

Determination of Microplastics in Sediments of the Mashcón River, Cajamarca - Perú 2023

Pedro I. Peña-Velasquez¹; Gladys S. Licapa-Redolfo²

¹Ingeniería Ambiental, Universidad Privada Del Norte, Perú. N00122819@upn.pe

²Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Del Norte, Perú. gladys.licapa@upn.edu.pe

*Abstract– The fundamental purpose of this research is to evaluate the amount of microplastics found in the sediments of the Mashcón River. For this, a methodology based on the difference in densities was implemented using calcium chloride solution (CaCl₂) as a microplastic separation agent. , for this, 13 sampling stations were identified (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12 and E13), for physical analysis, resulting in the stations with the greatest amount of microplastics E6 with 23MPs, E7 with 23MPs, E8 with 29MPs and E12 with 23MP, finding a total of 216 microplastics in the 13 m² * 20 cm depth of the study area, according to standardized procedures and the predominant color applied found was blue and transparent, according to its size classification Imm-5mm. Based on the findings and analyzes carried out, it can be concluded that the Mashcón River is contaminated by microplastics. This presence represents a silent threat to the life of this important river, highlighting the urgent need to address and mitigate the effects of microplastic pollution in this aquatic ecosystem.*

Keywords-- Separation by density, calcium chloride, plastics, microplastics.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Determinación de Microplásticos en Sedimentos del Río Mashcón, Cajamarca - Perú 2023

Pedro I. Peña-Velasquez¹; Gladys S. Licapa-Redolfo²

¹Ingeniería Ambiental, Universidad Privada Del Norte, Perú. N00122819@upn.pe

²Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Del Norte, Perú. gladys.licapa@upn.edu.pe

Resumen – El propósito fundamental de esta investigación es evaluar la cantidad de microplásticos que se encuentran en los sedimentos del río Mashcón, para ello se implementó una metodología basada en la diferencia de densidades utilizando solución de cloruro de calcio (CaCl_2), como agente de separación de microplásticos, para ello se identificaron 13 estaciones de muestreo (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12 Y E13), para el análisis físicos teniendo como resultados las estaciones con mayor cantidad de microplásticos la E6 con 23MPs, E7 con 23MPs, E8 con 29MPs y E12 con 23MP, hallándose un total de 216 microplásticos en los 13 m² * 20 cm de profundidad de área de estudio, según los procedimientos estandarizados y aplicados el color predominante encontrado fue el azul y transparente, según su clasificación de tamaño 1mm-5mm. En virtud de los hallazgos y análisis realizados, se puede concluir que el río Mashcón se encuentra contaminado por microplásticos. Esta presencia representa una amenaza silenciosa para la vida de este importante río, destacando la necesidad urgente de abordar y mitigar los efectos de la contaminación por microplásticos en este ecosistema acuático.

Palabras clave-- Separación por densidad, cloruro de calcio, plásticos, microplásticos.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, uno de los temas que genera alarma es la situación ambiental crítica a nivel mundial, particularmente en lo que concierne a la cantidad y calidad del agua de los ríos es debido a la presencia de microplásticos. La contaminación en ríos y mares ha aumentado, afectando la salud humana y la vida acuática, esto a causa de varios factores.

La investigación sobre la presencia de microplásticos (MP) en los alimentos de origen marino también es preocupante. La creciente presencia de microplásticos en la cadena alimentaria es una preocupación significativa, y resulta crucial adoptar medidas para disminuir la cantidad de plástico que se introduce en el entorno [1], mediante entrevista a Gaibor (2021), menciona que los microplásticos se definen como cualquier residuo que resulte de la descomposición de artículos sintéticos y moldeables. El descubrimiento de microplásticos en la leche materna es preocupante, según un análisis donde se descubrieron pequeños plásticos en el 75% del total de muestras de 34 madres sanas una semana después de dar a luz [2], por otro lado, estudios sugieren que las bolsas de té pueden liberar microplásticos y nano plásticos en el agua caliente. Sin

embargo, aún no está claro cuál es el impacto que puede tener el consumo de estas sustancias en la salud humana [3].

Por tanto, estas pequeñas partículas se vuelven aún más peligrosas cuando se descomponen y las consecuencias se vuelven preocupantes. Es muy difícil limpiar completamente el océano de microplásticos debido a la forma en que se fragmentan y se distribuyen en el agua. Además, debido a su diminuto tamaño, los microplásticos pueden ser consumidos por la fauna marina y llegar a lugares de difícil acceso. No obstante, hay medidas que se pueden implementar para disminuir la cantidad de microplásticos que llegan al océano [1].

El aumento de la sociedad es uno de los factores que contribuyen a esta problemática ambiental. En 2018, la Agencia Efe y BBVA, eligió la palabra "microplásticos" como palabra del año, destacando la relevancia creciente de este término en la conciencia pública [4]. por tanto, es esencial mostrar que este concepto abarca más allá de la visión de las diversas organizaciones comprometidas en tomar medidas sobre problemas vinculados con la contaminación ambiental [5].

Perú produce aproximadamente 8 millones de toneladas de desechos al año, y el 46% de los desechos sólidos presentes en nuestras playas son de naturaleza plástica. La mayoría de este plástico no se descompone en el entorno marino y puede persistir durante cientos o millas de años. La presencia de desechos marinos afecta negativamente a alrededor de 600 especies que habitan en este entorno [6]. A partir del 20 de diciembre de 2018, comenzó a regir la Ley N° 30884 en Perú, la cual regula el uso de plásticos de un solo uso y los recipientes o envases descartables, esta normativa impone restricciones escalonadas en el uso de plásticos de un solo uso y en la utilización de envases desechables de Tecnopor [7].

La presencia de micro plásticos se ha detectado en la arena de las playas, en la cavidad estomacal de los animales, en la sal marina de consumo habitual e incluso en el agua. Este hallazgo ha llevado a la implementación de medidas destinadas a reducir el consumo de plásticos de un solo uso, que son en gran medida responsables de este problema ambiental [8].

Se detectó la presencia de microplásticos en dos tipos de moluscos en Perú: *Choromytilus chorus* y *Aulacomya atra*. Esta evaluación se llevó a cabo mediante el análisis de moluscos adquiridos en el Terminal Pesquero de Ancón, ubicado en Lima [9].

A pesar de que hoy en día existen problemas medioambientales muy importantes y comentados en los

medios de comunicación como es el problema de los microplásticos, a veces parece que no hay mucho que podamos hacer para solucionarlos. Es fundamental destacar que existe una carencia de investigaciones sobre la influencia de los microplásticos en los sedimentos de aguas dulces. La comprensión específica de su presencia y efectos en entornos de agua dulce aún está relativamente poco explorada. Por esta razón, es sumamente importante entender que, en muchos casos, los humanos tenemos el poder de cambiar el curso de los acontecimientos que ocurren todos los días en nuestro mundo. Por lo tanto, es importante que reconozcamos nuestra capacidad para proteger y conservar este precioso recurso [10].

La región de Cajamarca produce 390 toneladas de residuos sólidos, aproximadamente la mitad de esa cantidad producida en la capital de la provincia, en términos promedio, cada habitante contribuye con 500 gramos de residuos, que comprenden bolsas de plástico, cartones, envases y materia orgánica que es un indicador de contaminación orgánica y biológica [11], además en la investigación destaca la importancia de abordar la problemática de la contaminación en la cuenca del río Mashcón [12], La presencia de microplásticos (MPs) representa una "amenaza silenciosa" que podría perturbar el equilibrio ambiental y la salud de los organismos vivos. Organizaciones como Greenpeace han estado advirtiendo durante mucho tiempo sobre estos compuestos [13].

Por ello, la presente investigación busca evaluar la cantidad y características de microplásticos en los sedimentos del río Mashcón, así mismo la cantidad como las concentraciones según su tamaño y color aplicando una disolución de cloruro de calcio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación

El estudio se realizó a lo largo del río Mashcón, seleccionando 13 estaciones de muestreo en 21 Km, recorriendo de Este a Oeste los cuales se muestran en la tabla 9. localizado en la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca, en la región homónima del Perú. Altimétricamente, el punto más alto se ubica en la cota 4250 msnm, mientras que el más bajo se encuentra en la cota 2500 msnm se muestra en la fig. 1.

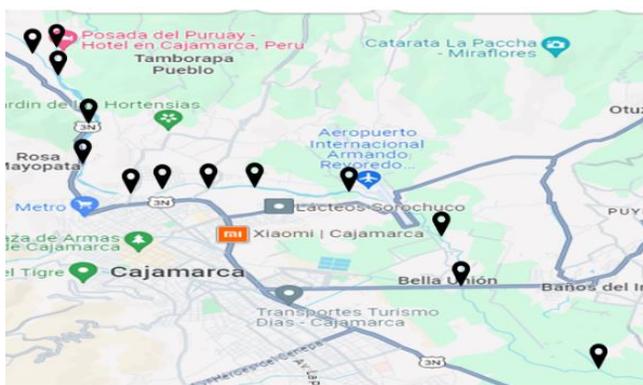


Fig. 1. localización de las estaciones de muestra

B. Tipo de investigación

El enfoque de la investigación mixto y de alcance descriptivo, se centra en explicar los aspectos observables y susceptibles del fenómeno de estudio [14]. Mediante este estudio se busca revelar la concentración de micro plásticos en los sedimentos del río Mashcón.

C. Procedimiento de muestreo

Se recolectó sedimentos en diferentes frascos de muestras esterilizados con instrumentos apropiados. Las muestras fueron recolectadas a lo largo del río Mashcón y se seleccionó 13 estaciones ubicadas estratégicamente (tabla 1), en cada muestreo se extrajo 5 kilogramos de sedimento (figura 3a), para garantizar la uniformidad en la recolección de muestras y evitar obstáculos físicos durante el proceso, se optó por seleccionar una profundidad de 20 centímetros para el muestreo. Este límite se estableció después de constatar que, al realizar el muestreo con excavaciones más profundas, se llegaron a encontrar rocas.

Es importante destacar que esta decisión se tomó con el fin de facilitar la comprensión y la ejecución del proceso de recolección de muestras en todas las estaciones de muestreo seleccionadas, las muestras fueron extraídas entre los meses de agosto y octubre del 2023, correspondiente a temporada baja en los periodos climáticos. Las muestras extraídas fueron gracias a los instrumentos de colectores de mallas y palas (figura 2b y 3a).



Fig. 2. a) Materiales de muestreo b) área de muestreo



Fig. 3. a) recolección de sedimento por kilo b) solución de cloruro de calcio.

TABLA I
COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

ESTACIONES	COORDENADAS		SISTEMA QUE SE ENCUENTRA	PUNTO DE RECOLECCION
	S	W		
E1	7°04'52"	78°31'12"	Quebrada	Aliso colorado
E2	7°05'01"	78°31'24"	Río	Río Grande
E3	7°05'05"	78°31'21"	Río	Punto inicial. Río Mashcón
E4	7°12'42"	78°52'31"	Río	Puente 3N
E5	7°13'23"	78°52'43"	Río	Puente el molino
E6	7°14'15"	78°52'32"	Río	Puente Entre molino y Moyococha
E7	7°14'41"	78°51'85"	Río	Puente Moyococha
E8	7°14'27"	78°51'43"	Río	Puente nuevo la Molina
E9	7°14'19"	78°50'89"	Río	Puente Venecia
E10	7°14'36"	78°49'05"	Río	Av. hoyos rubio (aeropuerto)
E11	7°09'7"	78°28'0"	Río	Bella unión
E12	7°16'0"	78°47'0"	Río	Estación hidrológica Limnigráfica Mashcón
E13	7°18'03"	78°46'0"	Río	Río Mashcón punto final (Unión de río Mashcón y río Chonta)

D. Separación E Identificación De Microplásticos Por El Método De Separación Por Densidad Con Cloruro De Calcio

La separación por densidad es el método de separación de MP más utilizado a nivel de laboratorio, cuando los tamaños de los MP analizados corresponden a las dimensiones de los sedimentos de la matriz (ya sea de agua dulce o agua de mar).

La técnica de separación por densidades es una técnica de separación física selectiva que facilita la identificación y cuantificación precisa de los microplásticos en la muestra. La solución de cloruro de calcio se destaca como un reactivo eficaz para separar microplásticos de sedimentos al modificar la densidad del agua, lo que hace que los microplásticos floten mientras los sedimentos permanecen en el fondo. Este método ofrece una solución simple y económica, reduciendo el tiempo y recursos necesarios para el análisis, lo que hace ideal para estudios de monitoreo ambiental. En contraste a métodos como filtración, centrifugación, y tamizado pueden ser costosos, requerir equipos especializados y ser menos eficientes en ciertas condiciones [15].

El proceso de Separación por Medios Densos se fundamenta en un procedimiento de laboratorio diseñado para separar una mezcla de dos productos considerando la diferencia en la gravedad específica cuando están sumergidos en un líquido pesado. Este líquido tiene una gravedad específica intermedia entre los dos productos que se pretende separar. La diferencia en las densidades permite que los componentes de la mezcla se ubiquen a diferentes profundidades en el líquido pesado, facilitando así su separación efectiva. Los líquidos pesados comúnmente empleados son soluciones de sales inorgánicas, como de cloruro de cinc, o los líquidos orgánicos, como hidrocarburos halogenados [15].

Para la separación de los microplásticos de los sedimentos del río Mashcón, se utilizó una mezcla compuesta por dos partes

de agua (H₂O) y una parte de cloruro de calcio [16]. Esta solución se agitó vigorosamente en un recipiente de aproximadamente 3 litros durante un período de 5 minutos. Posteriormente, las muestras de sedimento, previamente seleccionadas, trabajadas, secadas y tamizadas en mallas de 1mm y 5mm, se incorporan a la solución (figura 3b). Este proceso de agitación y separación permite una extracción efectiva de los microplásticos presentes en los sedimentos para su posterior análisis y caracterización (figura 4 y 5).

Posteriormente los ítems flotantes de dicha solución fueron sacadas con pinzas y mallas de 1mm para colocarla inmediatamente en placas Petri para su posterior secado, medición, identificación y clasificación, para la identificación y conteo se utilizó el estereoscopio binocular (GMBH KONIGSALLE 9-2137081).



Fig. 4. Análisis de las muestras

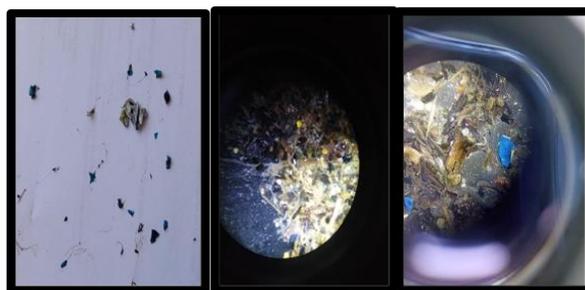


Fig. 5. Conteo de microplásticos en los sedimentos

III. RESULTADOS

De las 13 estaciones de muestreo ubicadas en el río Mashcón de oeste a este, se encontró en los 13m² * 20 centímetros de profundidad de área estudiada, 216 microplásticos en total y el color que predomina en los microplásticos encontrados es el azul y transparentes provenientes de bolsas plásticas y plásticos para lluvias (LDPE). Los resultados del análisis de las estaciones proporcionaron información valiosa sobre los agentes contaminantes en el río Mashcón. Esta información se ha condensado y representada de manera clara en la figura 6, donde se especifican los diferentes contaminantes identificados a lo largo del curso del río. Esta representación gráfica ofrece una visión de la diversidad y la magnitud de los problemas ambientales, proporcionando una base sólida para la comprensión y abordaje de los desafíos en la cualidad del agua del río Mashcón.

TABLA IV. INICIO DEL RÍO MASHCÓN

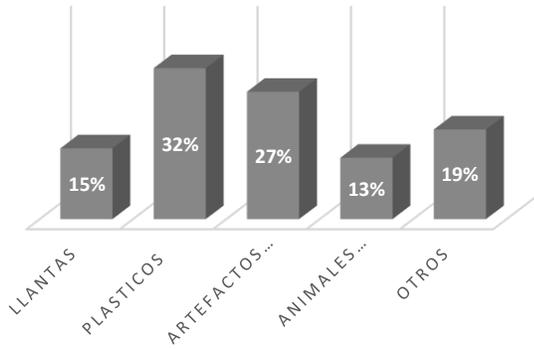


Fig. 6. Elementos encontrados en el río Mashcón

Se analizó 5 kilogramos de muestra extraídos de los sedimentos y esta arrojó un resultado de 3 microplásticos como se especifica en la tabla 2.

TABLA II
ALISO COLORADO

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E1. Aliso colorado	3.5mm	Azul	HDPE	1
	4mm	Blanco	PP	1
	4.5mm	Blanco	PP	1

Por otro lado, en la E2 al igual que en la estación 1 arrojó 3 micro plásticos en los sedimentos estudiados como se muestra en la tabla 3.

TABLA III. RÍO COLORADO

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E2. Río Grande	2.5mm	Transparente	PET	1
	3mm	Transparente	PET	1
	3.5mm	verde	PEBD	1

En contraste con las estaciones 1 y 2, en la estación 3 (tabla 4), se observa un cambio notable. La presencia de actividad humana se hace más evidente, y como resultado, se observa un aumento en los niveles de contaminación por micro plástico.

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.3	5mm, 2mm, 3.5mm	Rojo, blanco, blanco	PEBD, PP	3
	3mm, 1.5mm	Azul, blanco	HDPE, PP	2
Inicio	1mm, 6mm, 2,9mm	Azul, blanco, azul	HDPE, PP	3
Río Mashcón	5mm, 3mm	Blanco, blanco, blanco	PP	3
	4mm, 3.15 mm	Blanco, Azul, Rojo, Blanco	PP, PVC, PEBD	4
	3mm, 2.80mm			

A partir de la estación 4, se evidencia un notable aumento en los niveles de contaminación por microplásticos (tabla 5). Este incremento se atribuye al hecho de que el curso del río se adentra en la ciudad, lo que probablemente expone el agua a una mayor influencia de actividades urbanas y contribuye significativamente a la carga de microplásticos en el entorno acuático.

TABLA V
PUENTE 3N

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.4	3mm, 2mm, 2.65mm	Blanco, transparente, transparente	PEBD, HDPE	3
	1. mm, 2.3mm, 1mm, 2mm	Verde, verde, azul, azul	HDPE	4
Puente 3N	4mm, 2.8mm	Naranja, naranja, azul	PP	3
	4mm, 2mm, 1mm, 3.2mm	Azul, transparente, blanco, naranja	PET	4
	1mm, 2.5mm, 4mm, 3mm, 1mm	verde, transparente, transparente	PVC, PET, PEBD	5

Así como en la estación 4, los resultados encontrados en la estación 5 se evidencia en la tabla 6, los cuales fueron consistentes. Esta repetición de hallazgos sugiere una continuidad en los niveles de contaminación y patrones observados en ambas estaciones.

TABLA VI
PUENTE EL MOLINO

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
	5mm, 2mm,2.65mm	Blanco, transparente, transparente	PP, PET	3
E.5	1.5mm, 1mm, 2.3mm, 2.7mm	Verde, verde, azul, azul	HDPE	4
Puente El Molino	4mm, 3mm 2.8mm	Naranja, naranja, azul	PEBD, HDPE	3
	3mm, 1mm, 2.5mm, 2.4mm	Azul, transparente, blanco, naranja	PVC, PET, PEBD	4
	2mm, 1.5mm, 4mm,5mm, 1.5mm	verde, transparente, transparente	PP, PET	5

En la estación 6, en la tabla 7 se observa un notable aumento en los niveles de contaminación, siendo especialmente significativa la presencia de 23 unidades de microplásticos.

TABLA VII
PUENTE ENTRE EL PUENTE EL MOLINO Y EL PUENTE MOYOCOCHA

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
	1mm, 3.4mm, 3.6mm, 2.5mm, 1.5mm, 2.3mm, 2.1mm, 2.4mm	transparente, transparente	PET	8
E.6	1.5mm, 1.6mm, 2.1mm	Verde, verde, azul	HDPE	3
Puente entre el Molino y Moyococha	3mm, 3.5mm	Naranja, naranja	PEBD	2
	1.6mm, 5mm, 4mm	transparente, azul, blanco	PVC, PET,	3
	5mm, 1.5mm, 3.1mm, 1.2mm, 4.1mm, 1.9mm, 2.6mm	Transparente	PP	7

La estación 7, en la tabla 8 presenta una situación llamativa y preocupante con la presencia destacada de llantas, botellas y bolsas plásticas en el área. Estos hallazgos subrayan la necesidad crítica de abordar y cambiar las prácticas inadecuadas de gestión de residuos en la zona en esta estación se encontró 23 micro plásticos. En ese sentido, las deficiencias en la legislación ambiental que determinan la responsabilidad administrativa de los residentes por la contaminación del agua en el río Marshcón incluyen una falta de implementación y optimización de estándares ambientales locales y nacionales y

una gestión ambiental ineficaz, falta supervisión del desarrollo urbano, gestión de cuencas hidrográficas y planificación urbana, y existe un sistema inadecuado de responsabilidad civil ambiental[17].

TABLA VIII
PUENTE MOYOCOCHA

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
	3mm, 1.3mm, 1.9mm, 1.7mm, 4.3mm, 3.2mm, 2.1mm, 3.5mm	Blanco, azul, verde, blanco, transparente, azul, azul, transparente	PP, PET	8
E.7	1.2mm, 1.6mm, 2.6mm, 2.7mm, 3.4mm, 3.2mm	Verde, azul, naranja, rojo, transparente, blanco	PEBD, HDPE, PET	6
Puente Moyococha	3mm 2.8mm	Naranja, azul	HDPE, PET	2
	1mm, 2.5mm, 2.4mm	transparente, blanco, naranja	PVC, PET, PEBD	3
	1.5mm, 3mm, 2mm, 1.5mm	verde, azul, verde, transparente	PP, PEBD	4

En la estación 8, analizó la presencia de materiales de construcción, siendo el Tecnopor uno de los elementos más prominentes en las orillas del río Mashcón y según las comparaciones de las 13 estaciones, ésta presenta un pico elevando de contaminación por micro plásticos destacando la cantidad de 29 microplásticos encontrados se muestra en la tabla 9, del mismo modo, la presencia y el impacto de los microplásticos en el medio acuático es un problema emergente con implicaciones globales y las investigaciones están más avanzadas en los océanos [18], y sólo en los últimos años se está evaluando en aguas continentales y aguas destinadas al consumo humano, así como el río Mashcón objeto de estudio.

Por otro lado, en la estación 9 (tabla 10), a pesar de la existencia de una disposición final de la gestión de residuos sólidos llevada a cabo por la municipalidad provincial de Cajamarca., en este punto, se observa la presencia alarmante de bolsas de basura en el río Mashcón, así como botellas. En este punto no debería de existir residuo alguno en el río sin embargo la realidad es otra, pues la contaminación por micro plásticos no fue ajena ya que en los estudios realizados a los sedimentos de esta estación nos dios como resultado 21 micro plásticos.

TABLA IX
PUENTE NUEVO LA MOLINA

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.8	3.6mm, 2.4mm, 2.65mm, 1mm, 1.5mm	Blanco,	EPS	5
	2.5mm, 1.4mm, 3mm, 2.6mm, 1.3mm	Verde, verde, azul, azul, azul	PET	5
Puente nuevo La Molina	5mm, 3mm 2.8mm, 2.5mm	Naranja, naranja, azul	PEBD, HDPE	4
	4mm, 1.5mm, 4.5mm, 2.4mm, 1.7mm, 3.5mm, 4.1mm,	Rojo, rojo, blanco, verde, rojo, transparente, blanco	PVC, PET, PEBD	7
	3mm, 1.7mm, 4mm, 5mm, 1.2mm, 2.6mm, 2.4mm, 3.4mm, 3.7mm	verde, verde transparente, transparente	PP, PET	8

TABLA X
PUENTE VENECIA

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.9	3mm, 2mm, 2.6mm, 2.5mm, 3.6mm	Transparente	PP	5
	5mm, 2mm, 2.3mm, 2.7mm, 3.5mm	Verde	HDPE	5
Puente Venecia	2mm, 1mm 2.8mm, 3.6mm, 2.7mm, 1.8mm, 4.9mm	Naranja, naranja, azul, azul, azul, naranja, naranja	PEBD, HDPE	7
	5mm, 1.3mm, 1.5mm, 4.4mm	Transparente	PET	4

En la estación 10 (tabla 11), el color inquietante del agua, indicativo de la posible presencia de aguas servidas. No obstante, este problema no está aislado, ya que también se detecta la presencia de micro plásticos (bolsas plásticas de color azul) en la zona.

TABLA XI
AV. HOYOS RUBIO (AEROPUERTO)

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.10	3.7mm, 2.9mm, 2.7mm, 1.8mm	Transparente	PET	4
	5mm, 1.3mm, 3mm, 2.9mm	Azul	HDPE	4
Av. Hoyos rubio (aeropuerto)	5mm, 3mm 2.7mm, 3.6mm, 2.8mm, 4.8mm, 1.9mm	Gris	PVC	7
	1.9mm	Blanco	PEBD	1

En la estación 11 (tabla 12), se observa un descenso en los niveles de contaminación por microplásticos hallándose tan solo 7, indicando una mejora respecto a estaciones anteriores. Sin embargo, es importante destacar que aún persiste cierto nivel de contaminación en este punto ya las aguas negras aún persisten

TABLA XII
BELLA UNIÓN

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.11	5mm, 2mm ,3.6mm	Blanco	PET	3
Bella Unión	5mm, 1.3mm, 3mm, 2.8mm	Verde, azul	HDPE	4

Para los resultados de la estación 12 (tabla 13), hubo un ascenso con respecto al conteo de los micro plásticos ya que esta pasa directamente por el centro poblado bella unión, para poder acceder al lugar de recojo de sedimentos se tuvo que pasar por encima de colchones tirados directo al río, animales muertos entre otros.

En la estación 13, que marca la unión del río Mashcón con el río Chonta, se obtuvieron resultados que indican la presencia de 15 microplásticos (ver Tabla 14). Esta observación señala que la contaminación por microplásticos persiste en el punto de confluencia de ambos ríos. Este hallazgo destaca la necesidad de un enfoque integral y coordinado para abordar la contaminación en esta área crítica de la red fluvial.

TABLA XIII
ESTACIÓN HIDROLÓGICA LIMNIGRÁFICA RIO MASHCÓN

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
	3mm, 2mm,	Rojo,	PEAD,	6
	6mm, 4mm,	transparente,	PET, PS,	
	1.5mm, 2mm	banco, negro,	PVC	
E.12	3mm, 2mm,	Blanco,	PP, PET,	6
	1mm, 2.5mm,	transparente,	PEAD,	
	3mm, 1mm	rojo, azul, azul,	PVC	
Estación hidrológica Río Mashcón	1.5mm, 2mm,	Plomo, azul,	PVC, PP,	6
	2mm, 2.5mm,	azul, azul, azul	HDPE	
	1.5mm, 3.5mm.	blanco, azul		
	2mm, 1mm,	Rojo, azul,	PEAD,	5
	2.5mm, 1.5mm,	negro, azul, azul	PVC, PS	
	3mm			

TABLA XIV
FINAL DEL RIO MASHCÓN (UNIÓN DEL RIO MASHCÓN Y EL RIO CHONTA)

Muestra	Tamaño	Color	Procedencia	Cantidad
E.13	4mm, 1mm	Azul, negro	PVC, PS	2
	3mm 2mm	Transparente, azul	PEAD, PVC	
Fin Río Mashcón (unión Mashcón y Chonta)	2.5mm,	Transparente,	PEAD, PS,	7
	3.5mm	negro, azul,	PVC	
	2.5mm, 1mm,	azul, azul,		
	3mm, 2mm,	azul, negro		
	2mm			2
	2.5mm, 2mm,	Blanco, negro	PEBD, PS	
	3mm, 1.5mm	Azul,	PVC, PET	
		transparente		2

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito identificar y describir la contaminación del río Mashcón por microplásticos ya que se vio con la necesidad por la gran cantidad de residuos inorgánicos y orgánicos que vierten a este, afectando su caudal y vida biológica.

El método utilizado para determinar la presencia de microplásticos en el río Mashcón fue por densidad, ya que esta resulta muy eficiente debido a la técnica que no degrada o modifica la estructura del micro plástico tanto física como química [15], sin embargo, existen otros métodos que pueden

alterar el tamaño y el color como es el método de secado a estufa para sedimentación.

Los resultados arrojaron un total de 216 microplásticos del tamaño de 1mm-5mm, de las 13 estaciones analizadas, así mismo se puede decir que la mayor cantidad de microplásticos fueron identificados de las estaciones de muestreo E6, E7, E8 Y E12. Asimismo, en un estudio en el río Jequetepeque, Perú se determinaron la presencia de 18 ítems de microplásticos de tamaño 180-500 μm [19].

Se identificó que, en las estaciones de muestreo E1 y E2, no se encontraron cantidades alarmantes de microplásticos. Esta observación puede atribuirse a la escasa presencia de actividad humana en estas áreas. La relación directa entre la actividad antropogénica y la presencia de microplásticos destaca la importancia de comprender y abordar los factores humanos que contribuyen a la contaminación en distintas secciones del río Mashcón. Por otro lado, hay estudios que enfatizan la necesidad de abordar el problema de la contaminación en la cuenca del río Mashcón para asegurar la calidad del agua y salvaguardar la salud de la población y el entorno ambiental [12].

Finalmente, se observó que la superficie de los fragmentos de micro plástico no presentaba signos de decadencia química como grietas, lo cual podría sugerir un tiempo de residencia corto o una reciente fragmentación en la sedimentación del río Mashcón. Sin embargo, es importante destacar que, hasta el momento, no existen métodos establecidos para calcular la edad de los microplásticos basados en marcadores de envejecimiento, lo que limita nuestra capacidad para confirmar estos aspectos y comprender completamente la dinámica temporal de la contaminación por microplásticos en este entorno. La presencia de fragmentos en las muestras indica que los microplásticos identificados han sido principalmente secundarios, es decir, se originaron a partir de la descomposición de plásticos de mayor tamaño. En ese sentido, hay estudios que existen fragmentos de plástico duro en una investigación cae en esta categoría como los MP secundarios que miden menos de cinco milímetros, teniendo en cuenta la clasificación con las características física y morfología (tamaño, forma y color) del microplástico y nos ayuda a determinar que es su distribución en el medio ambiente y su biodisponibilidad para los organismos [8].

IV. CONCLUSIÓN

Finalmente, la mayor concentración de microplásticos se encuentran en la E6, E7, E8 y E12, esto se debe a que hay mayor cantidad de viviendas cercanas al punto de muestreo. En las 13 estaciones de muestreo existe 216 microplásticos hallados, de las muestras analizadas se confirman que el micro plástico predominante en todo el río Mashcón es de color azul y transparente, proveniente de los plásticos usado en la agricultura y/o lluvias y de bolsas de mercado (polietileno de baja densidad). Además, para la separación de los micro plásticos con los sedimentos se utilizó cloruro de calcio, siendo este el método más efectivo por no alterar el tamaño, color y forma.

Así mismo, se puede deducir que los hallazgos señalan posibles problemas ambientales, que pueden incluir

contaminación del agua, falta de gestión de residuos y prácticas inadecuadas de manejo de recursos naturales. Estos aspectos deben ser abordados con urgencia para preservar la salud del ecosistema fluvial y garantizar la sostenibilidad ambiental en la región. Por otro lado, los hallazgos resaltan la necesidad de abordar las prácticas de gestión de residuos y los impactos ambientales asociados para preservar la salud y la integridad del río, por todo aquello, se puede resaltar la urgencia de abordar cuestiones de contaminación y manejo inadecuado de residuos en la zona. La coexistencia de actividades humanas y la vida silvestre en este entorno enfatiza la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles para preservar la salud del ecosistema local. Todo esto conlleva a una contaminación significativa y resaltan la necesidad urgente de abordar las fuentes y prácticas responsables de estos impactos negativos en el ecosistema acuático. La implementación de medidas efectivas es esencial para restaurar y preservar la salud del río Mashcón y su entorno.

REFERENCIAS

- [1] E. Rojo-Nieto y T. Montoto, *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Ecologistas en Acción, 2017.
- [2] A. Ragusa *et al.*, «Raman Microspectroscopy Detection and Characterisation of Microplastics in Human Breastmilk», *Polymers (Basel)*, vol. 14, n.º 13, jul. 2022, doi: 10.3390/polym14132700.
- [3] L. Conde, «Por qué deberías decir ‘no’ a las bolsitas de té». Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20191022/471142794716/por-que-deberias-decir-no-a-las-bolsitas-de-te.html>
- [4] Y. K. Müller *et al.*, «Microplastic analysis—are we measuring the same? Results on the first global comparative study for microplastic analysis in a water sample», *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, vol. 412, pp. 555-560, 2020, Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02311-1>
- [5] C. Baeza, «‘Microplástico’ es la palabra del año 2018 para Fundéu BBVA». Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/microplastico-es-la-palabra-del-ano-2018-para-fundeu-bbva/>
- [6] SPDA, «Perú: el 46 % de residuos sólidos hallados en playas son plásticos», Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.actualidadambiental.pe/peru-el-46-de-residuos-solidos-hallados-en-playas-son-plasticos/>
- [7] MINAM, *Ley N° 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. Perú, 2019. Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://siar.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/ds_006-2019-minam_-_reglamento_ley_30884_regula_plastico_de_un_solo_uso_y_envases_descartables.pdf
- [8] Iannacone; José *et al.*, «Microplásticos en la Zona de Marea Alta y Supralitoral de una Playa Arenosa del Litoral Costero del Perú», *The Biologist*, vol. 17 (2), n.º 1816-0719, pp. 335-346, 2019, Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.24039/rb2019172369>
- [9] F. Valencia-Velasco, A. Guabloche-Zuñiga, L. Alvarino, y J. Iannacone, «Estandarización de un Protocolo Para Evaluar Microplásticos en Bivalvos Marinos en el Departamento de Lima, Perú», *The Biologist*, vol. 18, n.º 1, jul. 2020, doi: 10.24039/rb2020181478.
- [10] S. Montoya, «Ley N° 28611 - Ley General del Medio Ambiente en Perú», gidahatari. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://gidahatari.com/ih-es/ley-general-del-medio-ambiente-ley-n-28611>
- [11] J. Escalante Rojas, «Caracterización de las Aguas del Río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las Lagunas de Estabilización de la Ciudad de Cajamarca con Fines de Evaluación Ambiental, Marzo – Agosto del 2007», Universidad Nacional de cajamarca, Cajamarca, 2018. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2182>
- [12] Calla - Navarro; José, «Actividades Antrópicas y Calidad del Agua en la Cuenca del Río Mashcón», Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, 2019. Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3319/actividades%20antrópicas%20y%20calidad%20del%20agua%20en%20la%20cuenca%20del%20río%20>
- [13] Aclima, «Microplásticos, problema ambiental de primer orden», Aclima. Accedido: 28 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://aclima.eus/microplasticos-problema-ambiental-de-primer-orden/>
- [14] R. Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado, y P. Baptista-Lucio, «Alcance de la investigación», en *Metodología de la Investigación*, 6 ed., McGraw-Hill, Ed., México: McGraw-Hill, 2014, pp. 88-101.
- [15] W. R., J. Ganoza, D. Michaud, J. C., A. Passini, y L. Montana, «Separación por Medios Densos», 9 11 Metallurgist. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.911metallurgist.com/metallurgia/separacion-medios-densos/>
- [16] Z. I. OXY, «Manual de Cloruro de Calcio», Santiago, 2009. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/269620148/Manual-de-Cloruro-de-Calcio>
- [17] Sánchez Salas; Werlin y J. Escobar Pérez, «Deficiencias de la Legislación Ambiental Para Establecer Responsabilidad Administrativa del Ciudadano Por la Contaminación del Agua del Mashcón - Cajamarca (2013 - 2017)», Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, 2018. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/238/discover?field=author&filtertype=author&filter_relational_operator=equals&filter=Escobar+P%3C%A9rez%2C+Jaime
- [18] C. Bollaín Pastor y D. Vicente Agulló, «Presencia de Microplásticos en Aguas y su Potencial Impacto en la Salud Pública», 2019. doi: www.msc.es/resp.
- [19] R. Manrique Muñante, «Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú», Pontificia Universidad católica del Perú, Lima, 2019. Accedido: 4 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15030>