, efectos y soluciones”. Estrasburgo.

43. Penchaszadeh P. y Brögger M. (2006) “Biología Marina”. Buenos Aires. Argentina. ISBN: 9789502314648.

44. Pérez J. y Gardey A. (2015). “Arena”. Puerto Rico.

45. Piñon Martines Nelson. (2004) “Apuntes de Geología”. México.

46. Purca S., Henostroza A. (2017). “Presencia de micro plásticos en cuatro playas arenosas de Perú”. Perú.

47. Redacción Gestión. (2018). Contaminación por micro plásticos en el litoral peruano aún es baja, asegura Imarpe. *Gestión*, pp. 21-22.

48. Retama I., Jonathan M., Shruti V., Velumani S., Priyadarsi D., & Rodríguez E. (2016). "Microplastics in tourist beaches of Huatulco Bay, Pacific coast of southern Mexico". *Marine Pollution Bulletin*. 113, 530-535.
49. Ríos, D. (2017). "Caracterización de los micro plásticos e identificación de su origen, en el balneario Costa Azul, Ventanilla-Callao". Lima, Perú.
50. Rochman Chelsea et al. (2013). "Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress". *PubMed*. California. USA.
51. Rojo, N. E., & Montoto, T. (2017). "Basuras marinas y micro plásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global". España.
52. Rojo-Nieto E. y Montoto T. (2017). "Basuras marinas, plásticos y micro plásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global". Editorial Ecologistas en Acción. España.
53. Sánchez Lirio. (2018). "Evaluación de la presencia de micro plásticos en peces comerciales, agua y sedimento del estuario de Tecolutla, Veracruz". Universidad Autónoma Metropolitana. México.
54. Sequeira, J. E. (1976) "Temas sobre materiales de construcción". Editorial Pueblo y Educación. La Habana- Cuba.
55. Sharma, R. y Pal, P. (2015). Use of different forms of waste plastic in concrete – a review. *Journal of Cleaner Production*.
56. Theodoris Marina (2003). "Mass of a Grain of Sand". *The Physics Factbook*. USA.
57. Thompson et al. (2009). "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments". Oldenburgo. Alemania.
58. Tintoré, B. (2016). "Abundancia y distribución de micro plásticos y posibles impactos sobre el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en las costas del Garraf". Universidad Santo Thomas. Barcelona- España.

59. Velasco D. (2014). “Arenas: origen, características, usos y aplicaciones”.
Ecuador.



ANEXO N° 1: ENCUESTA

MICROPLASTICOS EN LAS PLAYAS DE CAMANA

Nombre: (Opcional)

Sexo: F:

M:

Edad:

Preguntas

Marcar con una X la opción escogida

1. ¿En las playas que ha visitado, observa basura?

Sí

No

2. ¿Recoge su basura cuando va a una playa?

Sí

No

3. ¿Ha escuchado hablar sobre los plásticos?

Sí

No

4. ¿Ha escuchado hablar sobre los micro plásticos?

Sí

No

5. ¿Ha visto micro plásticos en las playas?

Sí

No

6. ¿Cree usted que es poco o muy abundante los micro plásticos en las playas de Camaná?

Poco

Mucho

7. ¿Conoce acerca del reciclado de los plásticos?

Sí

No

ANEXO N° 2: BIFOLIO



MICROPLÁSTICOS EN LAS PLAYAS DE CAMANA



Micro plásticos

Son partículas plásticas menores a cinco milímetros. Podemos hablar incluso hasta de nanómetros, mil o un millón de veces más pequeños que el grosor de un cabello. Según su origen, se pueden clasificar en primarios y secundarios. Los primarios derivan de productos sintéticos como pastas dentales o bronceadores, pero principalmente de cosméticos. Los secundarios son partículas que se fragmentan debido a la erosión o degradación de materiales plásticos como el tecnopor o bolsas biodegradables.

Los microorganismos del mar (zooplancton) ingieren estos polímeros plásticos, pues no saben diferenciar entre partículas de nutrientes y partículas sintéticas. Todo este material queda atrapado en su tracto digestivo y hace que se sientan saciados, pero no los alimenta. Finalmente, mueren por inanición.

A su vez, los peces consumen el zooplancton contaminado y de esta manera el plástico va subiendo por la cadena alimenticia hasta llegar al hombre.



EL MAR SE AHOGA SALVEMOSLO, NO CONTAMINEMOS LAS PLAYAS



RECOJAMOS NUESTRA BASURA



Los extraterrestres van a la playa a conocer la basura pequeña...

¿Qué son estas pequeñas bolitas junto a la basura?

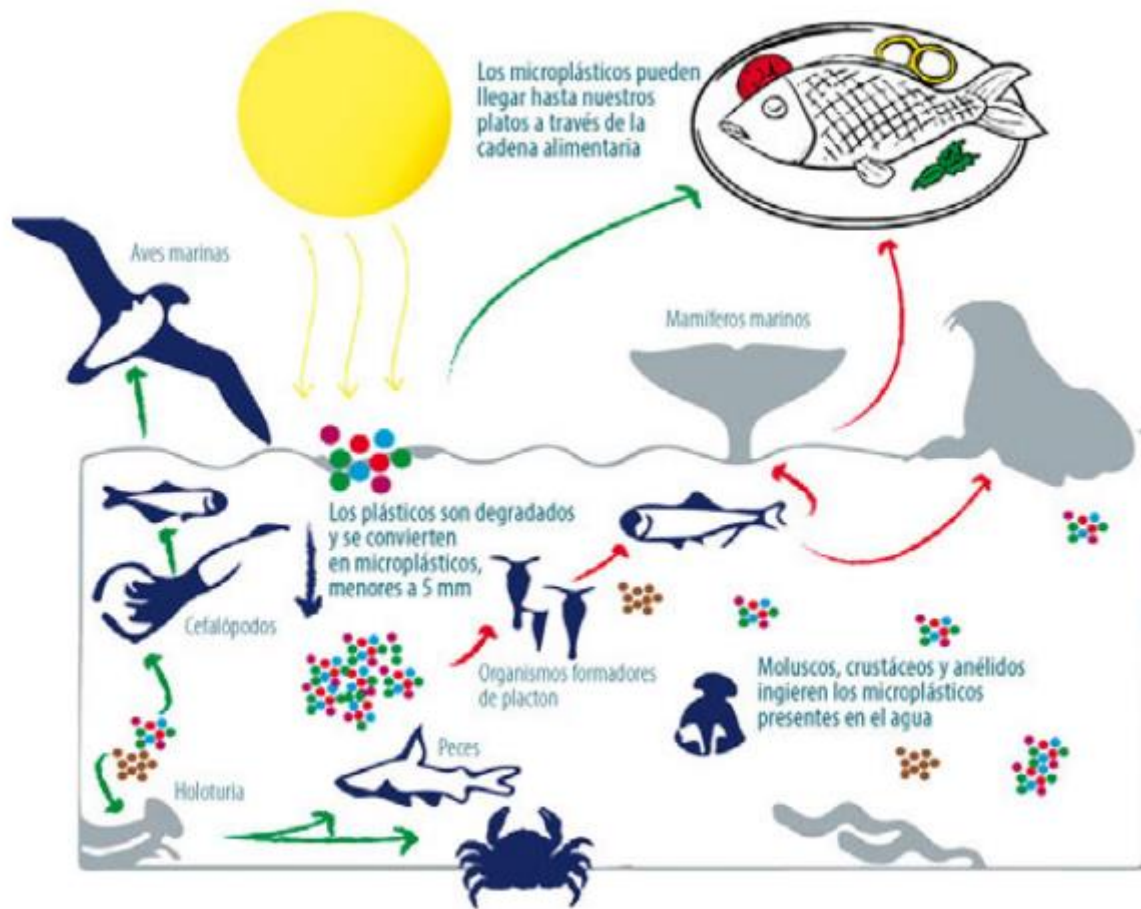
En la computadora dice... micro... ¡microplásticos!

Los Científicos de la Basura dicen que los plásticos de gran tamaño se fragmentan en pequeños pedazos, al ser expuestos al sol, la arena y el agua. También pueden ser pequeñas bolitas o pellets plásticos, que es la materia prima para otros plásticos

¿Kontzi-Ku? ¿y cómo se forma estos microplásticos?

The infographic features two green alien characters with antennae and question marks on their heads. They are positioned on a beach littered with trash. Several circular callouts provide visual examples: one shows a pile of colorful plastic debris next to a ruler; another shows small black and white plastic pellets; a third shows two children in school uniforms looking at a tablet displaying a map; a fourth shows a fish on a wooden board with small plastic fragments on the sand; and a fifth shows a diagram of a plastic bottle being broken down into smaller pieces by sunlight and water. A central text box explains the scientific process of fragmentation.

Las rutas de los microplásticos en la cadena trófica



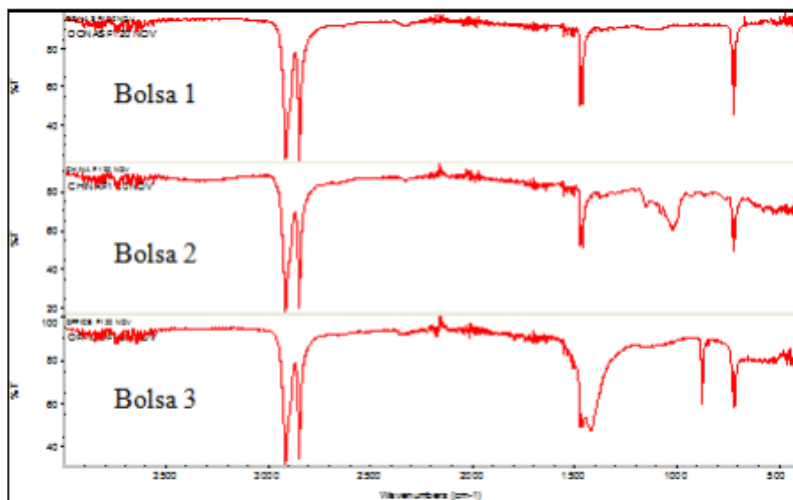
La ingestión de microplásticos por los eslabones inferiores de la cadena trófica, como el fitoplancton o el zooplancton, puede ser una ruta de incorporación de éstos a niveles superiores a través de presas previamente contaminadas por estos elementos.

Fuente: elaboración propia (Beatriz Hernández Pino).



FTIR Polietileno

Gráficas de los espectros por reflexión de la semana 0



Discusión IR:

Por ejemplo el estiramiento C-H ocurre alrededor de 2950 cm^{-1} , pueden verse las diferencias entre el PE y el PP, debido a diferencias vibracionales del CH_2 y CH_3 , así mismo, el PS tiene bandas alrededor de los 3000 cm^{-1} indicando con ello la presencia de grupos aromáticos. Los espectros obtenidos mediante análisis FTIR de partículas vírgenes de PE, muestran tres picos con números de onda de 722 , 1490 y 3000 cm^{-1} , que son diferentes formas de la unión entre el carbono y el hidrógeno. Para los pellets erosionados se observan dos nuevos picos de absorción: 1734 cm^{-1} correspondiente al éster carbonil ($-\text{COO}-$) y 1715 cm^{-1} al grupo cetona. La presencia de estos picos, además de un incremento en la transmitancia, al disminuir la intensidad del color del pellet, confirman

el hecho de que un incremento en la coloración amarilla del pellet, está relacionado con una estadía prolongada en el medio marino (Fotopoulou y Karapanagioti, 2012). Estos dos picos múltiples veces observados en muestras de PE, en varios estudios, se relacionan con la adición de oxígeno en la matriz del polímero y la formación de grupos éster y cetona, los principales factores que contribuyen a la formación de estos grupos funcionales incluyen la radiación solar y la presencia de oxígeno en el aire y agua. El Polietileno (PE: $— [CH_2-CH_2]_n—$) presenta bandas de absorción distintas para los grupos CH y CH₂. Por lo tanto, picos con números de ondas 2850–2960 cm⁻¹, 1450–1470 cm⁻¹ y 720–730 cm⁻¹, deben estar presentes para una identificación positiva. El polipropileno $— [CH_2-CH]_n—$ presenta bandas de absorción para el CH, CH₂ y CH₃, por lo tanto, picos alrededor de los números de onda 2850–2960 cm⁻¹, 1450–1470 cm⁻¹ y 1360–1380 deben estar presentes, generalmente las bandas entre 700 and 770 cm⁻¹ son debidas al balanceo de los grupos CH₂. A diferencia del polietileno, el polipropileno cristalino y amorfo no muestra absorción en esta región. De ahí que la presencia de picos en esta región, sirve para diferenciar entre PE y PP. 41 Para el PP, la banda de absorción a los 1380 cm⁻¹ es presumiblemente debida al modo de balanceo del grupo metilo, mezclados con las vibraciones de los grupos CH₂ y CH. Además, absorción a los 1380 cm⁻¹ debido a las vibraciones del grupo metil es característica del PP (Corcoran et al., 2009).