UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DE LOS MICROPLÁSTICOS PRESENTES EN EL GUANO DE ISLA DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PUNTA DE COLES, ILO – MOQUEGUA 2019

TESIS

PRESENTADO POR:

BACHILLER MAVET ASBEL PERCCA MENDOZA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DE LOS MICROPLÁSTICOS PRESENTES EN EL GUANO DE ISLA DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PUNTA DE COLES, ILO – MOQUEGUA 2019

Tesis sustentada y aprobada el 29 de diciembre del 2021; estando el jurado calificador y asesor integrado por:

PRESIDENTE:

M.Sc. Mario Román Flores Roque

1ER MIEMBRO:

M.Sc. Juan Luis Ccamapaza Aguilar

2DO MIEMBRO:

Ing. Paulino Rios Zapana

ASESOR:

Mgr. José Antonio Valeriano Zapana

DEDICATORIA

A mis padres Marilu y Adolfo que han sido mi impulso durante toda mi investigación y el pilar fundamental para la culminación de la misma, que con su amor y enseñanza han sembrado las virtudes que se necesitan para vivir con anhelo y felicidad.

Estas páginas contienen el esfuerzo de las personas que yo más amo en el mundo, quienes han contribuido permanentemente a lo mejor de mí, quienes me han demostrado su amor incondicional, gracias siempre a todos ellos por ser la inspiración de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, que cada día está presente y me ayudo en mi caminar diario siendo mi fuente de sabiduría y calma en todo momento.

A mi Universidad Nacional de Moquegua por hacer posible el financiamiento de esta tesis.

A mi Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a los docentes por la colaboración, paciencia y apoyo durante la elaboración de mi tesis; en especial a mi asesor Mgr. José Valeriano Zapana y Lic. Judith Mier Meléndez, por ser personas que cada día se desarrollan en el ámbito pedagógico y que siempre inculcaron la investigación.

A mis padres, tíos Aurelia y Freddy por su apoyo incondicional y aliento para seguir adelante y a mis hermanos por su preocupación y efecto.

A mi novio Armando Salinas por brindarme comprensión, cariño y amor, quien siempre estuvo en los días malos y buenos de todo el proceso de mi investigación

A mis compañeros, amigos y colegas, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, haciendo de esta experiencia una de las más especiales.

RESUMEN

Se conoce que hay más pruebas de contaminación por microplásticos inferiores a 5 mm presentes en las heces de diversos animales hasta en personas. La presencia de los microplásticos tiene una estrecha relación con el mal manejo de los residuos, por el consumo excesivo y disposición final inadecuada del plástico. El objetivo de la presente investigación es caracterizar fisicoquímicamente los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, donde se recogieron muestras de guano en las zonas de anidación.

Mediante el uso del espectro RAMAN Horiba Scientific, se han identificado 54 polímeros en las muestras de guano de Punta Coles donde los más representativos fue el poliéster (PET) con 54%; poliamida (PA) 18 % y el 7% es polipropileno (PP). La morfología de los microplásticos encontrados fue el filamento que representa el 64%; el fragmento que representa el 31% y Microperla que representa el 5%. La distribución porcentual del color de los microplásticos.es el color azul predominante con 37%; amarillo 31%, celeste 11%; fucsia 9%; verde 6%; blanco 4% y naranja 2%.

Con la ayuda del Software cellSens se realizó la documentación fotográfica y se pudo medir y clasificar los microplásticos en dos grupos, primer grupo de tamaño 0,01 – 300 μm y el segundo grupo de tamaño 300 - 5000 μm, teniendo el tamaño promedio de 444.202 μm; el máximo de 1565.86 μm y el mínimo de 38.69 μm. Los pesos de los microplásticos varían, siendo el transecto TR-PC-12 de mayor peso con 0.001583 gr y el transecto TR-PC-6 de menor peso con 0.000646 gr de microplásticos.

Se demostró con la presente investigación que proporciona información útil para identificar la contaminación por microplásticos en las Áreas Naturales Protegidas a nivel nacional.

Palabras claves: Microplásticos, Punta Coles, espectro RAMAN Horiba Scientific

ABSTRACT

It is known that there is more evidence of contamination by microplastics smaller than 5 mm present in the feces of various animals and even in people. The presence of microplastics is closely related to poor waste management, excessive consumption and inadequate final disposal of plastics. The objective of this research is to physicochemically characterize the microplastics present in the guano of the island of the Punta de Coles Natural Protected Area, where guano samples were collected in the nesting areas.

Using the Horiba Scientific RAMAN spectrum, 54 polymers were identified in the guano samples from Punta Coles, where the most representative were polyester (PET) with 54%; polyamide (PA) 18% and 7% is polypropylene (PP). The morphology of the microplastics found was filament representing 64%; fragment representing 31% and Micropearl representing 5%. The percentage distribution of the color of the microplastics.is the predominant blue color with 37%; yellow 31%, light blue 11%; fuchsia 9%; green 6%; white 4% and orange 2%.

With the help of the cellSens Software the photographic documentation was performed and it was possible to measure and classify the microplastics in two groups, first group of size 0.01 - 300 µm and the second group of size 300 - 5000 µm, having the average size of 444.202 µm; the maximum of 1565.86 µm and the minimum of 38.69 µm. The weights of the microplastics varied, with transect TR-PC-12 having the highest weight with 0.001583 gr and transect TR-PC-6 having the lowest weight with 0.000646 gr of microplastics.

It was demonstrated with the present investigation that it provides useful information to identify microplastic contamination in Natural Protected Areas at a national level.

Keywords: Microplastics, Coles Tip, RAMAN spectrum Horiba Scientific

INDICE GENERAL

RESUMEN 3
ABSTRACT 4
INTRODUCCION 14
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACION DEL PROBLEMA 15
1.1.2.1. Interrogante general 17
1.1.2.2. Interrogantes especificas 17
1.2. OBJETIVOS 17
1.2.1. Objetivo general 17
1.2.2. Objetivos específicos 17
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 17
1.4. VARIABLES 18
1.4.1. Variable de estudio: 18
1.4.2. Dimensiones: 18
II. MARCO TEORICO 19
2.1. ANTECEDENTES 19
2.1.1. A nivel internacional 19
2.1.2. A nivel Nacional 20
2.2. BASES TEÓRICAS 21
2.2.1. Desechos marinos 21
2.2.2. Basura plástica 21
2.2.3. Características de los plásticos: 21
2.2.4. La basura plástica como preocupación mundial en los océanos 22
2.2.5. Degradación de los plásticos en el océano 23
2.2.6. Los microplasticos (Mps) 24
2.2.7. Tipos, tamaños y fuentes de microplásticos 24
2.2.8. Morfología de los microplásticos 25
2.2.9. Microplásticos primarios y secundarios 26
2.2.10. Microplásticos y sus impactos en la fauna 26
2.2.11. Transferencia de microplásticos en la red alimentaria 27
2.2.12. Descripción del área de estudio 27
2.2.13. La biodiversidad de Punta de coles 27
2.2.14. Guanay (Phalacrocorax bouganvilli) 28
2.2.15. Piquero peruano (Sula variegata) 29

2.2.16. Pelicano peruano (Pelecanus thagus) 30
2.2.17. Guano de isla o guano de aves marinas 31
2.2.18. Propiedades del guano de isla 31
2.2.19. Bondades del guano de las islas 32
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 33
2.3.1. Acetato de celulosa 33
2.3.2. Acrílico 33
2.3.3. Acrilonitrilo butadieno estireno 33
2.3.4. Cloruro de polivinilo 34
2.3.5. Poliamida 34
2.3.6. Poliéster 34
2.3.7. Polietileno 34
2.3.8. Polietileno vinil acetato 35
2.3.9. Polipropileno 35
2.3.10. Espectroscopia de Raman 35
III. METODOLOGIA 35
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION 35
3.1.1. Tipo 35
3.1.2. Nivel de investigación 36
3.2. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL 36
3.2.1. Ámbito Temporal: 36
3.2.2. Ámbito espacial: 36
3.3. POBLACION Y MUESTRA 38
3.3.1. Población 38
3.3.2. Muestra 38
3.4. INSTRUMENTOS 38
3.4.1. Notas de campo: 39
3.5. PROCEDIMIENTOS 42
3.5.1. Puntos de muestro 42
3.5.2. Recolección de muestras de guano 45
3.5.3. Pre tratamiento de la muestra para la caracterización físico química 45
3.5.4. Extracción de los microplásticos 46
3.5.5. Identificación física de los microplásticos por microscopio 49
3.5.6. Análisis de identificación química de los microplásticos 49
IV. ANALISIS DE DATOS 50
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 50

5.1. RESULTADOS 50
5.1.1. Caracterización física de microplásticos 50
5.1.2. Identificación química de microplásticos 54
5.1.3. Cuantificación de microplásticos 56
5.2. DISCUSIÓN 59
5.2.1. Caracterización física de microplásticos 60
5.2.2. Identificación química de microplásticos 62
5.2.3. Cuantificación de microplásticos 63
VI. CONCLUSIONES 64
VII. RECOMENDACIONES 64
VIII. REFERENCIAS 65
IX. ANEXOS 69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA GLOBAL CON CADA PAÍS SOMBREADO SEGÚN LA MASA ESTIMADA DE RESIDUOS PLÁSTICOS MAL ADMINISTRADOS [MILLONES DE TONELADAS MÉTRICAS (TM)] GENERADOS EN 2010 POR POBLACIONES QUE VIVEN A 50 KM DE LA COSTA (JAMBECK ET AL., 2015) 15
FIGURA 2: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS FUENTES DE DESECHOS PLÁSTICOS MARINOS Y MICROPLÁSTICOS 23
FIGURA 3: DEFINICIÓN DE MICROPLÁSTICOS BASADA EN SU TAMAÑO PROPUESTA POR DIFERENTES AUTORES. 24
FIGURA 4: GUANAY 28
FIGURA 5: PIQUERO PERUANO 30
FIGURA 6: PELICANO PERUANO 30
FIGURA 7: PUNTA COLES 31
FIGURA 8: PLANO DE UBICACIÓN DE PUNTA DE COLES 37
FIGURA 9: TRANSECTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS 38
FIGURA 10: PUNTA COLES CON LA MUESTRA DE GUANO 39
FIGURA 11: EN PUNTA COLES CON LOS GUARDA PARQUES DE AGRORURAL Y SERNANP 39
FIGURA 12: DESPLAZAMIENTO DE LAS AVES GUANERAS EN PUNTA COLES DURANTE ALGUNOS MESES DE 2015 40
FIGURA 13: MAPA DE ZONIFICACIÓN DE PUNTA COLES 41
FIGURA 14 PLANO DE PUNTOS DE MUESTREOS 44
FIGURA 15: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE GUANO 45
FIGURA 16: PRETRATAMIENTO DE MUESTRAS. (A) SECADO DE LAS MUESTRAS DE GUANO EN LA ESTUFA. (B)TAMIZAJE DE LAS MUESTRAS DE GUANO 46
FIGURA 17:EXTRACCIÓN DE MPS POR FLOTACIÓN (C) 5 GR DE LAS MUESTRAS DE GUANO EN EL VASO PRECIPITADO. (D) MUESTRAS CON NACL 2M EN LA PLANCHA DE COCCIÓN 47
FIGURA 18: EXTRACCIÓN DE MPS POR FLOTACIÓN. (E) TAMIZADO HÚMEDO DE LA MUESTRA. (F) TRANSFERENCIA DE LOS SÓLIDOS AL VASO PRECIPITADO. 47
FIGURA 19: EXTRACCIÓN DE MPS POR OXIDACIÓN (G) MUESTRAS EN REPOSO CON SULFATO DE HIERRO Y PERÓXIDO DE HIDRÓGENO. (H) MUESTRAS EN LA PLANCHA DE COCCIÓN. 48
FIGURA 20: EXTRACCIÓN DE MPS POR DENSIDAD. (I) FILTRACIÓN AL VACÍO DE LAS MUESTRAS. (J) COLOCANDO EL PAPEL FILTRO CON LA MUESTRA OBTENIDA EN LA PLACA PETRI 49
FIGURA 21: OBSERVANDO LOS MPS SOSPECHOSOS EN EL MICROSCOPIO 49
FIGURA 22: COLOR DE LOS MICROPLÁSTICOS 51
FIGURA 23: TAMAÑOS DE LOS MPS (A) MPS MÁXIMO TAMAÑO Y (B) MPS MÍNIMO TAMAÑO 52
FIGURA 24: TAMAÑO DE MICROPLÁSTICOS 52
FIGURA 25: PESO TOTAL POR TRANSECTOS 53
FIGURA 26: PORCENTAJES DE POLÍMEROS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS DE GUANO 56
FIGURA 27: MORFOLOGÍA DE MICROPLÁSTICOS 57
FIGURA 28: NÚMERO DE MICROPLÁSTICOS SEGÚN ZONA DE MUESTREOS 58

FIGURA 29:MORFOLOGÍA DE MPS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS DE GUANO (A), (B) Y (C) FRAGMENTOS; (D) Y (E) FILAMENTOS Y (F) MICROPERLA 58
FIGURA 30: PESO DE MICROPLÁSTICOS 62
FIGURA 31: CUANTIFICACIÓN DE MPS SEGÚN SU MORFOLOGÍA/POLÍMERO 63
FIGURA 32: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE MUESTREO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS 77
FIGURA 33: PRETRATAMIENTO DE LA MUESTRA PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL GUANO DE ISLA 78
FIGURA 34: EXTRACCIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS, POR FLOTACIÓN 79
FIGURA 35: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIAMIDA, MUESTRA 60/94 80
FIGURA 36: POLIAMIDA 73% DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 37: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIÉSTER, MUESTRA 61/101 80
FIGURA 38: POLIÉSTER 70% DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 39: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIAMIDA, MUESTRA 62/82 80
FIGURA 40: POLIAMIDA 83% DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 41: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIAMIDA, MUESTRA 63/83 80
FIGURA 42: POLIAMIDA 72 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 43: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIAMIDA, MUESTRA 64/86 80
FIGURA 44: POLIAMIDA 73 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 45: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA POLIAMIDA, MUESTRA 65/96 80
FIGURA 46: POLIAMIDA 74 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 47: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LA ACETATO DE CELULOSA, MUESTRA 66/87 80
FIGURA 48: POLIAMIDA 87 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 49: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 67/90 80
FIGURA 50: POLIÉSTER 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 51: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACRÍLICO, MUESTRA 70/98 80
FIGURA 52: ACRÍLICO 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 53: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACRÍLICO, MUESTRA 72/58 80
FIGURA 54: ACRÍLICO 60 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 55: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACETATO DE CELULOSA, MUESTRA 73/77 80
FIGURA 56: ACETATO DE CELULOSA 85 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 57: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 74/81 80
FIGURA 58: POLIÉSTER 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 59: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 75/57 80
FIGURA 60: POLIÉSTER 73 % DE COMPARACIÓN 80

FIGURA 61: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 77/54 80
FIGURA 62: POLIÉSTER 78 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 63: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIETILENO, MUESTRA 77/54 80
FIGURA 64: POLIETILENO 67 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 65: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIAMIDA, MUESTRA 78/74 80
FIGURA 66: POLIAMIDA 78 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 67: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIAMIDA, MUESTRA 79/46 80
FIGURA 68: POLIAMIDA 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 69: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIAMIDA, MUESTRA 80/43 80
FIGURA 70: POLIAMIDA 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 71: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE CLORURO DE POLIVINILO, MUESTRA 80/43 80
FIGURA 72: CLORURO DE POLIVINILO 74 % DE COMPARACIÓN.....80
FIGURA 73: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 81/44 80
FIGURA 74: POLIÉSTER 76 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 75: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 83/63 80
FIGURA 76: POLIÉSTER 76 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 77: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 84/48 80
FIGURA 78: POLIÉSTER 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 79: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 85/65 80
FIGURA 80: POLIÉSTER 72 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 81: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 87/16 80
FIGURA 82: POLIÉSTER 78 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 83: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIPROPILENO, MUESTRA 88/41 80
FIGURA 84: POLIPROPILENO 66 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 85: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIPROPILENO, MUESTRA 88/41 80
FIGURA 86: POLIPROPILENO 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 87: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO, MUESTRA 88/11.....80
FIGURA 88: ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO 83 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 89: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIESTIRENO, MUESTRA 90/73 80
FIGURA 90: POLIESTIRENO 80 % DE COMPARACIÓN.....80
FIGURA 91: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 91/28 80
FIGURA 92: POLIÉSTER 82 % DE COMPARACIÓN 80

FIGURA 93: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIETILENO VINIL ACETATO, MUESTRA 91/28 80
FIGURA 94: POLIETILENO VINIL ACETATO 92 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 95: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 92/79 80
FIGURA 96: POLIÉSTER 80 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 97: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 94/19 80
FIGURA 98: POLIÉSTER 80 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 99: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACRÍLICO, MUESTRA 95/29 80
FIGURA 100: ACRÍLICO 73 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 101: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIAMIDA, MUESTRA 96/26 80
FIGURA 102: POLIAMIDA 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 103: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 96/26 80
FIGURA 104: POLIÉSTER 79 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 105: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIPROPILENO, MUESTRA 96/27 80
FIGURA 106: POLIÉSTER 88 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 107: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 98/14 80
FIGURA 108: POLIÉSTER 79 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 109: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 98/14 80
FIGURA 110: POLIÉSTER 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 111: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 101/21 80
FIGURA 112: POLIÉSTER 78 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 113: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIETILENO VINIL ACETATO, MUESTRA 101/21 80
FIGURA 114: POLIETILENO VINIL ACETATO 87 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 115: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 102/13 80
FIGURA 116: POLIÉSTER 80 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 117: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 103/10 80
FIGURA 118: POLIÉSTER 77 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 119: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE ACRÍLICO, MUESTRA 104/37 80
FIGURA 120: ACRÍLICO 60 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 121: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 105/38 80
FIGURA 122: POLIÉSTER 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 123: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIPROPILENO, MUESTRA 108/01 80
FIGURA 124: POLIPROPILENO 71 % DE COMPARACIÓN 80

FIGURA 125: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 108/21 80
FIGURA 126: POLIÉSTER 78 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 127: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 108/08 80
FIGURA 128: POLIÉSTER 80 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 129: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 109/02 80
FIGURA 130: POLIÉSTER 81 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 131: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 109/02 80
FIGURA 132: POLIÉSTER 76 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 133: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 110/04 80
FIGURA 134: POLIÉSTER 76 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 135: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIÉSTER, MUESTRA 110/04 80
FIGURA 136: POLIÉSTER 83 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 137: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIPROPILENO, MUESTRA 111/51 80
FIGURA 138: POLIÉSTER 93 % DE COMPARACIÓN 80
FIGURA 139: ESPECTRO DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE POLIAMIDA, MUESTRA 111/51 80
FIGURA 140: POLIAMIDA 83 % DE COMPARACIÓN 80

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DIMENSIONES DE VARIABLE 18
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE LOS PLÁSTICOS.....21
TABLA 3: DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICAS DE LAS PARTÍCULAS DE PLÁSTICO MARINO Y DE ALGUNOS OBJETOS DE PLÁSTICO DE MAYOR TAMAÑO 25
TABLA 4: NOMBRE Y FAMILIA DEL GUANAY 28
TABLA 5: NOMBRE Y FAMILIA DE PIQUERO 29
TABLA 6: NOMBRE Y FAMILIA DE PIQUERO 30
TABLA 7: ELEMENTOS NUTRITIVOS DEL GUANO DE LAS ISLAS 32
TABLA 8: POBLACIÓN DE AVES GUANERAS EN PUNTA COLES 38
TABLA 9: PUNTOS DE MUESTREO EN PUNTA COLES.....42
TABLA 10: NUMERO DE MICROPLÁSTICOS SEGÚN SU COLOR 51
TABLA 11: TAMAÑO DE MICROPLÁSTICOS 51
TABLA 12: TAMAÑO MÁXIMO Y MÍNIMO.....52
TABLA 13: PESO TOTAL POR CADA TRANSECTOS 53
TABLA 14: POLÍMEROS IDENTIFICADOS EN LAS MUESTRAS DE GUANO 55
TABLA 15: NUMERO DE MICROPLÁSTICOS SEGÚN SU MORFOLOGÍA.....56

INTRODUCCION

Los plásticos desempeñan un papel importante en el desarrollo tecnológico y la vida cotidiana dadas sus propiedades de baja densidad, baja conductividad, fácil moldeo, resistencia a la corrosión, resistencia a la degradación y bajo precio. La alta demanda de estos materiales, así como la deficiente gestión de residuos sólidos, favorece la acumulación de plásticos residuales a nivel global.

El tema de contaminación por microplásticos es un problema latente, que ha ido adquiriendo en los últimos años una creciente preocupación para la sociedad. El término "microplásticos" se introdujo hace aproximadamente una década para describir pequeñas partículas sintéticas de plástico con un tamaño menor de 5 mm, (Tagg et al., 2015) y se pueden separar en dos tipos diferentes, microplásticos primarios y microplásticos secundarios (Bayo et al., 2016). Los microplásticos primarios son plásticos que se fabrican para que sean de tamaño microscópico; estos se pueden encontrar en muchos productos cosméticos y de cuidado personal, muchos de estos productos se usan a diario en todo el mundo (Carr et al., 2016). Los microplásticos secundarios son el resultado de la fragmentación de partículas de plástico más grandes. La fragmentación puede ocurrir durante el uso de materiales como textiles, pintura y neumáticos, o una vez que los plásticos han sido liberados al medio ambiente, (Talvitie et al., 2017) a través de la exposición a la luz del sol, el viento, el agua y otros factores ambientales (Murphy et al., 2016).

El pequeño tamaño de los microplásticos los hace biodisponibles para miles de especies en casi todos los niveles tróficos, ya que a menudo se confunden con los alimentos (Dyachenko et al., 2017). Los microplásticos ingeridos pueden provocar daños físicos en los organismos, como abrasiones internas y bloqueos. Además del impacto físico, la toxicidad también podría surgir de la lixiviación de aditivos plásticos que luego se absorben del agua de mar (Zhao et al., 2014).

Esta investigación tiene como objetivo caracterizar fisicoquímicamente los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACION DEL PROBLEMA

1.1.1. DESCRIPCION

El cambio climático y la contaminación por basura (plásticos) son problemas globales que degradan los sistemas biológicos y principalmente los ecosistemas marinos (Rojo-Nieto & Montoto, 2017).

Se ha estimado que la masa de residuos plásticos que se genera en los países costeros es de 275 millones de toneladas métricas (TM) y 4.8 a 12.7 millones de TM que ingresan al océano en 192 países costeros, de estos al menos 100 son reincidentes que limitan con los océanos; Atlántico, Pacífico e Índico y los mares Mediterráneo y Negro en el año 2010. (Jambeck et al.,2015)

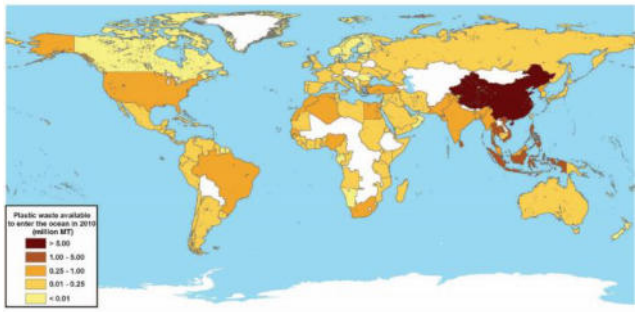


Figura 1: Mapa global con cada país sombreado según la masa estimada de residuos plásticos mal administrados [millones de toneladas métricas (TM)] generados en 2010 por poblaciones que viven a 50 km de la costa (Jambeck et al., *2015)*

En estudios recientes, más de 690 especies han guardado alguna interacción con basura marina "Plásticos". Los polímeros se han visto persistentes en la naturaleza, produciendo riesgos para el ser humano y la biodiversidad, ocasionando cambios en los ecosistemas, por la interacción a sustancias químicas de los polímeros. (Rojo-Nieto *et al.,* 2017).

Los residuos generados en el mundo son de 2.5 a 4 mil millones de toneladas métricas anuales, sin contabilizar los residuos de la demolición, minería, construcción y entre otros. Además, que no se tomó en cuenta los residuos generados y que no es gestionado de manera legal. (Delgado, 2016).

Además, los plásticos se fragmentarán con el tiempo a través de la radiación UV, la foto degradación, la transformación mecánica, como la acción de las olas, y la degradación microbiana. La fragmentación de los plásticos produce partículas microscópicas de material plástico conocidas como microplásticos (Andrady,2011). Los microplásticos son todos los plásticos de menores de 5 mm de diámetro (Amelineau et al., 2016).

Se ha demostrado que los microplásticos causan una amplia gama de efectos adversos en los organismos marinos, por ejemplo, la malnutrición (Watts et al., 2015) y el deterioro de la reproducción (Galloway et al., 2017). Otros impactos negativos conocidos incluyen su papel como vectores de toxinas o patógenos, que en conjunción con los procesos de bioacumulación y biomagnificación hacen de los microplásticos una amenaza potencial para la salud de los organismos marinos (GallowayyLewis,2016; Provencheretal.,2017; deSáetal.,2018).

En el país al día se generan aproximadamente 19 mil toneladas de residuos sólidos municipales, esta generación equivale al 52% de residuos sólidos que van a los rellenos sanitarios (34 rellenos), el 48% de residuos sólidos se vierte en los botaderos. (Equipo de Asistencia Técnica MINAM, 2019).

Anualmente se vierten 8 millones de toneladas de plástico al mar, a la fecha, se han acumulado 6.3 billones de toneladas de plástico. Si se sigue la misma tendencia, en el 2050 habrá más plásticos que peces en el mar.
En 2017, Algalita Marine Research and Education, descubrió una isla de plástico, frente a las costas de Chile y Perú. Estimaron que tiene una superficie aproximada
de 2.6 millones de kilómetros cuadrados, casi dos veces la superficie de Perú (Fabiola M. 2018).
Según MINAM en promedio al año se usan aproximadamente 30 kg de plástico por ciudadano, sumando anualmente cerca de 3 mil millones de bolsas plásticas, si bien es cierto en nuestro país aprobaron la Ley que prohíbe el uso de plástico de un solo uso, existen esfuerzos para mitigar el problema, donde destacan las limpiezas de playa.

La solución definitiva se encuentra en modificar nuestra conducta como sociedad y disminuir drásticamente el uso del plástico, especialmente el que se desecha después de un solo uso, para minimizar así el incremento de estos plásticos conforme va degradándose y convirtiéndose en microplásticos, afectando naturalmente la salud de los océanos y sus ecosistemas.

Por consiguiente, se puede afirmar que en estos últimos años se incrementó la presencia de macro y micro plásticos en los océanos, siendo una problemática para el ecosistema marino y terrestre.

En busca de más información sobre la presencia de los microplásticos en el litoral de la Área Natural Protegida Punta de Coles se realizará esta investigación de tesis para poder caracterizar fisicoquímicamente los microplásticos presentes en el guano de isla.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Interrogante general

- ¿Cuáles son las características físicas – químicas de los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019?

1.1.2.2. Interrogantes especificas

- ¿Cuáles son las características físicas de los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019?
- ¿Cuáles son las características químicas de los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019?
- ¿Qué cantidad de microplásticos están presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Caracterizar fisicoquímicamente los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar físicamente (color, tamaño y peso) los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019.
- Identificar químicamente los microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019.
- Cuantificar microplásticos presentes en el guano de isla del Área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo – Moquegua 2019.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La importancia de la Reserva Nacional "Punta de Coles", radica en que, siendo una pequeña península, alberga una rica biodiversidad marina que constituye un atractivo valioso para la provincia de Ilo y una importante reserva natural a conservarse.

Esta reserva es de mucha importancia ya que el guano de excremento de aves es un fertilizante agrícola esencial, siendo nuestro país el mayor productor de guano en el mundo, debido a las grandes poblaciones de aves de la corriente de Humboldt o Corriente Peruana, y la capacidad del clima árido de preservar el guano. Siendo una zona de surgencia importante que es rica en nutrientes y es compatible con una de las pesquerías más grandes

del mundo: la anchoveta peruana. Como tal, también es una zona fundamental para las aves marinas, mamíferos marinos, y peces que se alimentan de estas especies forrajeras.

Hoy en día no se tiene investigación a nivel Perú sobre la presencia de microplásticos en el medio marino y mucho menos en las zonas colindantes, como en las Reserva Nacional Sistemas de Islas, Islotes y Punta Guaneras.

Al examinar el guano de isla del guanay, pelicano y piquero por contaminación de microplásticos, es de interés, ya que su guano es usado como fertilizante agrícola.

Al determinar la presencia de microplásticos en estas zonas, específicamente en el guano de las aves; seria de un gran aporte para futuras investigaciones, siendo de interés ambiental y salud pública. Logrando conservar la muestra representativa de la diversidad biológica de los ecosistemas marino costeros del mar frío de la corriente de Humboldt, así como asegurar su aprovechamiento sostenible con la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos.

Esta investigación servirá como instrumento de gestión y control para las áreas protegidas o lugares similares.

1.4. VARIABLES

1.4.1. Variable de estudio:

Microplástico.

1.4.2. Dimensiones:

Tabla 1: Dimensiones de Variable

VARIABLE	DIMESIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Microplásticos	Físico	Tamaño	µm (microgramos)
		Peso	gramos
		Color	Blanco Rojo Verde Azul
	Químico	Polietileno (PE)	0.91 – 0.95 mg/m^3
		Policloruro de Vinilo (PVC)	1.16 – 1.30 mg/m^3
		Polipropileno (PP)	0.90 – 0.92 mg/m^3
		Tereftalato de polietileno (PET)	1,38 g/cm^3
		Poliamida (PA)	1.13 – 1.15 mg/m^3

Fuente: Propia

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel internacional

Fragão et al., (2021). Antartida. Los pingüinos tienen una amplia distribución alrededor de la Antártida , se estudiaron tres especies de pinguinos, Adélie (Pygoscelis adeliae), barbijo (Pygoscelis antarcticus) y pingüinos papúa (Pygoscelis papua) para evaluar la presencia de microplásticos en la Península Antártica y el Mar de Escocia. Donde recolectaron muestras de excremento de colonias reproductoras durante siete temporadas entre 2006 y 2016.

De todas las partículas extraídas, el 35% se identificaron como microplásticos, particularmente polietileno, presentes en muestras de excrementos, contribuyendo con el 85%, 66% y 54% de la dieta en términos de frecuencia de aparición en la dieta de los pingüinos Adelia, papúa y barbijo, respectivamente. Se encontraron microplásticos en el 15%, 28% y 29% de las heces de Adelia, barbijo y pingüino papúa, respectivamente. Se extrajeron un total de 92 partículas de las heces, siendo el polietileno el polímero sintético más común.

Pérez-Venegasa et al., (2020). Peru y Chile. Este estudio evalúo la concentración de microplásticos (microfragmentos y microfibras) en los excrementos de focas (Otaria byronia, Arctocephalus phillippii, Arctocephalus australis y A. australis) a lo largo de Peru y Chile. Los porcentajes de detección de microplásticos fueron:

- Punta San Juan, el 64% y el 14% de las muestras contenían astillas y fragmentos, respectivamente.
- Las heces del archipiélago Juan Fernández tenían un 63% y un 8% de fibras y fragmentos
- En el islote Pupuya, el 71% de las muestras contenían fibras, y sólo una muestra contenía fragmentos.
- Para los lugares de muestreo más meridionales: Isla Guafo, 66% contenía fibras y sólo una muestra contenía fragmentos; Chullec, 92% contenía fibras, y sólo dos muestras contenían fragmentos; y Punta Chaiguaco, 100% contenía fibras, y sólo una muestra contenía fragmentos.

El tipo de plástico más común fue la microfibra, especialmente la de color azul, seguida de las fibras de color blanco y rojo. Estos resultados sugieren que las fibras son más abundantes en comparación con los fragmentos

Donohue et al,. (2019). Pacifico Oriental. Recuperaron fragmentos de microplásticos y fibras de los excrementos del lobo fino del norte (Callorhinus ursinus) en el Pacifico Oriental (Isla de San Pablo, Isla de Bogoslof, y Isla de San Miguel). Documentaron un total de 398 fragmentos de microplásticos y 186 fibras en las 44 heces examinadas.

Provencher et al., (2018). Canada. Encontraron microplasticos en la porción terminal del tracto gastrointestinal del ave marina Fulmar del Norte *(Fulmarus glacialis)*, conocida por ingerir comúnmente plásticos. Determinaron que las aves marinas excretan microplásticos y otros desechos a través de su guano, encontrando una relación positiva entre el número de piezas de plástico en el intestino y el número de microplásticos en el guano.

Gil-Delgado et al., (2016). España. Investigaron la presencia de partículas de plásticos en heces de aves acuáticas como la focha europea (*Fulica atra*), pato silvestre (*Anas platyrhynchos*) y shelduck (*Tadorna tadorna*) en lagos españoles.

Recolectaron muestras de heces distribuidos en cuatro lagos españoles (Alcahozo, Dehesilla, Mermejuela y Manjavacas) obteniendo la presencia de restos plásticos en:

- El 43.8% de 89 muestras en heces de shelduck;
- 60% de 10 muestras de heces en focha europea, y
- 45% de restos plásticos en 40 muestras de heces del pato silvestre.

Los residuos plásticos que encontraron fueron de dos tipos, hilos y fragmentos, y se identificaron como restos de objetos plásticos utilizados en los campos agrícolas que rodean los lagos.

2.1.2. A nivel Nacional

Santillan et al., (2020). Perú. En diciembre de 2018 realizaron la recolección de heces fecales de la Lontra felina. El sitio de estudio fue Punta Corrientes ubicada en la costa central de Perú. Realizaron la extraccion e identificacion de los microplásticos siguieron las sugerencias de Lusher (2018). Los microplásticos encontrados fueron fibras, fragmentos (color verde y azul).

Ayala et al., (2020). Perú. En el presente trabajo se reporta la presencia y forma de microplásticos en las heces del León Marino Sudamericano *(Otaria byronia),* recolectadas en Punta San Juan dentro de un área natural protegida al sur del Perú. Identificaron un total de 47 partículas plásticas clasificadas como fibras y fragmentos, cuya media longitudinal fue de 3.02 y 1.19 mm, respectivamente.

Los fragmentos plásticos se encontraron en el 80 % de las muestras fecales, en tanto que las fibras plásticas se observaron en el 30 % de las muestras. El color predominante fue el azul.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Desechos marinos

Todo material sólido persistente, fabricado o procesado que se desecha, tira o abandona en el medio marino y costero. En realidad, "persistente" es un término relativo; por ejemplo, la persistencia relativa de las categorías de basura más comunes puede resumirse como: residuos de alimentos, papel, madera, hierro, plástico. Definimos aquí el plástico como un polímero orgánico sintético. (PNUMA, 1995).

2.2.2. Basura plástica

El término "basura plástica" abarca una gran variedad de materiales, desde cascos de barcos que navegan por el océano de muchos metros de longitud hasta partículas de unos pocos nanómetros de diámetro. El término "plástico" abarca una amplia gama de composiciones y propiedades. El tamaño, la forma y la composición influyen en la distribución, el destino y los efectos en el medio ambiente y deben tenerse en cuenta siempre que sea posible. (GESAMP, 2019).

2.2.3. Características de los plásticos:

En la categoría de plásticos se incluyen, posiblemente, el mayor número de materiales poliméricos. Se muestran los códigos del reciclado universalmente aceptado y reúne las principales características y usos de los materiales que se reciclan. En la tabla 2 se muestran los códigos y características de los plásticos para el reciclado. (Callister. Jr, 2007).

Tabla 2: Características de los plásticos

Polímero		Aplicaciones
	Tereftalato de polietileno	Botellas de refrescos, envases de crema de cacao; reciclado frecuente.
	Polietileno de alta densidad	Botellas de leche, agua, zumos, detergente, aceite de motor; reciclado frecuente.

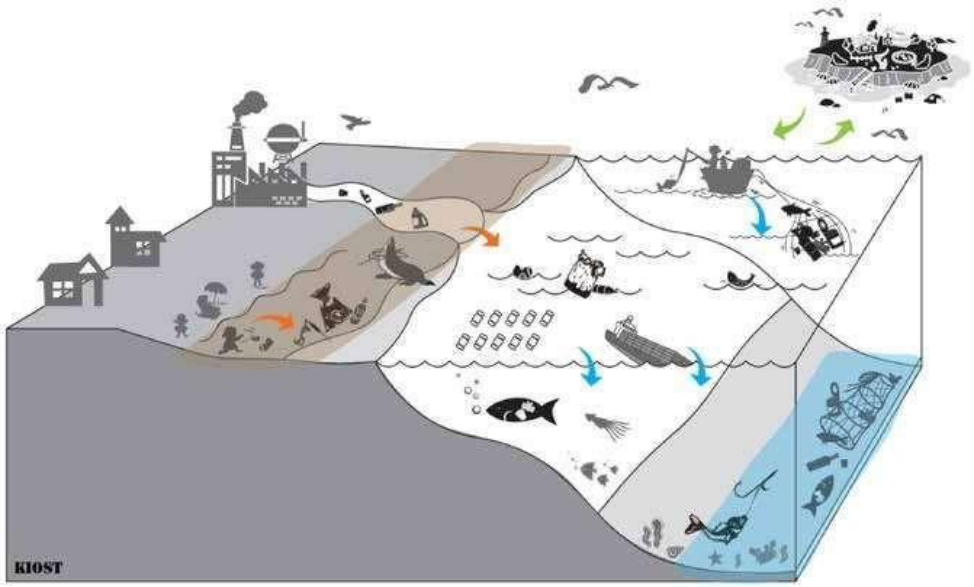
	Cloruro de vinilo / polivinilo	Botellas de aceite de cocina, tarjetas de crédito, film de cocina, materiales de construcción; raramente reciclado, toxico en combustión
	Polietileno de baja de densidad	Plásticos de embalajes, bolsas de compra y de basura, vasos; ocasionalmente reciclado.
	Polipropileno	Envoltorios de snacks, pajitas de bebida, batería de coches; ocasionalmente reciclado.
	. Poliestireno	Botellas farmacéuticas, vasos de espuma de estireno; raramente reciclado
	Otros plásticos	Envases de materiales mezclados, botellas; raramente reciclado.

Fuente: (Masters & Ela, 2008)

2.2.4. La basura plástica como preocupación mundial en los océanos

Desde la década de 1950, cuando comenzó la producción a gran escala de plásticos, una proporción cada vez mayor de los residuos sólidos en el océano ha consistido en este material, que representa hasta el 80% de los desechos marinos encontrados en las encuestas (PNUMA, 2016). Esto es el resultado de las actividades humanas tanto terrestres como marinas. Los desechos plásticos son más evidentes en las costas, donde se acumulan debido a la acción de las corrientes, las olas y el viento, los desbordamientos de los ríos y por el vertido directo de basura en la costa. Sin embargo, la basura plástica se encuentra en la superficie del océano, suspendida en la columna de agua, en el fondo marino y en la biota, debido a su enredo o ingestión.

Figura 2: Representación esquemática de las fuentes de desechos plásticos marinos y microplásticos



Fuente: GESAMP 2015

2.2.5. Degradación de los plásticos en el océano

La causa dominante de la degradación de los plásticos en el exterior es la radiación UV solar, que facilita la degradación oxidante de los polímeros (Andrady et al. 1996). La foto degradación de plásticos comunes como los polietilenos, polipropilenos y poliestireno son reacciones de oxidación (Celina 2013). El mecanismo básico de esta oxidación auto catalítica de los plásticos comunes está bien establecido (Cruz-Pinto et al. 1994).

Durante las etapas avanzadas de la degradación, los residuos plásticos suelen decolorarse, desarrollar características superficiales volviéndose débiles y quebradizos (frágiles) en consecuencia con el paso del tiempo. Cualquier fuerza mecánica (por ejemplo, el viento, las olas mordedura de animales y actividad humana) puede romper los plásticos degradados y frágiles en fragmentos.

A diferencia de los gránulos de resina virgen, los productos de plástico pueden incorporar una gama de aditivos seleccionados para modificar las propiedades de la resina con el fin de aplicación del producto. Estos aditivos suelen modificar la tasa de degradación oxidativa (y, por tanto, los índices de intemperie) de los plásticos.

En la actualidad, no existen metodologías fiables para determinar la edad (o la duración de la exposición al aire libre) de los microplásticos recogidos en el campo, lo que dificulta la dinámica de degradación de los microplásticos en los sistemas marinos a partir de campo. Aunque es posible cuantificar su grado de degradación mediante análisis químicos (FTIR o espectroscopia Raman) la duración de su exposición en el medio marino no puede deducirse a partir de esta información.

Por ejemplo, un plástico puede desplazarse grandes distancias por estar en una corriente rápida o por haber estado mucho tiempo en el océano.

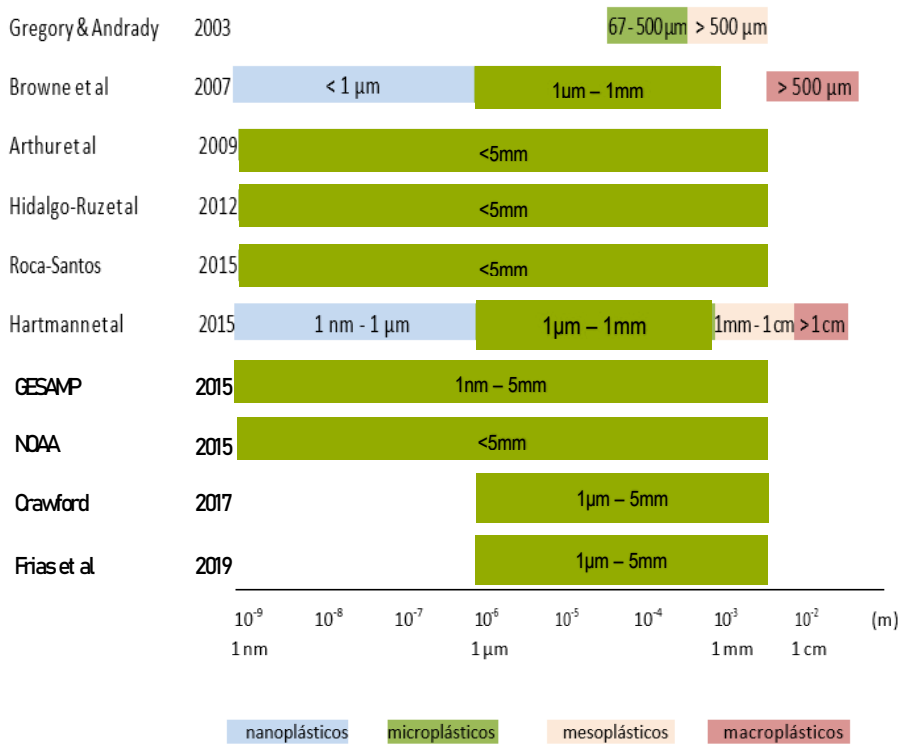
2.2.6. Los microplasticos (Mps)

Actualmente no hay una definición clara de lo que es el microplástico, pero en un estudio reciente de Frias et al (2019) define los microplásticos como cualquier partícula sólida sintética o matriz polimérica, de forma regular o irregular y con un tamaño que varía de 1 µm a 5 mm, de origen de fabricación primario o secundario, que son insolubles en agua. Pueden originarse por la fragmentación de objetos plásticos de mayor tamaño o por el aporte directo de objetos pequeños, como pellets plásticos. (Rojo-Nieto & Montoto, Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global, 2017).

2.2.7. Tipos, tamaños y fuentes de microplásticos

En cuanto a la definición de la escala microscópica, la más aceptada es las partículas de dimensiones inferiores a 5 mm, propuesta en el 2015 por el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), en la sigla en inglés (Masura et al., 2015). En la Figura 3 tenemos algunas definiciones de microplásticos asociadas al tamaño, propuesta por diferentes autores.

Figura 3: Definición de microplásticos basada en su tamaño propuesta por diferentes autores.



Fuente: Adaptado de Estudio sobre Microplásticos en aguas superficiales en la porción oeste de la Bahía de Guanabara – Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil (2019)

2.2.8. Morfología de los microplásticos

Los microplásticos son heterogéneos y presentan una serie de formas o morfologías que van desde perlas esféricas hasta fragmentos angulares y fibras largas. La identificación de estas morfologías puede proporcionar alguna indicación de las posibles fuentes, como los textiles o las cuerdas para las fibras.

Actualmente no existe un esquema estandarizado para la caracterización morfológica de la basura plástica, pero se utilizan cinco categorías generales, que recomendaron en Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter In The Ocean – GESAMP (2019) y que se describen en la Tabla 3.

Tabla 3: Descripción morfológicas de las partículas de plástico marino y de algunos objetos de plástico de mayor tamaño

Descripción delcampo	Descripción alternativo	Características	Ejemplo
Fragmento	Gránulo, escama	Partículas duras de forma irregular con apariencia de haber sido desprendidas de un trozo de basura más grande	
Espuma	EPS, PUR	Partícula casi esférica o granular, que se deforma fácilmente bajo presión y puede ser parcialmente elástica, según el estado de meteorización	
Película	Hoja	Partícula plana y flexible con bordes lisos o angulares	
Línea	Fibra, filamento, hebra	Material fibroso largo que tiene una longitud sustancialmente mayor que su anchura	
Pellet	Cuenta de resina, Lágrimas de sirena	Partícula dura con forma esférica, lisa o granular	

Fuente: GESAMP (2019)

2.2.9. Microplásticos primarios y secundarios

Los microplásticos pueden clasificarse como de origen primario o secundario. GESAMP recomienda la siguiente definición, publicada por primera vez en el 2015:

- Los microplásticos primarios se fabrican para desempeñar una función específica (por ejemplo, partículas abrasivas, polvos para el moldeo por inyección, gránulos de resina para el transporte a granel de polímeros entre centros de fabricación).
- Los microplásticos secundarios representan el resultado del desgaste o la fragmentación de objetos más grandes, tanto durante su uso como tras su pérdida en el medio ambiente (por ejemplo, fibras textiles y de cuerda, desgaste y fragmentación de objetos de basura más grandes, desgaste de neumáticos de vehículos, escamas de pintura).

2.2.10. Microplásticos y sus impactos en la fauna

Uno de los principales problemas de la basura plástica, es precisamente que no se degrada fácilmente (Sivan 2011), y la mayoría del plástico sólo se fragmenta en trozos más pequeños, denominado microplásticos, por acción de la luz y/o rayos ultravioletas.

Consecuentemente, han ido aumentando y acumulándose en el medio ambiente terrestre y marino. La principal preocupación actual en la comunidad científica, es el efecto de la creciente cantidad de microplásticos en el océano, ya que éstos son confundidos por alimentos e ingeridos accidentalmente por una cantidad alarmante de fauna marina.

Además de los impactos físicos, existe una creciente preocupación por la salud humana como consecuencia de sustancias potencialmente tóxicas liberadas por los residuos plásticos, la que es ingerida por cientos de especies en todos los niveles de la trama trófica (Eriksen et al 2016).

Existe una creciente cantidad de publicaciones científicas respecto a los impactos adversos de los plásticos en el medio ambiente, que inicialmente se creían eran sólo estéticos. Los reportes en especies afectadas son diversos, incluyendo peces y larvas, aves, tortugas y mamíferos marinos, pudiendo ocasionar daños a su salud (Clark, 2011 y Sivan, 2011).

Las aves marinas fueron de las primeras especies en ser reportadas con afectaciones relacionadas con la ingesta de basura, generando obstrucciones en su sistema digestivo, úlceras e incluso muerte por inanición (Pierce et al., 2004, Ryan 1987).

2.2.11. Transferencia de microplásticos en la red alimentaria

Las partículas micro plásticas pueden pasar a través de la red alimentaria a medida que los depredadores consumen sus presas. Farrell y Nelson (2013) alimentaron a mejillones (Mytilus edulus) que habían sido expuestos a microesferas de poliestireno de 0,5 μm al cangrejo Carcinus maenas, se le encontraron microplásticos en el estómago, la hepatopáncreas, el ovario y las branquias de los cangrejos, y la máxima cantidad de microplásticos se detectó 24 horas después de la alimentación. Casi todos los microplásticos ingeridos fueron eliminados de los cangrejos después de 21 días. En un estudio de alimentación en el laboratorio los diez taxones de zooplancton analizados del Mar Báltico que ingirieron microesferas de poliestireno de 10 μm (Setälä et al. 2014). Las microesferas contenidas en los copépodos se transfirieron después de que los camarones las ingirieran, lo que demuestra una vez más la transferencia trófica de microplásticos. Lusher et al. (2013) documentaron partículas microplásticas en el tracto gastrointestinal del 36% de 504 peces individuales peces recogidos en el Canal de la Mancha, que representan 10 especies de peces teleósteos, lo que confirma la ingestión de microplásticos en las presas en el campo. Del mismo modo, Murray y Cowie (2013) hallaron microplásticos (principalmente hebras de plástico) en el contenido intestinal del 62% de las cigalas (Nephrops norvegicus) recogidas en el mar de Clyde, y confirmó en estudios de laboratorio complementarios que las fibras de plástico ingeridas eran retenidas efectivamente con el tracto gastrointestinal.

2.2.12. Descripción del área de estudio

Punta Coles se ubica al sur del Perú (17°42' 04.63" S–71°22' 21.41" O), en la provincia de Ilo, región Moquegua, siendo la punta guanera más austral del litoral peruano. En general tiene un relieve llano con algunas elevaciones rocosas en el centro y sur, sin presencia de vegetación. Tiene forma ovalada con 1.96 km de longitud y 1.4 km de ancho en sus lados más amplios, con una altitud de 29 m. Tiene un área de 1.69 km^2, cercado por un muro perimetral de 835 m de largo (Agro Rural 2010). La RNSIIPG–Punta Coles está conformada por la punta del mismo nombre (5.05%) y por una zona marina (94.95%), que en conjunto forman un polígono de 33.65 km^2.

2.2.13. La biodiversidad de Punta de coles

La Reserva Nacional Punta de Coles, presenta un paisaje natural de mar costero donde el ecosistema tiene diversidad de especies biológicas, destacan los lobos marinos (fino y chusco) aves guaneras como: Pelícanos, piqueros, guanay, zarcillos, gaviotas y otras especies. (Municipalidad Provincial de Ilo, 2008).

La flora y fauna existente en la zona es una de las más variadas del litoral peruano. (Municipalidad Provincial de Ilo, 2008).

Para esta investigación se consideró las aves guaneras, con mayor presencia, siendo estas el guanay (Phalacrocorax bouganvilli), el pelicano peruano (Pelecanus thagus) y el piquero peruano (Sula variegata)

2.2.14. Guanay (Phalacrocorax bouganvilli)

Tabla 4: Nombre y familia del Guanay

Nombres comunes	Cormorán guanay, patillo, pato de mar
Nombre científico	Phalacrocorax bougainvillii
Familia	Phalacrocoracidae

Fuente: Conociendo Nuestras Aves

El guanay se encuentra en Sudamérica, es un ave característica de las aguas frías de las costas del Perú y norte de Chile. Miden 76 cm, gran parte de su plumaje es de color negro, pero tiene la garganta, el pecho y el vientre blanco. El contorno de sus ojos no tiene plumas y es color rojo. Su pico es largo y gris y sus patas son rosadas. (UNMSM, Recursos Naturales Ministerio del Ambiente, 2011-2020)

Figura 4: Guanay



Fuente: SERNANP - RNSIIPG - SEDE SUR.

Usualmente se pueden ver en bandadas grandes, se alimenta de peces, sobretodo de anchovetas que captura persiguiéndolas bajo el agua. Su excremento en una época fue uno de los recursos naturales más apreciados en el mundo entero pues es un excelente abono para los cultivos y esto ayuda mucho a los agricultores. (UNMSM, Recursos Naturales Ministerio del Ambiente, 2011-2020)

Las aves guaneras forman grandes colonias, su nido está formado de vegetación marina y excremento. Cuando llega la época de criar, puede llegar a poner de 1 a 3 huevos de color azulado. El guanay no se encuentra en el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada en

el Perú, por ende, a la actualidad no se encuentra amenazado. (UNMSM, Recursos Naturales Ministerio del Ambiente, 2011-2020)

La dieta del guanay durante el segundo trimestre del 2014, consistió principalmente de la anchoveta (adulta: 80% y joven: 20%); en el tercer trimestre, aunque la dieta fue más variada, la anchoveta se mantuvo como la principal presa (adulta: 36% y joven: 28%); y en el cuarto trimestre consumió el 60% de anchoveta adulta y el 6% de anchoveta joven. (SERNANP, 2016)

En enero y febrero de 2015 la dieta consistió principalmente de anchoveta joven o peladilla, correspondiente al desove del invierno pasado (agosto–septiembre). En abril, la anchoveta continuó siendo la presa dominante, siguiendo el patrón de consumo de presas en años normales. En julio y octubre, la anchoveta constituyó casi el 100% de la dieta (Imarpe 2016a). En septiembre, el análisis de 50 bolos presentó una dieta compuesta por 81.2% de anchoveta, 17.5% de anchoveta joven y 1.3% de fraile (Aphos porosus) (Imarpe 2015b). En noviembre, el consumo de la anchoveta joven siguió en aumento (Imarpe 2016a).

Entre enero y junio de 2016, se encontraron 6,120 otolitos (98.52%), 67 restos de cefalópodos (1.08%) y 25 de crustáceos (0.40%). Los resultados muestran que las presas más consumidas fueron peces, sumando un total de 17 especies, siendo la anchoveta la predominante con el 87.37% (principalmente la adulta).

2.2.15. Piquero peruano (Sula variegata)

Tabla 5: Nombre y familia de Piquero

Nombres comunes	Alcatraz Piquero - Peruvian Booby
Nombre científico	Sula variegata
Familia	Sulidae

Fuente: Conociendo Nuestras Aves

Ave marina común y notable de las costas y aguas costeras a lo largo de la corriente de Humboldt. Se trasladan en bandadas de cientos, zambulléndose en el mar entre frenesíes de cormoranes, gaviotas y golondrinas de mar. También se observa perchado en embarcaderos y acantilados; a menudo con cormoranes y pelícanos. El adulto es distintivo con la cabeza y el cuello blancos como la nieve, y las partes superiores oscuras con escamas blancas en la espalda. El juvenil es en general más opaco, con la cabeza y el cuerpo oscuros. (Dort, 2017)

Figura 5: Piquero peruano



Fuente: SERNANP - RNSIIPG - SEDE SUR.

Mide aproximadamente 75 cm de largo. Tiene la cabeza, cuello, pecho y vientre de color blanco, mientras que sus alas y cola son de color marrón oscuro. Su pico es gris oscuro y sus cortas patas son de un tono azulado. Se alimenta de peces, a los que caza lanzándose en picada sobre los cardúmenes.

La dieta del piquero peruano en agosto de 1997 estuvo constituida por pejerrey (38.81%), agujilla (Scomberesox saurus, 38.16%) y anchoveta (23.02%) (Jahncke et al. 1997). (SERNANP, 2016).

2.2.16. Pelicano peruano (Pelecanus thagus)

Tabla 6: Nombre y familia de Piquero

Nombres comunes	Alcatraz
Nombre científico	Phalacrocorax bougainvillii
Familia	Phalacrocoracidae

Fuente: Conociendo Nuestras Aves

Se encuentran en la costa del Perú y Chile. Están acostumbrado a vivir en las aguas frías de la corriente de Humboldt, son aves de gran tamaño, miden 152 cm y cuando extienden sus alas llegan a medir más de dos metros largo.

Figura 6: Pelicano peruano



Fuente: SERNANP - RNSIIPG - SEDE SUR.

Cuando es invierno, su plumaje es blanquecino en la cabeza y el cuello, En verano, su plumaje se oscurece. El resto de su cuerpo tiene plumas de color marrón grisáceo, las plumas de sus alas son blanquecinas, su pico es largo, tiene la base de color amarillento y al final se vuelve anaranjado rojizo, sus patas son de color gris y cortas, entre sus dedos tiene membranas que las unen, con una cola corta. Cuando es joven, sus plumas son de color pardo con el vientre claro. Se alimenta de peces que captura nadando o lanzándome desde el aire al agua. Gracias a su pico, que se asemeja a una bolsa elástica azulada, le sirve como una red para atrapar varios peces a la vez. Es muy sociable y se le puede encontrar en grandes grupos, cuando vuelan lo hacen despacio. Anida en colonias en las partes planas de las islas guaneras. Se encuentran en el Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada en el Perú, en estado de peligro pues colectan sus huevos y los cazan. (SERNANP, 2016)

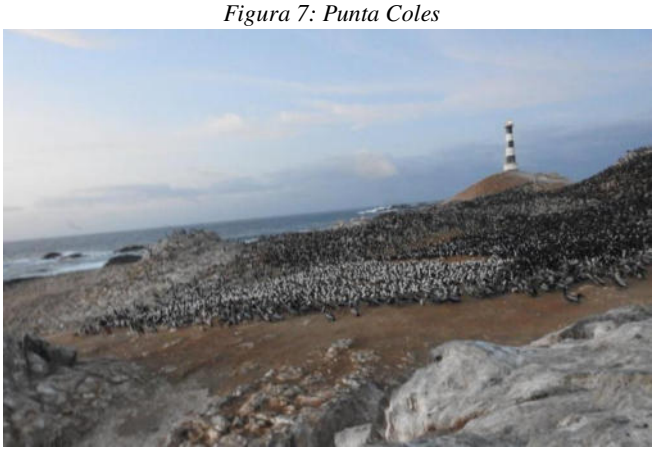
El pelícano peruano se encuentra disperso en varias áreas de la Punta Coles, normalmente adyacente a la costa.

2.2.17. Guano de isla o guano de aves marinas

El guano de isla, es producto proveniente de la alimentación de las aves marinas, principalmente del guanay, piquero y alcatraz, con las especies hidrobiológicas, en lo general de anchoveta, sardina y pejerrey, que luego de ser procesadas en sus aparatos digestivos, deyectan en las islas y puntas de nuestro litoral, formando grandes reservas que en el transcurso de 5 a 6 años se convierten en abono natural orgánico del mundo. (AGRORURAL, 2020)

El guano de isla es un recurso natural renovable, producido por las aves guaneras cuyo habitad son las islas y puntas del litoral peruano.

Figura 7: Punta Coles



Fuente: SERNANP - RNSIIPG - SEDE SUR.

2.2.18. Propiedades del guano de isla

Según AGRORURAL, las propiedades físicas y químicas del guano de isla, están determinadas en función a los dispuesto en los capítulos 5 y 6 de la Norma Técnica Peruana

NTP 311.299:2011., entre las propiedades físicas y químicas más relevantes, tenemos las siguientes:

a. Físicas

- Polvo de granulación uniforme.
- Color gris amarillento verdoso.
- Con olor fuerte a vapores amoniacales.
- Contiene una humedad de 16 – 22 %

b. Químicas

El contenido de los nutrientes son macro elementos, elementos secundarios y micro elementos. Se puede observar dichos elementos en el cuadro:

Tabla 7: Elementos nutritivos del guano de las islas

Elemento	Símbolo / formula	Contenido %	Contenido (ppm)
	Macro elementos		
Nitrógeno	N	10 – 14 %	
Fosforo	P2 O5	10 – 12 %	
Potasio	K2 O	2 – 3 %	
	Elementos secundarios		
Calcio	Ca O	10 %	Presencia
Magnesio	Mg O	1.2 %	Presencia
Azufre	S	1.6 %	Presencia
	Micro elementos		
Hierro	Fe		Presencia
Zinc	Zn		Presencia
Cobre	Cu		Presencia
Manganeso	Mn		Presencia
Boro	B		Presencia
Molibdeno	Mo		Presencia

Fuente: AGRORURAL (2020)

2.2.19. Bondades del guano de las islas

Para su contenido nutricional, el guano de las islas, es un abono orgánico natural, completo y mejorador del suelo, ideal para el crecimiento, desarrollo y producción de cosechas orgánicas, con muy buenos resultados en frutales, hortalizas, leguminosas, cereales, agroindustriales entre otros. (AGRORURAL, 2020)

Entre las bondades del guano de las islas, se tiene las siguientes:

- Mejorador de suelos, por el aporte de materia orgánica, tiene la capacidad de incrementar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, en consecuencia, mejora la fertilidad natural del suelo haciéndolo más productivos. (AGRORURAL, 2020)
- Es un abono natural, por el aporte de los nutrientes mayores, secundarios y menores en las plantas hace que se presente un buen crecimiento, desarrollo y producción de cosechas en cantidad y calidad. (AGRORURAL, 2020)

- Los contenidos de nitrógeno, fosforo y potasio, hacen del guano de isla un elemento valioso para el desarrollo del cultivo puesto que el nitrógeno es necesario para el crecimiento de la planta y la formación de las hojas; el fosforo favorece la floración en muchas plantas y la formación de frutos y el potasio es esencial para las raíces de las plantas crezcan más y puedan alcanzar mayor territorio. (AGRORURAL, 2020)
- Producción orgánica; el guano de isla, cuenta con la certificación orgánica para ser usado en el abonamiento en cultivo diversos que lo requieran. (AGRORURAL, 2020)
- Mejoran el rendimiento de los cultivos; por el contenido de los elementos nutricionales que la planta necesita. (AGRORURAL, 2020)
- Presenta sinergismo; al realizar mezclas de guano de isla con diferentes abonos se genera efectos de sinergia, que ayuda a mejorar la fertilización en forma conjunta, como también de manera independientes, esta propiedad al ser aplicada por agricultores permitirá mejorar sus cosechas y/o mejorar el suelo con el tipo a abono a usar. (AGRORURAL, 2020)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1. Acetato de celulosa

Resina termoplástica muy resistente, que se obtiene por reacción del anhídrido acético sobre celulosa en presencia de ácido sulfúrico y ácido acético. Se emplea como materia prima en la elaboración de discos fonográficos, películas cinematográficas y cintas magnéticas, así como en lacas, barnices y fibras textiles. El acetato de celulosa es muy flexible, resistente a agentes químicos, la luz y el desgaste. (Sensagent, 2013)

2.3.2. Acrílico

Es un Termoplástico rígido excepcionalmente transparente. En su estado natural es incoloro, pero se puede pigmentar para obtener una infinidad de colores. También se puede dejar sin pigmento para producir una lámina completamente transparente. Se produce material en un rango de parámetros de transmisión y difusión de luz, óptimo para diferentes usos. (Morales, s.f.)

2.3.3. Acrilonitrilo butadieno estireno

El Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) es un terpolímero, esto es, una larga cadena de unidades unidas entre sí mediante enlaces químicos y formadas por tres monómeros distintos, unidades básicas que se repiten para dar lugar a un material polimérico. (Humphreys)

2.3.4. Cloruro de polivinilo

Es un material económico y versátil que se utiliza en una variedad de aplicaciones, como edificación y construcción, cuidado de la salud, electrónica, automóviles y otros sectores, en productos que van desde tuberías y revestimientos, bolsas de sangre y tubos hasta alambres y aislamiento de cables, componentes del sistema del parabrisas y más. (Fact, 2021)

2.3.5. Poliamida

Las poliamidas son el grupo más importante de los polímeros que contienen nitrógeno. Estos polímeros tienen en común la presencia del grupo amida -NHCO- en la cadena. Este grupo es capaz de formar puentes de hidrógeno, dando lugar a interacciones que determinan el carácter particular que tienen la estructura y las propiedades de esta familia de polímeros. (Bermúdez Hermida & Muñoz Guerra, 1998)

2.3.6. Poliéster

Es una fibra sintética más utilizada, y muy a menudo se encuentra mezclada con otras fibras para reducir las arrugas, suavizar el tacto y conseguir que el tejido se seque más rápidamente. (Nacional, 2019)

Esta fibra se fabrica a partir de productos químicos derivados del petróleo o del gas natural y requiere la utilización de recursos no renovables y de grandes cantidades de agua, para el proceso de enfriamiento. Sin embargo, el poliéster se puede considerar un tejido químico respetuoso con el entorno; si no está mezclado, se puede fundir y reciclar. También puede fabricarse a partir de botellas de plástico recicladas. (Nacional, 2019)

2.3.7. Polietileno

Se conoce como polietileno (PE) o polimetileno al más simple de los polímeros desde un punto de vista químico, compuesto por una unidad lineal y repetitiva de átomos de carbono e hidrógeno. Se trata de uno de los materiales plásticos de fabricación más económica y simple. Existiendo dos tipos de polietileno de baja densidad y de alta densidad. (Raffino, 2018).

2.3.8. Polietileno vinil acetato

Es un copolímero termoplástico que consiste en unidades repetitivas de acetato de vinilo y etileno, con presencia de grupos polares en su estructura, caracterizado por un fácil procesamiento, alta adhesión, buena flexibilidad y compatibilidad. De esta manera, la compatibilidad con otros polímeros, ceras, resinas, cargas, entre otros. (Herrera Cruz & Pineda Guerrero, 2018).

2.3.9. Polipropileno

El Polipropileno es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos. (Petroquim, 2019).

2.3.10. Espectroscopia de Raman

La espectroscopia Raman es una técnica fotónica de alta resolución que proporciona en pocos segundos información química y estructural de casi cualquier material o compuesto orgánico y/o inorgánico permitiendo así su identificación. El análisis mediante espectroscopia Raman se basa en el examen de la luz dispersada por un material al incidir sobre el un haz de luz monocromático. Una pequeña porción de la luz es dispersada inelásticamente experimentado ligeros cambios de frecuencia que son características del material analizado e independiente de la frecuencia de la luz incidente. Se trata de una técnica de análisis que se realiza directamente sobre el material a analizar sin necesitar éste ningún tipo de preparación especial y que no conlleva ninguna alteración de la superficie sobre la que se realiza el análisis, es decir, es no destructiva. (Soneira Ferrando & Perez Pueyo, 2015).

III. METODOLOGIA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

La presente investigación tiene un diseño no experimental.

3.1.1. Tipo

Por la forma de trabajo de campo se asume el enfoque cualitativo. El tipo de investigación corresponde a un estudio básico, de nivel descriptivo, ya que el

objetivo principal fue caracterizar físico-químicamente los microplásticos en el guano de Punta Coles. (Hernandez et al,. 2014)

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación por sus características asume el diseño no experimental de corte transversal específicamente diseño descriptivo simple ya que, se pretende caracterizar físico químicamente los microplásticos. (Hernandez et al,. 2014)

3.2. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

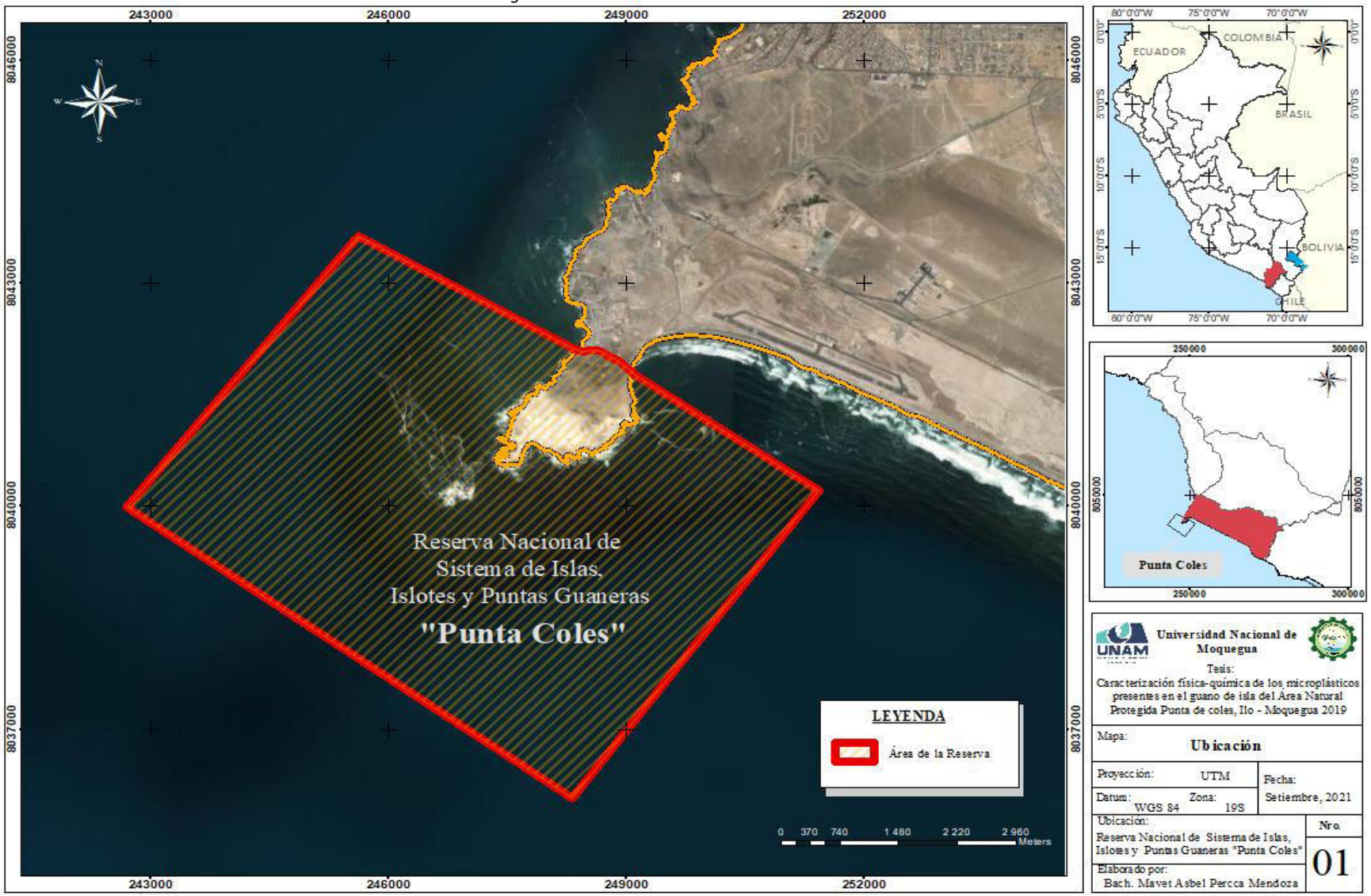
3.2.1. Ámbito Temporal:

La presente investigación fue desarrollada en diciembre del 2019.

3.2.2. Ámbito espacial:

La investigación se realizó en la provincia de Ilo, distrito de Ilo teniendo la siguiente ubicación según se muestra en la siguiente Figura 8.

Figura 8: Plano de Ubicación de Punta de Coles



Fuente: Elaboración Propia

3.3. POBLACION Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población con la que se realizó esta investigación es el guano de isla de la Reserva Nacional Punta Coles.

Tabla 8: Población de aves guaneras en Punta Coles

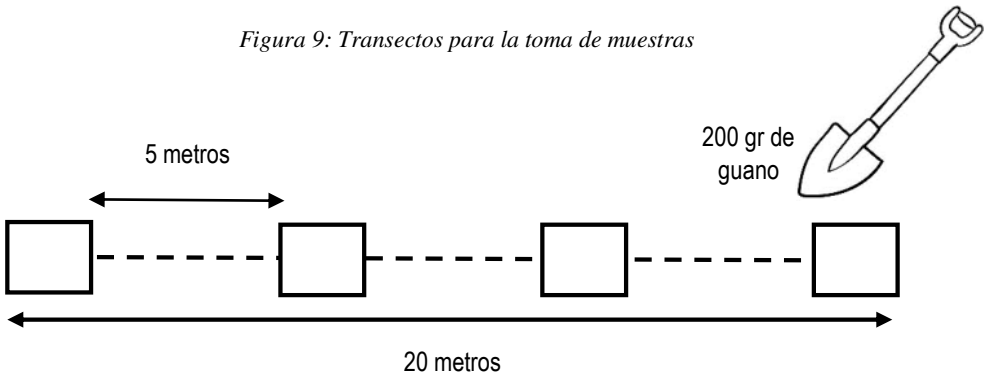
Población	
Guano de isla	Guanay (Phalacrocorax bougainvil)
	Piquero peruano (Sula variegata)
	Pelicano peruano (Pelecanus thagus)

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra

El muestreo utilizado para la presente investigación fue desarrollado por 12 transectos ubicados en la Reserva Nacional de Punta Coles, cada transectos es de 20 metros, con 4 puntos cada uno, obteniendo 200 gr de guano por cada punto.

Figura 9: Transectos para la toma de muestras



Fuente: Elaboración propia

3.4. INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos corresponden a las notas de campo y fotografías (Hernandez et al., 2014). Donde el mismo autor indica que es muy necesario llevar registros y elaborar anotaciones durante los eventos o sucesos vinculados con el planteamiento.

Para el ingreso al Area Natural Protegida Punta Coles, se solicitó con anterioridad el permiso correspondiente, el cual fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 129 – 2019 – SERNANP – RNSIIPG. Ver Anexo 03.

3.4.1. Notas de campo:

El 05 de diciembre del 2019, me reuní con los Guarda parques del Area Natural Protegida Punta Coles del SERNANP y AGRO RURAL, para las pautas correspondientes al ingreso de Punta Coles, donde se determinó los siguiente:

- Se pudo identificar los puntos de muestreos para su posterior recolección de las muestras de guano de isla.

Figura 10: Punta coles con la muestra de guano



Fuente propia

- El guarda parque de AGRO RURAL, indico los lugares donde se encuentra mayor presencia de guano.

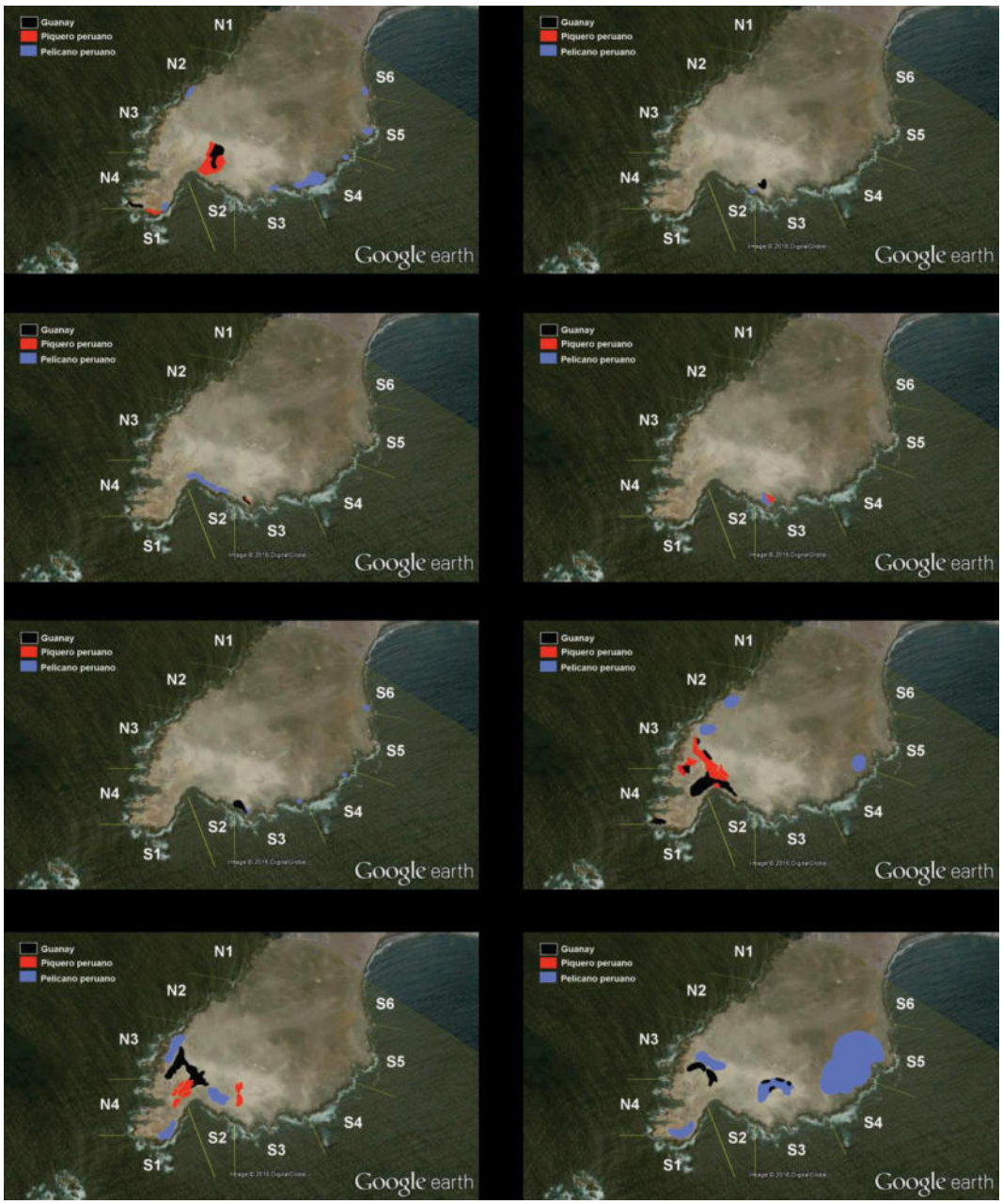
Figura 11: En Punta Coles con los guarda parques de AGRORURAL y SERNANP



Fuente propia

- Los guardas parque de SERNANP y AGRO RURAL mostraron las zonas donde anidaban las aves guaneras, para tomar en cuenta como puntos de muestreo. Información que se corroboro con la Línea Base Biológica de Punta Coles del año 2017, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 12: Desplazamiento de las aves guaneras en Punta Coles durante algunos meses de 2015



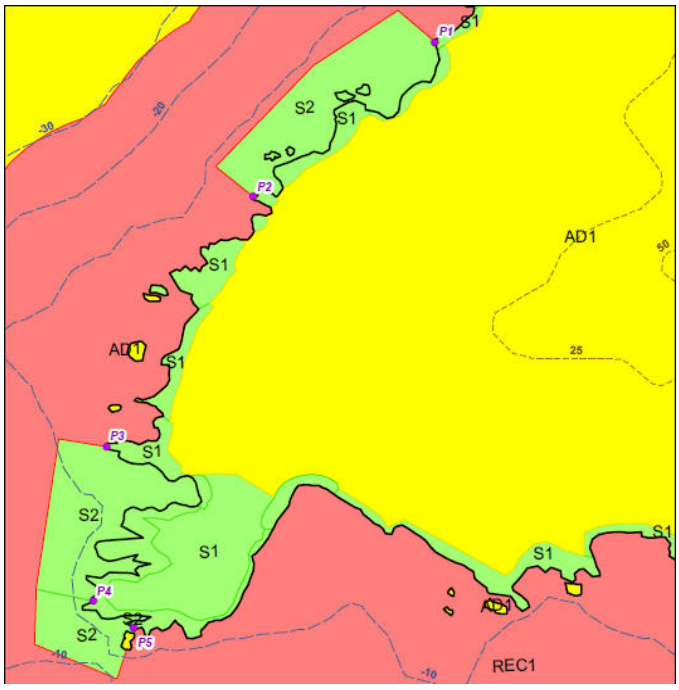
Fuente: Agro Rural-RNSIIPG Sede Sur.

- En Punta Coles proporcionaron los horarios para sacar las muestras, y no interferir en el área donde se encuentran las aves presentes. Siendo el horario establecido desde las 8:00 horas hasta las 10:00 horas, horas donde se tiene mayor visibilidad y las aves salen a buscar alimento.

- Se tuvo en cuenta las indicaciones de la vestimenta que se debe usar dentro de la Reserva Nacional Punta Coles, ya que una indumentaria inadecuada puede perturbar a las aves guaneras.

- Para el muestro se tomó muestras en la Zona de Aprovechamientos Directo (AD) y Zona Silvestres (S), como se indica en la siguiente imagen:

Figura 13: Mapa de zonificación de Punta Coles



Fuente: RNSIIPG - SECTOR "PUNTA COLES"

El 06, 07 y 08 de diciembre del 2019, se inició con la toma de muestras de guano en la Reserva Nacional Punta Coles, se llevó los siguientes materiales para la recolección:

Materiales de campo:

- Cuadrantes de 50 x 50 cm.
- Cinta métrica de 60 metros.
- Papel aluminio.
- Bolsas de papel.
- Pala o espátula para recoger sedimento.
- GPS.
- Cinta masking tape.
- Marcadores o rotuladores.
- Nevera o Recipiente para guardar muestras de agua.
- Lupa.

- Pico.
- Baldes pequeños.
- Guantes.
- Pabilo de 20 metros.
- Estacas.

3.5. PROCEDIMIENTOS

3.5.1. Puntos de muestro

En la Reserva Nacional Punta coles, se encuentra el guano de isla que se origina a partir de las aves guaneras como es el Guanay (Phalacrocorax bougainvil), Piquero peruano (Sula variegata) y el pelicano peruano (Pelecanus thagus). Se recolectaron 48 muestras de un total de 12 transectos. El guano se tamizó en el lugar mediante eliminación de restos (plumas, insectos, entre otros).

Los puntos fueron ubicados con un GPS, y se utilizó las coordenadas geográficas UTM, programadas con coordenadas referidas al WGS 84 (World Geodetic System 84). La codificación, las coordenadas geográficas y la zonificación del Area Natural Protegida (ANP) se detallan en la tabla 9 y figura 14.

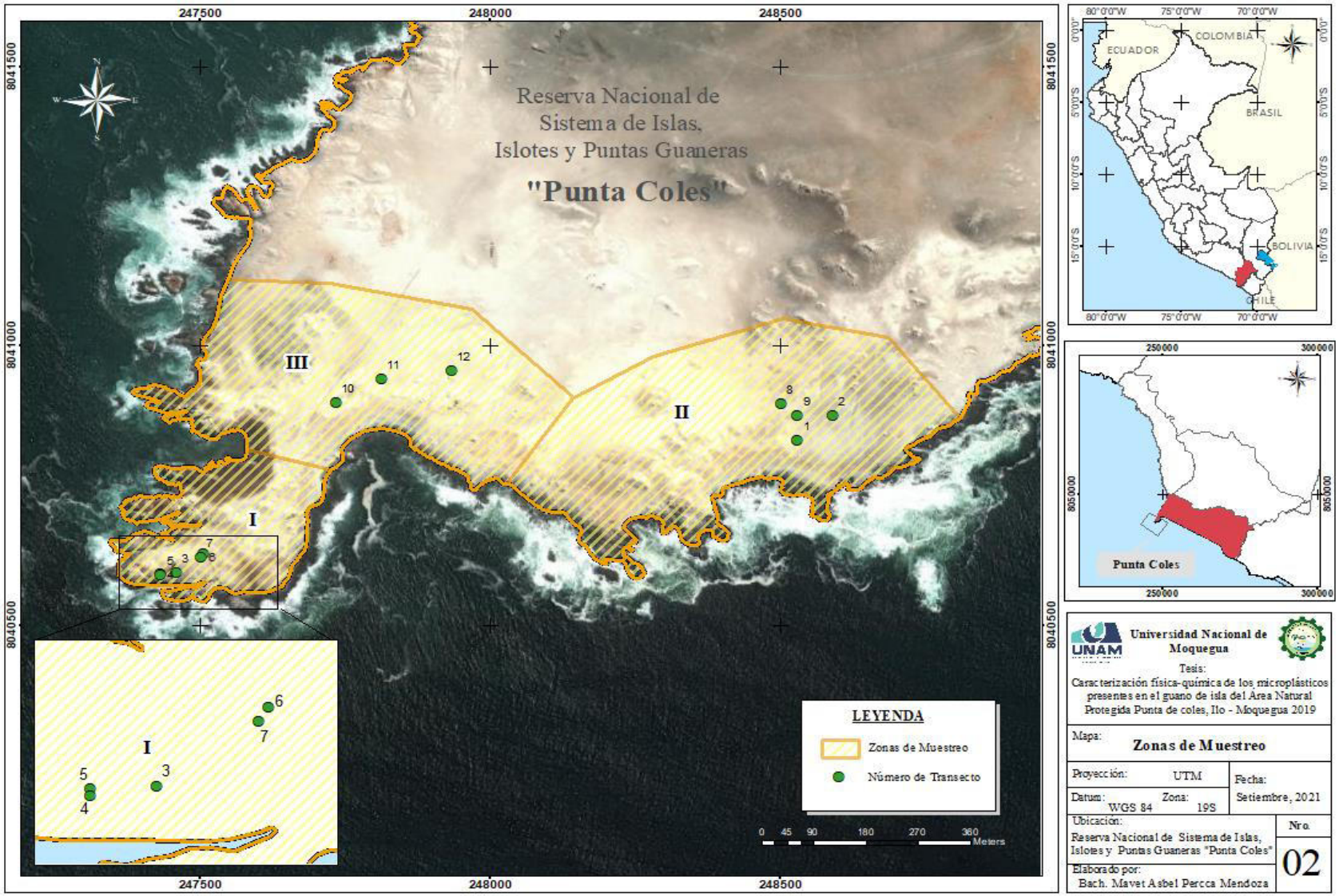
Tabla 9: Puntos de muestreo en Punta Coles

Código Transecto	Código del punto	Zona de muestreo	WGS 84 zona 19		Altitud Msnm	Zonificación del ANP
			Este	**Norte**		
TR-PC-3	70	I	247459	8040594	15m	Zona silvestre (S)
	71		247451	8040594	8m	
	72		247448	8040596	10m	
	73		247442	8040592	11m	
TR-PC-4	74		247432	8040593	10m	
	75		247432	8040596	10m	
	76		247427	8040600	8m	
	77		247424	8040606	6m	
TR-PC-5	78		247432	8040590	9m	
	79		247427	8040597	8m	
	80		247422	8040596	8m	
	81		247417	8040593	9m	
TR-PC-6	82		247505	8040628	3m	
	83		247508	8040624	4m	
	84		247510	8040619	3m	
	85		247513	8040615	2m	
TR-PC-7	87		247501	8040622	2m	
	88		247503	8040619	1m	
	89		247506	8040615	0m	
	90		247508	8040610	-1	
TR-PC-1	60	II	248529	8040832	1 m	Zona de Aprovechamiento Directo (AD)
	61		248533	8040831	0 m	
	62		248538	8040832	0 m	
	63		248543	8040833	-0 m	
TR-PC-2	64		248590	8040875	-0 m	
	65		248590	8040882	-1 m	
	66		248587	8040886	-1 m	

	67		248587	8040890	-1 m	
TR-PC-8	91		248501	8040898	3m	
	92		248505	8040901	3m	
	93		248510	8040902	3m	
	94		248514	8040905	3m	
TR-PC-9	95		248529	8040875	2m	
	96		248530	8040870	2m	
	97		248532	8040865	1m	
	98		248531	8040860	1m	
TR-PC-10	99	III	247734	8040900	-3 m	Zona de Aprovechamiento Directo (AD
	100		247737	8040903	-5 m	
	101		247743	8040905	-4 m	
	102		247746	8040908	-4 m	
TR-PC-11	103		247813	8040941	-2 m	
	104		247811	8040937	-2 m	
	105		247811	8040931	-2 m	
	106		247811	8040927	-3 m	
TR-PC-12	108		247933	8040956	2 m	
	109		247938	8040956	2 m	
	110		247943	8040956	2 m	
	111		247948	8040956	2 m	

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Plano de puntos de muestreos



Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Recolección de muestras de guano

Actualmente, no se cuenta con un método estandarizado en ninguno de los procesos relacionados con el muestreo de microplásticos en guano de isla; sin embargo, se tiene claro que la primera regla para cualquier recolección de muestras de este tipo debe ser evitar el uso de plástico tanto como sea posible, sobre todo para su transporte y almacenamiento (Michielssen et al., 2016; Hidayaturrahman y Lee 2019)

Las muestras fueron recogidas durante el periodo del verano en la Reserva Nacional Punta Coles, con ayuda de una espátula o pala pequeña y estas se guardaron en bolsas de papel y para su traslado y almacenamiento se usó coolers.

Figura 15: Recolección de muestras de guano



Fuente: Propio

La recolección de las muestras de guano se realizó de forma puntual en la mañana. En la mayoría de estudios se emplean cuadrantes cuyo tamaño dependerá de las facilidades para el traslado y almacenamiento de las muestras. Se tomaron 48 muestras puntuales de 200 gr cada una con profundidad de 5 cm. Si bien se han detectado microplásticos hasta 2 m de profundidad en la costa de tres playas de Brasil, y en estudios en agua dulce consideran el muestreo a 5 cm de la superficie (Manrique Muñante, 2019). Es que tome como referencia este último para la recolección de las muestras.

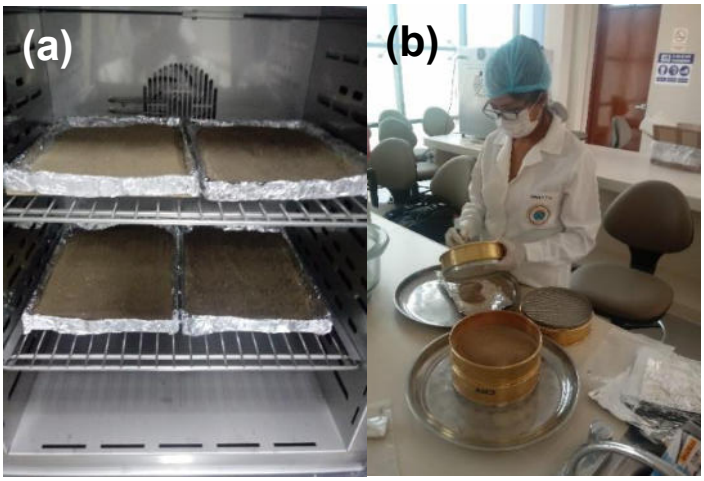
3.5.3. Pre tratamiento de la muestra para la caracterización físico química

Antes de extraer los microplásticos del guano de isla, se realizó un tratamiento previo que incluye el secado y el tamizado de la muestra. El secado se realizó a una

temperatura menor de 90° por 24 horas para no fundir algunos microplásticos. (Masura et al., 2015)

Por otra parte, el tamizado se realizó por 20 minutos empleando mallas de 5mm (se descartó la muestra), 1mm y 300 µm por 20 minutos. Mientras más pequeños sean los microplásticos que se analizarán, la dificultad en su separación aumentará dada la similitud entre el tamaño del grano de sedimento y el tamaño del microplástico.

Figura 16: Pretratamiento de muestras. (a) Secado de las muestras de guano en la estufa. (b)Tamizaje de las muestras de guano



Fuente propia

3.5.4. Extracción de los microplásticos

Son muchos los autores que recomiendan el método de extracción del protocolo de la NOAA (Masura et al., 2015), basado en la oxidación de la materia orgánica con peróxido de hidrogeno (WPO) en presencia de un catalizador de Fe (II) y posterior separación por densidad en una solución acuosa salina para aislar los microplásticos por flotación. Por esta razón el método de extracción para las muestras de sedimento fue adaptado del protocolo de la NOAA (Masura *et al*., 2015).

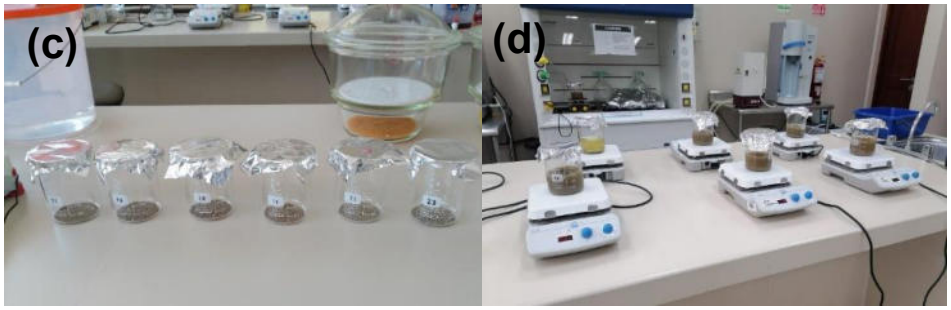
a. Por flotación

La extracción de microplásticos de las muestras del guano, se realizó a través del método de separación de densidad (Bayo et al., 2016; Vianello et al., 2013) ligeramente modificado.

Se pesó y etiqueto en un vaso de precipitado limpio y seco de 600 ml, se procedió a pesar 5 g de cada una de las muestras tamizadas (1 mm y 300 µm) y agregarlos a los vasos de precipitados. Se adiciono a las muestras 250 ml de NaCl 2M, para ponerla a la plancha de cocción y agitar la solución antes mencionada durante 1

hora, utilizando un agitador magnético a 200 rpm. (Bayo et al., 2016; Vianello et al., 2013)

Figura 17:Extracción de Mps por flotación (c) 5 gr de las muestras de guano en el vaso precipitado. (d) Muestras con NaCl 2M en la plancha de cocción



Fuente propia

Posteriormente la mezcla se deja reposar durante otra hora, y el sobrenadante se sometió a un tamizado en húmedo a través de una malla No. 300 µm. Este procedimiento se repitió tres veces consecutivamente para asegurar la extracción de todo el microplástico presente en la muestra de guano. Se transfirió los sólidos recogidos del tamiz de No. 300 µm. al vaso precipitado de 250 ml, usando agua destilada. Llevándolo a la estufa de secado a 90 °C durante la noche o hasta que se seque la muestra y se procedió a pesar los vasos precipitados. (Bayo et al., 2016; Vianello et al., 2013).

Figura 18: Extracción de Mps por flotación. (e) Tamizado húmedo de la muestra. (f) Transferencia de los sólidos al vaso precipitado.



Fuente propia

b. Por oxidación

Una vez las muestras secas se procedió a realizar la oxidación de la materia orgánica con peróxido de hidrogeno (WPO). Se agregó 25 ml del sulfato de hierro de 0,05 M Fe (FeSO4) al vaso precipitado que contiene la fracción de los sólidos recolectados. Luego se añadió 25 ml de peróxido de hidrogeno al 30% Se dejó en reposo la mezcla a temperatura ambiente durante cinco minutos antes de proceder al siguiente paso. (Masura et al., 2015)

Se añadió una barra de agitación al vaso y para proteger de cualquier contaminación cruzada se tapó con un cristal de reloj. Luego de procedió a calentar en la plancha de cocción a 75°C durante 30 minutos. (Masura et al., 2015)

Figura 19: Extracción de Mps por oxidación (g) Muestras en reposo con sulfato de hierro y peróxido de hidrógeno. (h) Muestras en la plancha de cocción.



Fuente propia

Se retiró el vaso de la plancha de cocción y se colocó en la campana extractora hasta que la ebullición disminuya. Si la reacción parece tener el potencial de desbordar el vaso precipitado, se añadió agua destilada para ralentizar la reacción. Si el material orgánico es visible, se añadió otros 25 ml de peróxido al 30%. Se repitió hasta que no se vea ningún material orgánico natural. (Masura et al., 2015)
Se añadió 6 g de sal (NaCl) por cada 20 ml de muestra para aumentar la densidad de la solución acuosa dándole una concentración 5 M y aislar los microplásticos por flotación.

c. Por densidad

Se transfirió la solución de WPO del paso "b" a las peras y se dejó que los sólidos se asienten durante toda la noche. luego se dreno y desecho los sólidos asentados en la pera.
Se pesó placas Petri y el papel filtro Whatman No. 40, 8 micras de poro y 47 mm de diámetro. (Masura et al., 2015).
Y se realizó la filtración al vacío con un Kitasato, con las muestras flotante de las peras; este fue un parámetro importante de controlar, debido a que facilita la cuantificación de las microplásticos, es necesario que su distribución en la superficie del filtro sea uniforme.

Figura 20: Extracción de Mps por densidad. (i) Filtración al vacío de las muestras. (j) Colocando el papel filtro con la muestra obtenida en la placa Petri



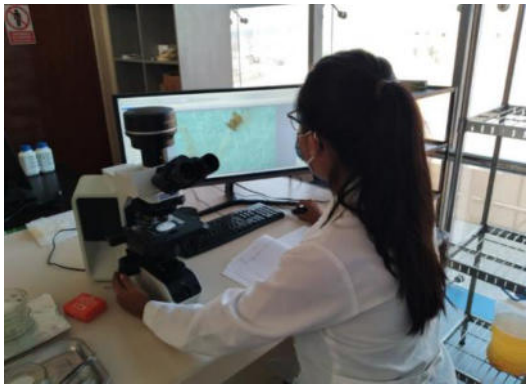
Fuente propia

3.5.5. Identificación física de los microplásticos por microscopio

Para la identificación física de los microplásticos se realizó la caracterización de color, tamaño y peso.

Los papeles filtros obtenidos en el paso anterior se observaron a través de un microscopio óptico Olympus Modelo BX43 utilizando para la documentación fotográfica el Software cellSens que se encuentra adjunto al microscopio, se usó un aumento de 10x y 20x.

Figura 21: Observando los Mps sospechosos en el microscopio



Fuente propia

3.5.6. Análisis de identificación química de los microplásticos

Para el análisis químico de los microplásticos presentes en el guano, se envió 47 muestras para su análisis en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería. El análisis realizado fue en Microscopía Raman Xplora (Jing Liu, et al, 2020).

3.5.7. Analisis de cuantificación de los microplásticos

Para este análisis se realizó la cuantificación morfológica de los microplásticos a partir de la identificación física, en el microscopio óptico Olympus Modelo BX43.

Todos los microplásticos sospechosos fueron fotografiados, medidos por tamaño y clasificados por tipo (microperlas, filamentos, láminas y fragmentos). Hay tres reglas para discriminar entre plásticos y no plásticos: (1) el objeto no debe tener estructuras orgánicas celulares u naturales; (2) la fibra debe ser igualmente gruesa en toda su longitud; (3) el color de las partículas debe ser claro y homogéneo en todo momento (Hidalgo-Ruz et al., 2012).

IV. ANALISIS DE DATOS

Para la cuantificación de los microplásticos identificados en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Moquegua fueron desarrollados en la hoja de cálculo Excel 2016.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

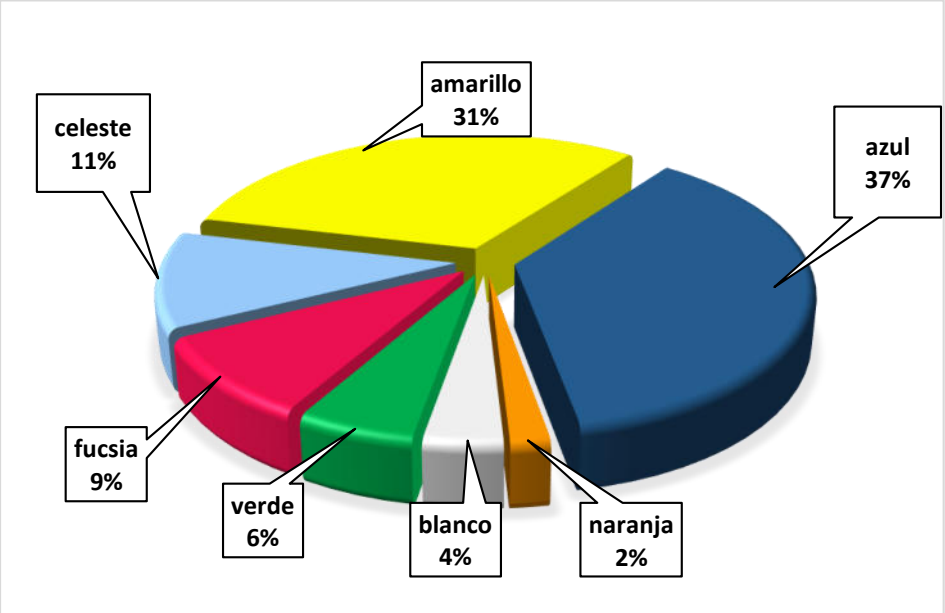
5.1.1. Caracterización física de microplásticos

A continuación, se detallan los resultados de la caracterización de los microplásticos recolectados.

A. Color

En la siguiente figura 22 se muestra la distribución porcentual del color de los microplásticos. En el muestreo realizado en la reserva Punta Coles del guano de las aves; el color azul es el predominante con 37%; seguido de color amarillo con 31%. El color celeste representa 11%; el color fucsia representa 9%; el color verde representa 6%; el color blanco representa 4% y el naranja el 2%.

Figura 22: Color de los microplásticos



Fuente propia

En la tabla 10 se muestra el número de microplásticos según su color. Se han identificado 20 MPs de color azul, 17 MPs de color amarillo, 6 MPs de color celeste, 5 MPs de color fucsia, 3 MPs de color verde, 2 MPs de color blanco y 1 MPs de color naranja.

Tabla 10: Numero de Microplásticos según su color

Color de MPs	Numero	Porcentaje
Azul	20	37
Amarillo	17	31
Celeste	6	11
Fucsia	5	9
Verde	3	6
Blanco	2	4
Naranja	1	2
TOTAL	**54**	**100**

Fuente propia

B. Tamaño

Con la ayuda del Software cellSens se pudo realizar la documentación fotográfica y se midió el tamaño de los MPs clasificados en dos grupos. El primer grupo de tamaño 0,01 – 300 µm y el segundo grupo de tamaño 300 - 5000 µm. Como se puede observar en la tabla 11.

Tabla 11: Tamaño de microplásticos

Grupos	Tamaño de MPs
0,01 – 300 µm	22
300 - 5000 µm	32

Fuente propia

En la tabla 12 se puede observar el tamaño promedio de MPs es 444.202 µm; el máximo tamaño es 1565.86 µm y el mínimo tamaño es 38.69 µm.

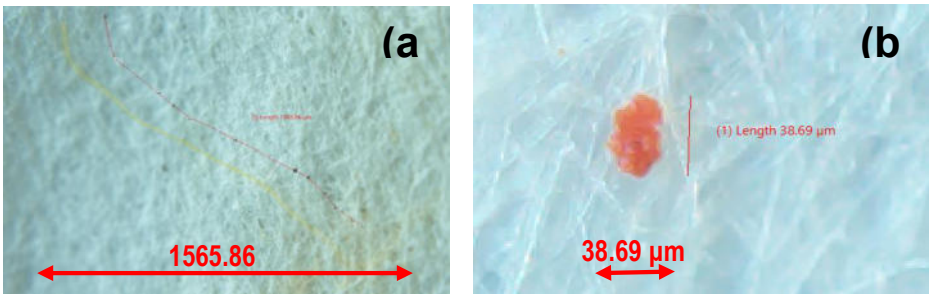
Tabla 12: Tamaño máximo y mínimo

Grupos	Tamaño de MPs	Código del punto de muestreo
Máximo	1565.86	96
Mínimo	38.69	85
Promedio	444.202	-

Fuente propia

En la figura 23 se puede observar los microplásticos del máximo y mínimo tamaño registrados durante el proceso de caracterización mediante el Software cellSens.

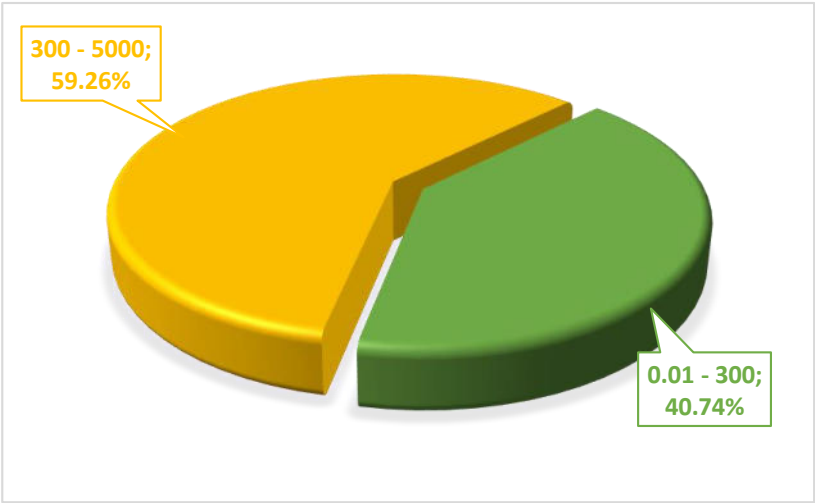
Figura 23: Tamaños de los MPs (a) Mps máximo tamaño y (b) Mps mínimo tamaño



Fuente propia

La mayor cantidad de MPs se encuentran en el segundo grupo de 300 - 5000 µm con 32 que representa 59.26% del total. En la figura 24 se muestra el número de MPs de acuerdo al tamaño.

Figura 24: Tamaño de microplásticos



Fuente propia

C. Peso

El peso de los MPs registrados por transectos fueron los siguientes, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Peso total por cada transectos

Zona de muestreo	Código de transectos	Peso (gramos)
I	TR-PC-3	0.000926
	TR-PC-4	0.001117
	TR-PC-5	0.001264
	TR-PC-6	0.000646
	TR-PC-7	0.001291
II	TR-PC-1	0.00121
	TR-PC-2	0.001102
	TR-PC-8	0.000861
	TR-PC-9	0.001545
III	TR-PC-10	0.000696
	TR-PC-11	0.001231
	TR-PC-12	0.001583
Total		**0.013175**

Fuente propia

En la figura 25 se observa que los pesos por transectos varían, siendo el transecto TR-PC-12 de mayor peso con 0.001583 gr de microplásticos y el transecto TR-PC-6 de menor peso con 0.000646 gr de microplásticos.

Figura 25: Peso total por transectos



Fuente propia

5.1.2. Identificación química de microplásticos

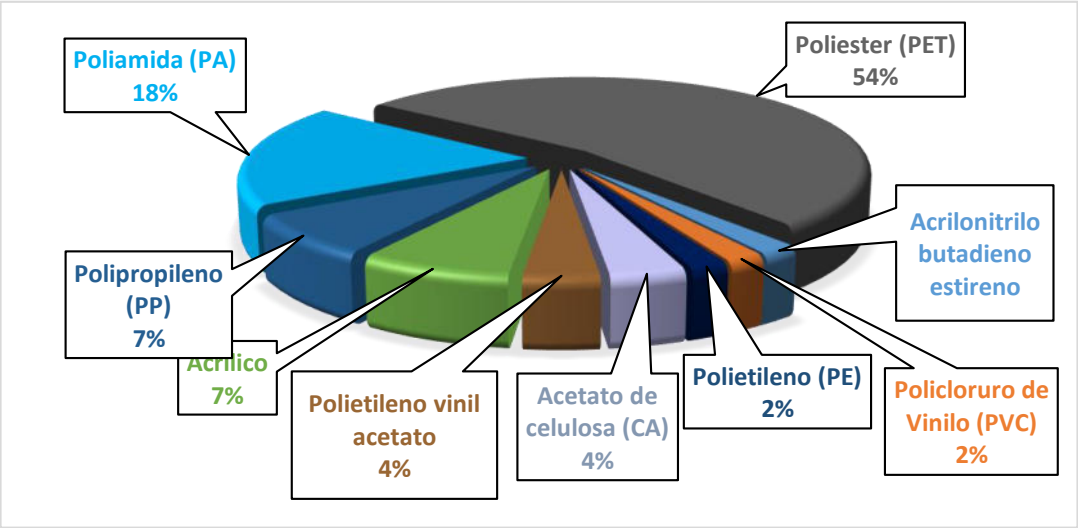
Se ha identificado 54 polímeros en las muestras de guano de Punta Coles de los cuales 29 partículas de Poliéster (PET) que representa 54% del total; 10 partículas de Poliamida (PA) que representa 18%; 4 partículas de Polipropileno (PP) que representa 7%; 1 partícula de Polietileno (PE) que representa 2%; 1 partícula de Cloruro de Polivinilo (PVC) que representa 2%; y 9 partículas de otros polímeros (acrílico, polietileno vinil acetato, acetato de celulosa y Acrilonitrilo butadieno estireno) que representa 17% pero no se encuentran como parte de la presente investigación, el porcentaje predominante con 7% fue el acrílico del total de las muestras. (Ver tabla 14 y figura 26).

Tabla 14: Polímeros identificados en las muestras de guano

Zona de muestreo	Código de transectos	Nro. de MPs	Poliéster (PET)	Poliamida (PA)	Polipropileno (PP)	Polietileno (PE)	Cloruro de polivinilo (PVC)	Acrílico	Polietileno vinil acetato	Acetato de celulosa	Acrilonitrilo butadieno estireno
I	TR-PC-3	4	1					2		1	
	TR-PC-4	4	3			1					
	TR-PC-5	5	1	3			1				
	TR-PC-6	3	3								
	TR-PC-7	5	3		1						1
II	TR-PC-1	4	1	3							
	TR-PC-2	4	1	2						1	
	TR-PC-8	4	3						1		
	TR-PC-9	6	3	1	1			1			
III	TR-PC-10	3	2						1		
	TR-PC-11	3	2					1			
	TR-PC-12	9	6	1	2						
	TOTAL		**29**	**10**	**4**	**1**	**1**	**4**	**2**	**2**	**1**

Fuente propia

Figura 26: Porcentajes de polímeros identificados en las muestras de guano



Fuente propia

Los espectros Raman fueron obtenidos en el laboratorio de Electroquímica aplicada de la Universidad Nacional de Ingeniería, usando un equipo Horiba Scientific, con longitud de láser 785 nm y una potencia del 1%, 25%, 5 % y 100%.

En las figuras del anexo 7 se reportan las muestras analizadas según el número de placa Petri, el espectro Raman y la identificación según la base de datos:

- Curva celeste corresponde a la referencia/patrón del microplástico

- Curva en negro corresponde al espectro obtenido en el laboratorio en el equipo Raman Xplora (muestra problema)

- El % de comparación corresponde al nivel de aproximación del espectro obtenido con el espectro de Referencia.

Se obtuvo los espectros de los siguientes polímeros PVC, PET, PP, PA, PE, Acrílico, Polietileno vinil acetato, Acetato de Celulosa y Acrilonitrilo butadieno estireno, usando un Espectrómetro RAMAN Confocal.

5.1.3. Cuantificación de microplásticos

A continuación, se detallan los resultados del muestreo y su cuantificación morfológica de los Mps recolectados, como se presentan en la siguiente tabla 15.

Tabla 15: Numero de microplásticos según su morfología

Zona de muestreo	Código de transectos	Filamento	Fragmento	Microperla	Total
I	TR-PC-3	3	1	0	4
	TR-PC-4	2	1	1	4

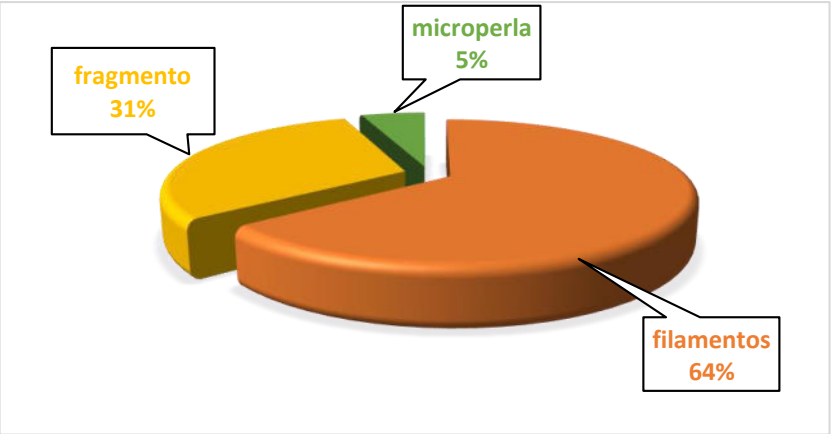
	TR-PC-5	5	0	0	5
	TR-PC-6	2	0	1	3
	TR-PC-7	1	4	0	5
II	TR-PC-1	3	1	0	4
	TR-PC-2	4	0	0	4
	TR-PC-8	1	3	0	4
	TR-PC-9	3	3	0	6
III	TR-PC-10	1	2	0	3
	TR-PC-11	3	0	0	3
	TR-PC-12	8	1	0	9
Total		**36**	**16**	**2**	**54**

Fuente propia

Se muestran los registros de MPs totales correspondiente a las muestras realizadas en Punta Coles. El máximo registro fue en el transecto 12 de la Zona III donde se evidencio la presencia de 9 MPs, de tipo filamento y fragmentos presentes.

Los microplásticos encontrados en las muestras de guano en Punta Coles tienen diversas morfologías. Se han identificado 36 microplásticos de tipo filamento que representa el 64%; 16 microplásticos de tipo fragmento que representa el 31% y 2 microplásticos de tipo Microperla que representa el 5%, como se muestra en la figura 27.

Figura 27: Morfología de microplásticos

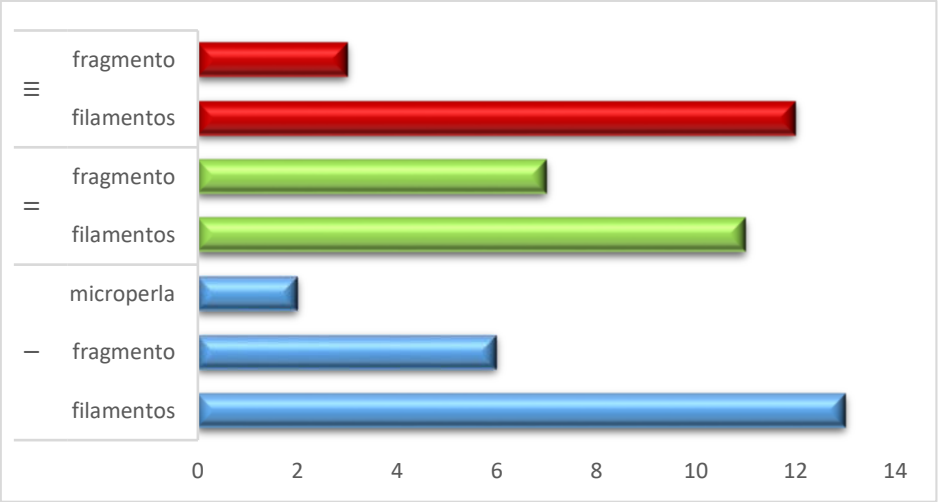


Fuente propia

En la figura 28 se puede observar la presencia de microplásticos de acuerdo a su morfología, en cada zona de muestreo.

En la zona de muestreo I se ha identificado un total de 13 filamentos, 6 fragmentos y 2 micro perlas; en la zona de muestreo II se han identificado un total de 11 filamentos y 7 fragmentos; en la zona III se han identificado un total de 12 filamentos y 3 fragmentos.

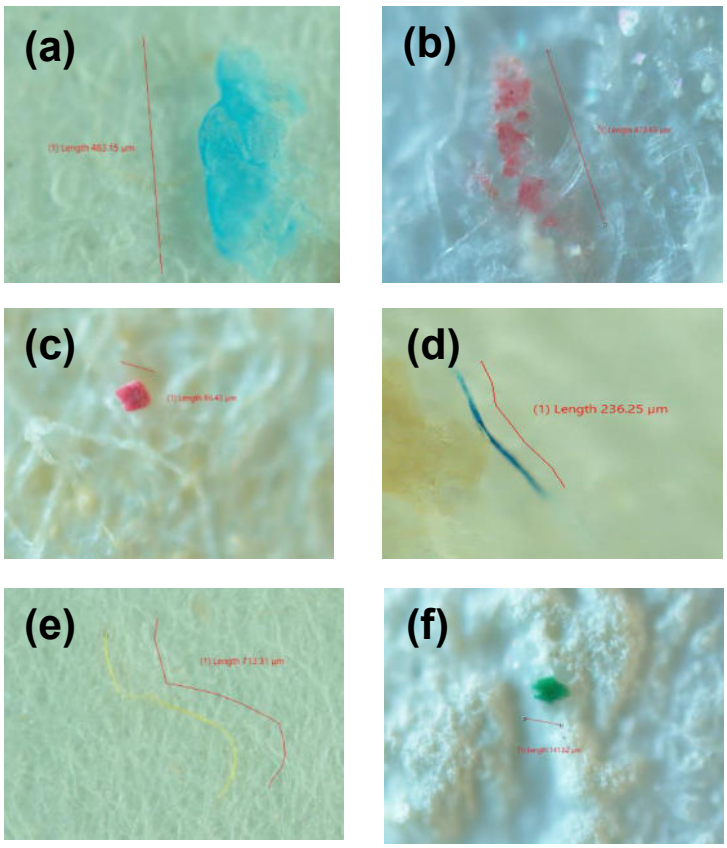
Figura 28: Número de microplásticos según zona de muestreos



Fuente propia

En la figura 29 se puede observar las diferentes formas de MPs obtenidas durante el proceso de cuantificación.

Figura 29:Morfología de MPs encontrados en las muestras de guano (a), (b) y (c) fragmentos; (d) y (e) filamentos y (f) Microperla



Fuente propia

5.2. DISCUSIÓN

Esta tesis de investigación presenta el primer registro de microplásticos presentes en el guano de isla en el Perú, de la Reserva Nacional Punta Coles, que se encuentra al sur del país.

Los resultados encontrados han demostrado la presencia de plástico de diferentes tipos, colores y tamaños en el guano de las aves guaneras (Guanay, Pelicano y Piquero). Este plástico encontrado podría haber sido ingerido en diferentes partes del litoral costero, ya que estas aves se desplazan según la disponibilidad de alimento (Luna-Jorquera et al., 2003). La zona de estudio esta expuesta a contaminación por residuos solidos generados por las playas colindantes, visitas turísticas y actividades pesqueras (Luyo et al., 2014). En las costas del sureste del Pacifico, el vertido de residuos sólidos es una de las fuentes más importantes de contaminación marina. Los plásticos provienen de dos fuentes, la terrestre (principalmente de las ciudades) y la marina (pesquerías, actividades relacionadas con el transporte), siendo la terrestre la más representativa (CPSS 2007).

Los residuos de origen terrestre llegan al mar tras una gestión inadecuada en tierra, y los residuos sólidos no degradables llegan al mar a través de diversos agentes como el viento, la lluvia, los animales e incluso por la disposición directa en los ríos. CPSS (2007) indica que los plásticos son una fracción menor de los desechos producidos por Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Panamá, pero una vez que llegan al mar, se convierten en los residuos sólidos más persistentes en las playas (por ejemplo, botellas, bolsas, tapas de botellas).

La presencia de plásticos en la biota marina (invertebrados, aves marinas, tortugas marinas y mamíferos marinos) ya ha sido documentada (Provencher et al. 2014; Davidson & Dudas 2016; Avio et al. 2017; Jiménez et al. 2017; Nelms et al. 2018; Thiel et al. 2018; Herrera et al. 2019; Machovsky-Capuska et al. 2019).

Según Provencher et al. (2018), indica la probabilidad que muchos animales excreten microplásticos tras su ingestión, la excreción de plásticos por parte de las aves marinas es especialmente interesante, ya que éstas suelen ser coloniales durante la temporada de cría y, por lo tanto, el guano de las aves marinas puede transportar tanto nutriente como contaminantes del medio marino al terrestre.

En general, la ingestión de microplásticos en condiciones ambientales puede ser selectiva dependiendo de la especie y los animales pueden absorber plásticos de forma diferente según el color, la forma y el tamaño del plástico. Entender estas características podría proporcionar pistas sobre el tipo de microplásticos que terminan en el medio ambiente a través de las heces. (Pérez-Guevara, Kutralam-Muniasamy, & Shruti, 2021)

En consecuencia, el guano de las aves marinas es un vector de microplásticos derivados del mar y de contaminantes asociados al plástico hacia los entornos de anidación terrestres (Cole et al., 2011).

Sin embargo, la presencia de plástico < 5 mm en el contenido estomacal y/o en las heces no se conoce ampliamente, especialmente en el caso de los depredadores del ápice en la costa del sur del Pacifico. Los efectos de la ingestión de microplásticos en la salud de los animales están relacionados con la obstrucción de los tractos digestivos, la pérdida de ingesta de alimentos, la inducción de la inanición y la pérdida de energía (Sharma y Chatterjee 2017).

5.2.1. Caracterización física de microplásticos

Los resultados obtenidos en esta investigación detectaron la presencia de microplásticos en el guano de isla de las aves guaneras de la Reserva Nacional Punta Coles. Estos resultados obtenidos son alarmantes y preocupantes para el ecosistema acuático debido a que podrían ser consumidos los microplásticos por las especies. Se identificó el color, tamaño, peso y se cuantifico mediante la morfología de los microplásticos (Crawford et al., 2017).

a. Color:

En la presente investigación se obtuvo un registro de 54 partículas de microplásticos de las cuales el mayor registro corresponde a los microplásticos de color azul con 20 partículas que representan 37% del total; del color amarillo con 17 partículas que representa 31%; del color celeste con 6 partículas que representan el 11 % y, finalmente, 11 partículas de colores fucsia, verde, blanco y naranja que representa 21% del total. Gil-Delgado et al. (2016), reporta el color rojo y azul en las muestras de las aves shelduck, ánade real y focha común. De igual manera Fragão et al., 2021 la distribución del color de las partículas ingeridas fue muy similar en todas las especies muestreadas, donde las partículas azules fueron las más comunes, seguidas de las verdes y las rojas. Como se reportaron en distintas investigaciones que coinciden con nuestros resultados, donde el color azul predomina. (Perez-Venegas et al., 2020; Donohue et al., 2019; Nelmsetal.,2019). Del mismo modo, se encontraron mayores cantidades de microplásticos de color azul en los niveles tróficos más bajos del Océano Pacifico (Ory et al., 2017; Thiel et al., 2018).

En la región de América Latina, los microplásticos detectados tanto en biotas de agua dulce como marinas estaban dominados por los colores blanco, azul, rojo y negro. Los microplásticos azules, seguidos de los blancos y rojos, fueron comunes en el caso de las heces de foca a lo largo de la costa de Perú-Chile (Pérez-Venegas et al., 2020).

b. Tamaño

Según Kutralam-Muniasamy et al., 2020. La medición del tamaño de las partículas es fundamental, ya que desempeña un papel esencial en el comportamiento del transporte y el destino de los microplásticos en el medio acuático, así como en las interacciones entre los distintos organismos acuáticos.

Es difícil encontrar criterios unificados para medir el tamaño de los microplásticos. Por ejemplo, los tamaños de los microplásticos se determinaron por el tamaño del tamiz de la malla (Olivatto et al., 2019; Ramírez et al., 2019)

Los tamaños se definieron por la longitud más larga de cada fragmento de forma irregular visible en la pantalla del monitor (Isobe et al., 2016), medido con un software de procesamiento de imágenes cellSens del microscopio Olympus.

Para la determinación del tamaño de los MPs se clasificaron en dos grupos. Clasificados en grupos de 0,01 – 300 µm y 300 - 5000 µm. Teniendo en cuenta que actualmente no existe una convención acordada para categorizar las clases de tamaño de los microplásticos extraídos de muestras ambientales.

Los tamaños encontrados en las muestras de guano fueron el tamaño promedio de MPs fue de 444.202 µm; el máximo tamaño es 1565.86 µm y el mínimo tamaño es 38.69 µm. Un tamaño más pequeño supone un mayor peligro potencial del MP, ya que más fácilmente atravesará las barreras biológicas (Blair et al., 2017).

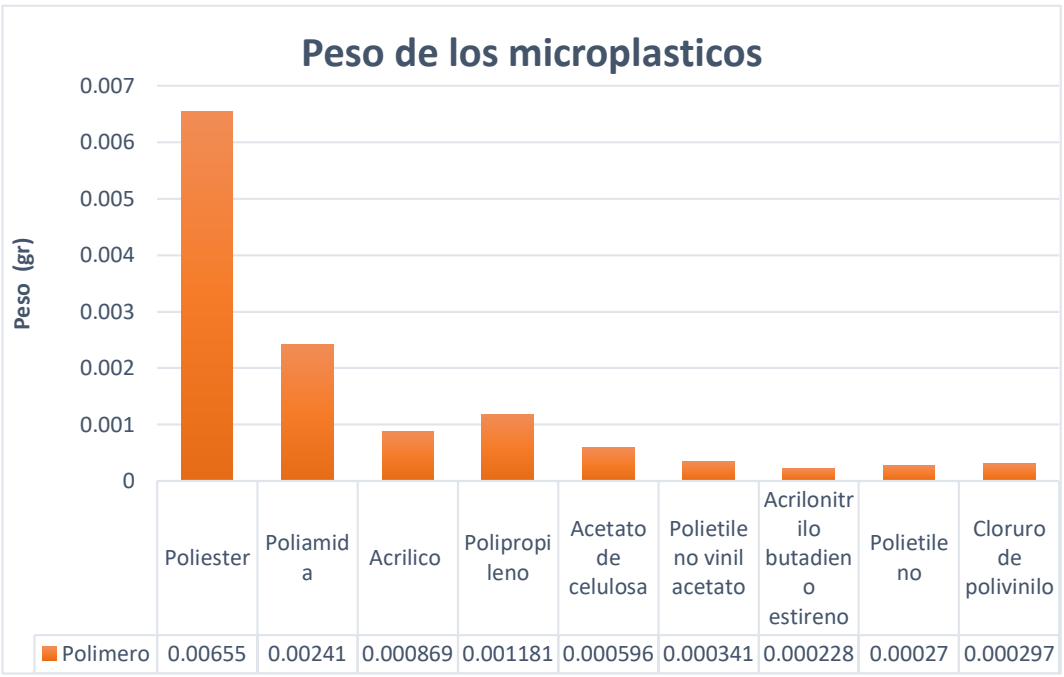
Se evidencio que en el segundo grupo de 300 - 5000 µm, se tuvo la mayor cantidad de microplásticos que representa 59.26% del total.

c. Peso

El peso de los microplásticos según los transectos realizados varían, siendo el transecto TR-PC-12 de mayor peso con 0.001583 gr de microplásticos y el transecto TR-PC-6 de menor peso con 0.000646 gr de microplásticos.

Se puede visualizar en la siguiente tabla los pesos de los microplásticos según los polímeros encontrados, siendo el de mayor peso el poliéster con 0,00655 gr, poliamida tiene un peso de 0.00241 gr; acrílico con 0.000869 gr; Polipropileno con 0.001181 gr; Acetato de celulosa con 0.000596 gr; Polietileno vinil acetato con 0.000341 gr; Acrilonitrilo butadieno estireno con 0.000228 gr; Cloruro de polivinilo con 0.000297 gr y con el menor peso el Polietileno con 0.00027 gr.

Figura 30: Peso de microplásticos



Fuente propia

5.2.2. Identificación química de microplásticos

Para la identificación de los polímeros se realizó con la técnica espectroscopia Raman, usando un equipo Horiba Scientific, con longitud de láser 785 nm y una potencia del 1%, 25%, 5 % y 100%. La técnica de la espectroscopia Raman es importante y comúnmente practicado en investigaciones para la caracterización de los microplásticos con el fin de obtener información química sobre ellos. (Käppler et al., 2016; Xu et al., 2019). El uso de esta técnica contribuye a una identificación más rápida y mejor de los microplásticos.

En la presente investigación se ha identificado polímeros en las muestras de guano de Punta Coles de los cuales el PET representa el 54% del total; la PA representa el 18%; el PP representa el 7%; el PE representa el 2%; el PVC representa el 2%; y otros polímeros representan el 17% que no se encuentran como parte de la presente investigación, siendo uno de ellos el acrílico con porcentaje predominante de 7%.

Los polimeros mencionados anteriormente son los que se encuentran comúnmente en el medio marino, siendo las posibles fuentes en el caso de PET las botellas plásticas, la PA el nylon que se utilizan principalmente en aplicaciones de pesca como las trampas y redes que se van fragmentando y desechando por medio de la pesca al océano (Timmers et al., 2005 , Klust, 1982; Browne et al., 2011); el PP son cuerdas, tapas de botellas, redes; el PE son las bolsas de plástico, anillos de paquetes, botellas, redes, pajitas para beber; el PVC son película de plástico, botellas y vasos. (Andrady, 2011); otra fuente es la terrestre, que se

genera la basura de la playa, contribuyen con aproximadamente el 80% de los desechos plásticos. (Watson et al., 2006)

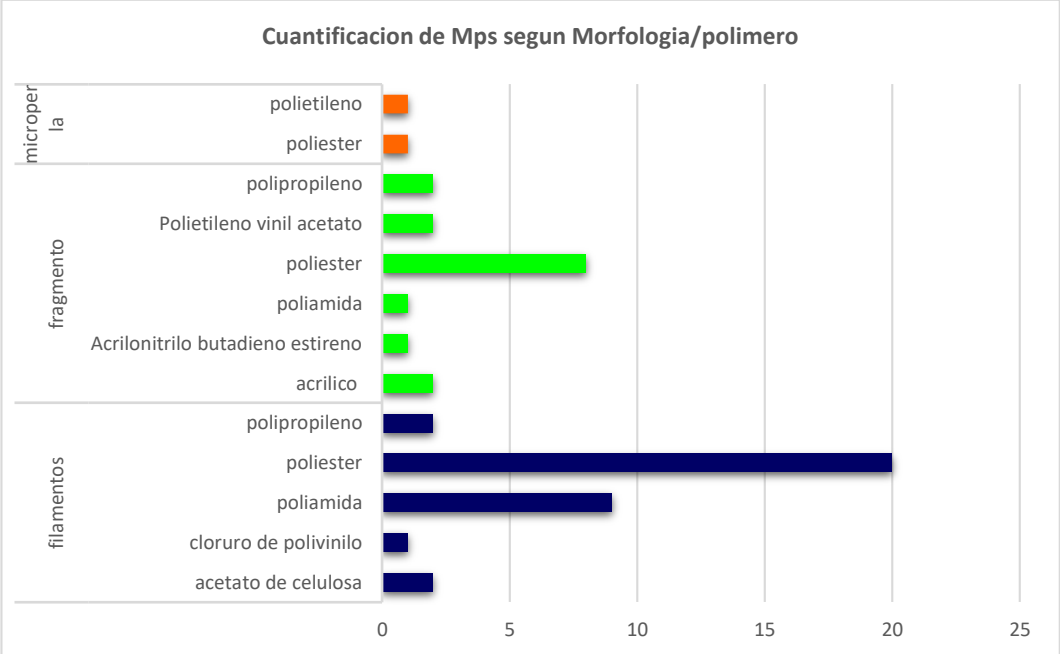
En la investigación de Bessa et al., (2019) identificaron siete tipos de polímeros diferentes en las heces de los pingüinos siendo el poliéster de mayor proporción principalmente en microfibras.

5.2.3. Cuantificación de microplásticos

La cuantificación de los microplásticos se realizó tomando en cuenta la morfología, en las muestras de guano en Punta Coles, se han identificado con mayor presencia los filamento o fibras que representa el 64%; seguido de los fragmentos que representa el 31% y por último la microperla que representa el 5% del total de las muestras.
En la figura 31 se visualiza que el poliéster predomina en los filamentos o conocidos también como fibras. Las fibras suelen ser el principal tipo de contaminación microplástica que se encuentra en los ambientes acuáticos, las cuales probablemente provienen de textiles y lavadoras domésticas, así como de la degradación de las redes de pesca que se pierden en el medio ambiente (Cesa et al., 2017; Andrady, 2011).

Provencher et al., 2018; en su estudio los microplásticos examinados en la muestra de guano de los fulmares eran microfibras. Esta alta proporción de microfibras es similar a lo que se ha encontrado en estudios de invertebrados marinos costeros de vida libre que examinan la ingestión de microplásticos (Davidson y Dudas, 2016; Devriese et al., 2015)

Figura 31: Cuantificación de Mps según su Morfología/Polímero



Fuente propia

Cada vez son más los estudios que informan de la presencia de microplásticos (< 5 mm) en entornos marinos, en particular, de filamentos (< 1 mm), y varios autores señalan que sus concentraciones podrían estar seriamente subestimadas (Thompson et al., 2009; Cózaretal.,2014; Eriksenetal.,2014; Lusher,2015; Andrady,2017; Thieletal.,2018; Pérez-Venegas et al.,2018; Nelmsetal 2019). A escala biológica, los investigadores han encontrado microfragmentos y microfibras en varias especies de diferentes niveles tróficos, que van desde el zooplancton (Setälä et al., 2014; Frías et al., 2014), los mejillones (Farrell y Nelson, 2013), hasta los principales depredadores marinos, como las aves marinas (Van Franeker et al.,2011; Kühny vanFraneker,2012), los cetáceos (Lusheretal.,2015) y los pinnípedos (Rebolledoetal.,2013).

VI. CONCLUSIONES

- La determinación física se realizó de acuerdo a su color, tamaño y peso, siendo los colores de los microplásticos en el muestreo del guano de aves son: azul (37%), amarillo (31%), celeste (11%), fucsia (9%), verde (6%), blanco (4%) y naranja (2%). El rango del tamaño oscila entre 38.69 hasta 1565.86 µm. En cuanto al peso de los microplásticos se obtuvo los datos de mayor peso con 0.001583 gr y menor peso con 0.000646 gr de microplásticos.
- De todas las partículas de microplásticos, 54 % fue identificado como PET, 18 % como PA, 7 % como PP, 2 % como PE, 2 % como PVC y; 17 % como otros polímeros (acrílico, polietileno vinil acetato, acetato de celulosa y Acrilonitrilo butadieno estireno) que no estaban considerados en la investigación.
- La cuantificación se realizó de acuerdo a su morfología siendo el 64% de los microplásticos de tipo filamento, 31 % de los microplásticos fueron fragmento y el 5% de microplásticos fueron Microperla. Los filamentos que presentaron formas predominantes con una composición principalmente de poliéster (PET) y poliamida (PA).

VII. RECOMENDACIONES

- Este estudio se limitó a 3 zonas de muestreo debido al presupuesto económico, por lo que para otros estudios sería más apropiado establecer mínimo 6 zonas de muestreo, para abarcar más la Reserva Nacional Punta Coles y sea más representativa los resultados.
- Se recomienda implementar monitoreos en diferentes épocas estacionales para verificar que microplásticos se acumulan en el guano de las aves de la Reserva Nacional Punta Coles.

- Se recomienda colectar mayor cantidad de muestra para llevar a cabo más réplicas en los ensayos de laboratorio para la separación por densidad.
- Se recomienda realizar más estudios para estimar la cantidad de microplásticos liberados por el guano en el medio ambiente.
- Se recomienda la realización de estudios más detallados sobre la ingestión de plásticos por parte de las aves guaneras.

VIII. REFERENCIAS

AGRORURAL, D. d. (2020). *Plan anual de comercialización.* Lima: Dirección de Abonos.

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *ScienceDirect*, 10.

Andréis", I. d. (2017). *PROTOCOLO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE.* Santa Marta.

Barnes, D. K., Francois, G., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2014). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *the royal society*, 364.

Bermúdez Hermida, M., & Muñoz Guerra, S. (1998). *ESTUDIO ESTRUCTURAL DE NYLONS.* CATALUNYA: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Bessa, F., Ratcliffe, N., Otero, V., Sobral, P., Marques, J., Waluda, C., . . . Xavier, J. (2019). Microplastics in gentoo penguins from the Antarctic region. *Scientific Reports*, 7.

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Woldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science & Technology*, 5.

Callister. Jr, W. D. (2007). *Introduccion a la ciencia e Ingenieria de los Materiales 2.* Barcelona, España: REVERTE S.A.

Correia Prata, J., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2018). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: a critical. *Trends in Analytical Chemistry*, 3810-193.

Cracknell, D. (2019). *La terapia del mar. Cómo el agua puede cambiar tu vida.* Roca Editorial de Libros.

Crawford, C. B., & Quinn, B. (2017). Microplastic identification techniques. *Elsevier Inc*, 49.

Delgado, G. C. (2016). Residuos sólidos municipales, minería urbana y cambio climático. *El Cotidiano*, 75-84.

Direccion General de Salud Ambiental, D. (2004). *Marco Institucional de los residuos solidos en el Peru.* Lima: SINCO Editores.

Donohue, M., Masura, J., Gelatt, T., Ream, R., & Baker, J. (2019). Evaluating Exposure of Northern Fur Seals, Callorhinus Ursinus, to Microplastic Pollution Through Fecal Analysis. *SIAS Faculty Publications*, 11.

Dort, J. v. (11 de Noviembre de 2017). *ebird*. Obtenido de https://ebird.org/species/perboo1?siteLanguage=es

Equipo de Asistencia Técnica MINAM, d. P. (29 de Marzo de 2019). *Ministerio de Economia y Finanzas*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/municipalidades_pmm_pi/meta3A_2019_implementar_SI.pdf

Fact, C. S. (2021). *ChemicalSafetyFact*. Obtenido de https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/cloruro-de-polivinilo/

Fragão, J., Bessa, F., Otero, V., Barbosa, A., Sobral, P., & Waluda, C. (2021). Microplastics and other anthropogenic particles in Antarctica: Using penguins as biological samplers. *ScienceDirect*, 11.

GESAMP. (2019). *GUIDELINES FOR THE MONITORING AND ASSESSMENT OF PLASTIC LITTER IN THE OCEAN*. Peter Kershawa, Alexander Turrab and Francois Galganic.

Gil-Delgado, J., Guijarro, D., Gosalvez, R., Lopez-Iborra, G., Ponz, A., & Velasco, A. (2016). Presence of plastic particles in waterbirds faeces collected in Spanish. *Environmental Pollution xxx*, 1 - 5.

Guillen, O., Asthu, V., & Aquino, R. (1980). *Contaminacion Marina en el Peru.* Peru: Instituto del Mar del Peru.

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologia de la investigación* . Mexico D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.

Herrera Cruz, L. V., & Pineda Guerrero, J. M. (2018). *Evaluación de la mezcla del etileno vinil acetato (EVA) con caucho natural o sintetico, para la incorporacion en la formulacion de suelas y cintas de calzados.* Bogota D.C.: FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA.

Humphreys, M. (s.f.). *La mejor opción para proteger lo más importante: acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).* Universidad de Warwick.

Isobe, A., Uchiyama-Matsumoto, K., Uchida, K., & Tokai, T. (2016). Microplastics in the Southern Ocean. *t ScienceDirect*, 4.

Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., . . . Lavender Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into. *Science*, 347, 768.

Käppler, A., Fischer, D., Oberbeckmann, S., Schernewski, G., Labrenz, M., Eichhorn, K.-J., & Voit, B. (2016). Analysis of environmental microplastics by vibrational microspectroscopy: FTIR, Raman or both? *Anal Bioanal Chem*, 15.

Kutralam-Muniasamy, G., Perez-Guevara, F., Martínez, E., & Shruti, V. (2020). Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. *ScienceDirect*, 15.

Luna-Jorquera, G., Simeone, A., & Roberto, A. (2003). Ecofisiología de animales endotermos en un desierto cálido y un mar frío: El caso de las aves marinas de la Corriente de Humboldt. *Ediciones Universidad Católica de Chile*, 297 - 316.

Luyo Lucero, M., Llona Rosa, M., Tipula, P., Melgar Paz, W., & Arteaga, R. (2014). *Plan de Sitio de Punta Coles - Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras.* Lima}: SERNANP.

Manrique Muñante, R. (2019). *Microplásticos en sedimentos fluviales de la cuenca baja y desembocadura del río Jequetepeque, Perú.* Lima.

Marina, G. M. (1986). *Un enfoque para la prevención de la contaminación marina.* Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN .

Masters, G., & Ela, W. (2008). *Introducción a la ingenieria ambiental.* Madrid: Pearson Educación .

Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment.* USA: NOAA Marine Debris Division.

Ministerio del Ambiente, M. (2019). *MINAM, Conociendo Nuestras Aves.* Obtenido de http://www.minam.gob.pe/aves/

Morales, Z. (s.f.). *Acrilico y policarbonato*. Obtenido de http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html

Municipalidad Provincial de Ilo, G. d. (1 de enero de 2008). *Municipalidad Provincial de Ilo*. Obtenido de http://www.mpi.gob.pe/gerencias/gerencia-de-desarrollo-urbano-ambiental/66-punta-de-coles

Nacional, I. T. (11 de 09 de 2019). *Instituto Texil Nacional* . Obtenido de https://www.institutotextilnacional.com/2019/09/11/que-es-el-poliester/

Olivatto, G. P., Martins, M. C., Montagner, C. C., & Henry, T. B. (2019). Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *ScienceDirect*, 6.

Pérez-Guevara, F., Kutralam-Muniasamy, G., & Shruti, V. (2021). Critical review on microplastics in fecal matter: Research progress, analytical methods and future outlook. *ScienceDirect*, 14.

Perez-Venegasa, D. J., Toro-Valdiviesoc, C., Ayalad, F., Britoe, B., Iturraf, L., Arriagadaf, M., . . . Sepúlvedah, M. O. (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the microplastic ingestion in Otariids along the. *ScienceDirect*, 8.

Petroquim. (1 de Enero de 2019). *Petroquim, Tecnologia y servicio en Polipropileno.* Obtenido de http://www.petroquim.cl/que-es-el-polipropileno/

Provencher, J., Vermaire, J., Avery-Gommc, S., Braune, B., & .Mallory, M. (2018). Garbage in guano? Microplastic debris found in faecal precursors of seabirds known to ingest plastics. *Science of the Total Environment*, 1477–1484.

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

Raffino, M. E. (6 de Diciembre de 2018). *Concepto. de.* Obtenido de https://concepto.de/polietileno/

Ramírez, N., Rios, L. M., Macías-Zamora, J., Oregel-Vázquez, L., Alvarez-Aguilar, A., Hernández-Guzmán, F., . . . Navarro-Olachea, L. (2019). Microplastics: Sources and Distribution in Surface Waters and Sediments of Todos Santos Bay, Mexico. *Science of the Total Environment*, 46.

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

Sensagent. (2013). *Sensagent*. Obtenido de http://diccionario.sensagent.com/Acetato_de_celulosa/es-es/

SERNANP, S. n. (2016). *Línea Base Biológica Terrestre y Marina de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras - Punta de Coles (Ilo, Moquegua).* Lima: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Sharma, S., & Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Environ Sci Pollut Res*, 18.

Soneira Ferrando, M. J., & Perez Pueyo, R. (21 de 01 de 2015). *Unisersitat Politecnica de Catalunya BarcelonaTech.* Obtenido de https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94198

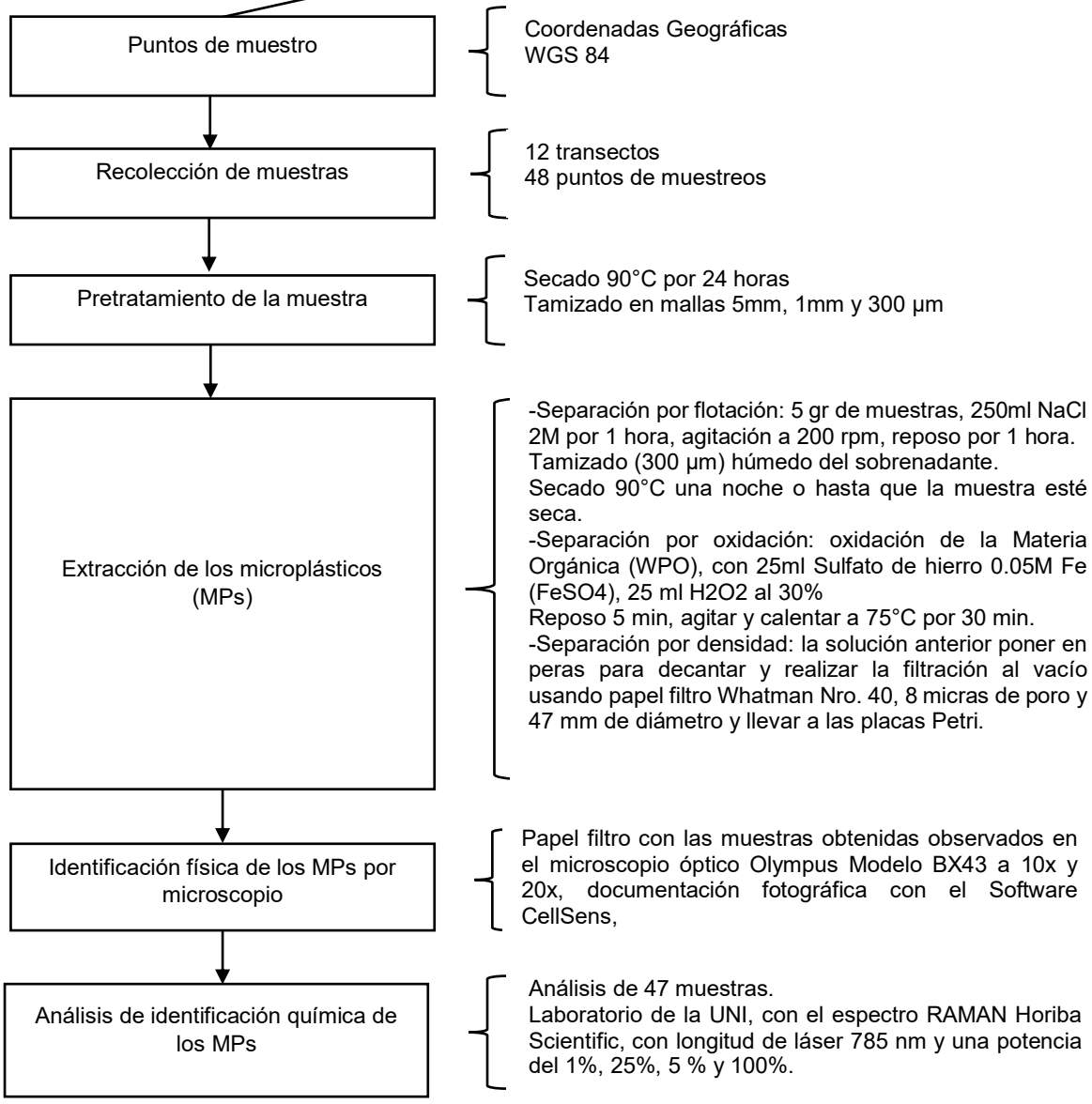
UNMSM, Recursos Naturales Ministerio del Ambiente. (2011-2020). *Conociendo nuestras aves, Ficha Tecnica.* Lima, Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Recursos Naturales Ministerio del Ambiente.

Welden, N., & Lusher, A. L. (2017). Impacts of changing ocean circulation on the distribution of marine microplastic litter. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 483-487.

IX. ANEXOS

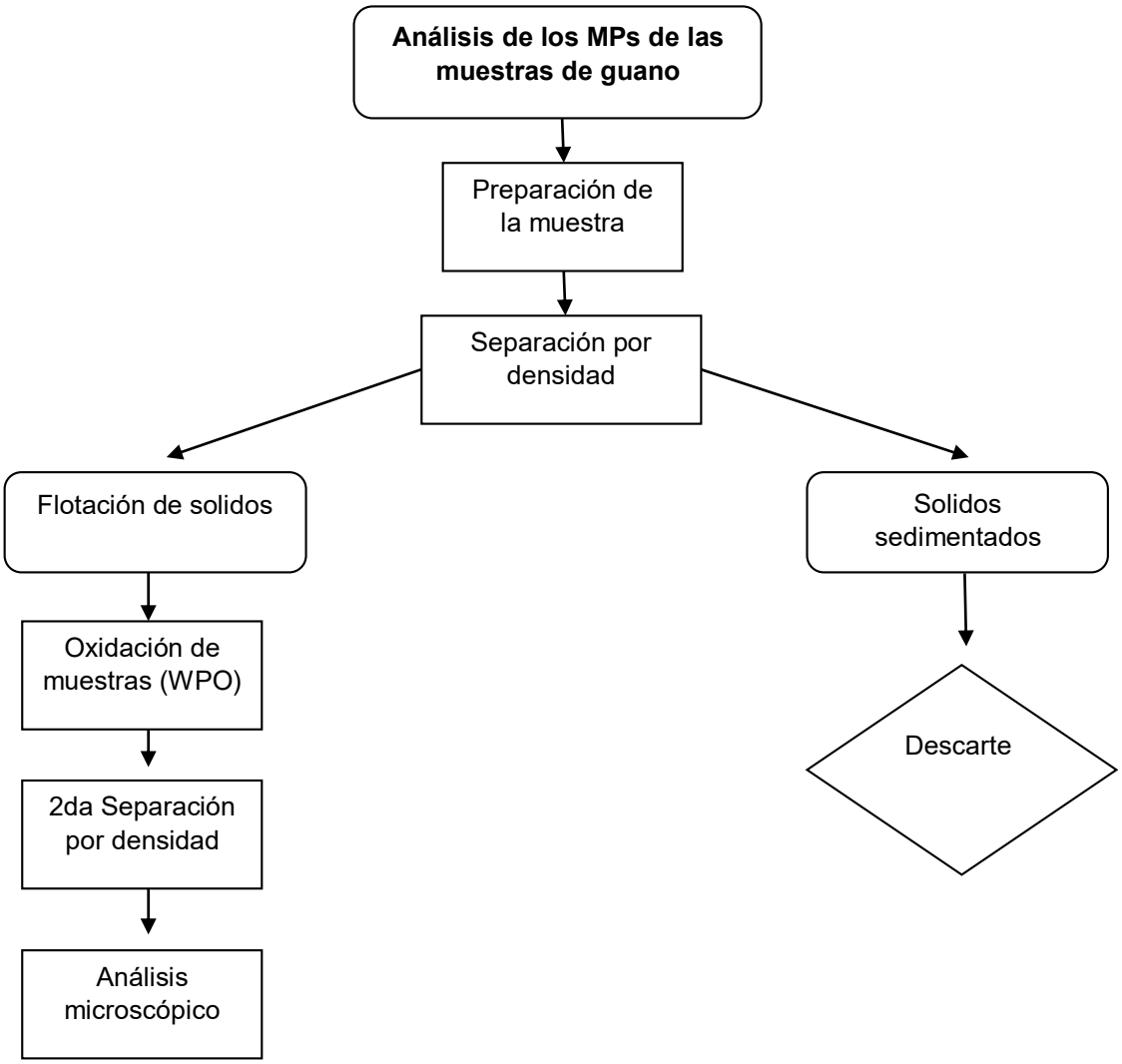
ANEXO 1: DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS





Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL ANÁLISIS DE MICROPLÁSTICOS EN GUANO



Fuente: Adaptación de la NOAA

ANEXO 3: APROBACIÓN CON RESOLUCIÓN JEFATURAL PARA INGRESO A LA RESERVA NACIONAL PUNTA COLES

RESOLUCION JEFATURAL N°029 – 2019 – SERNANP - RNSIIPG

Lima, 17 de octubre de 2019

VISTO:

El Informe N°286-2019-SERNANP-RNSIIPG del 17 de octubre de 2019, que evalúa la solicitud presentada por la señorita Mavet Asbel Percca Mendoza, bachiller y tesista de la Universidad Nacional de Moquegua, para realizar la investigación científica que incluye en el marco del proyecto denominado: **"Caracterización físico-química de los microplásticos presentes en el guano de isla del área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo- Moquegua 2019"**, en el ámbito de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, por el periodo de un (01) año, contados a partir de la fecha de aprobación de la presente Resolución Jefatural.

CONSIDERANDO:

Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29º de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, la actualización del Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobada por Decreto Supremo Nº 016-2009-MINAM, refiere que la investigación científica constituye una herramienta básica para la generación de información que permita mejorar el conocimiento sobre la diversidad biológica, así como para el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos y amenazas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, publicado el 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;

Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) ingreso a ámbitos de acceso restringido, b) la colecta o extracción de muestras biológicas, c) se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración nacional, d) el uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) investigación en predios privados;

Que, mediante Resolución Presidencial Nº 287-2015-SERNANP, publicada el 20 de enero de 2016, se aprueban las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, las mismas que establecen las normas y lineamientos que regulan las investigaciones realizadas al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, en el artículo 23° de las precitadas Disposiciones Complementarias se establecen los criterios de evaluación del Plan de Investigación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 35-2017-MINAM del 03 de febrero del 2017, modifica, entre otros, el Procedimiento N° 4 del Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del SERNANP, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2012-MINAM y modificado por Resolución Ministerial N° 152-2016-MINAM y Resolución Ministerial N° 315-2016-MINAM;

Que, mediante la Resolución Presidencial N° 099-2017-SERNANP, publicado el 18 de abril de 2017, se modifica el proceso GAN-01-10-Otorgamiento de Certificado de Procedencia, asimismo deja sin efecto la Resolución Presidencial N° 250-2013-SERNANP que aprobó el Certificado de Procedencia de los recursos naturales renovables forestales, flora y/o fauna silvestre provenientes de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM del 05 de noviembre del 2018, se aprueba la reducción del plástico de un solo uso y promueve el consumo responsable del plástico en las entidades del Poder Ejecutivo.

Que, mediante el Decreto Supremo N° 001-2019-MINAM del 02 de febrero de 20196, se actualizan los procedimientos administrativos a cargo del SERNANP que otorgan Títulos Habilitantes;

Que, a través del documento visto, la señorita Mavet Asbel Percca Mendoza solicita autorización para realizar investigación científica que incluye ingreso a ámbitos de acceso restringido y la colecta o extracción de muestras biológicas en el marco del proyecto denominado: "Caracterización físico-química de los microplásticos presentes en el guano de isla del área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo- Moquegua 2019", en el ámbito de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, por el periodo de un (01) año;

Que, mediante Informe N°286-2019-SERNANP-RNSIIPG del 17 de octubre de 2019, se evalúa la solicitud presentada, concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 18° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, y que el

Plan de Investigación se encuentra conforme a los criterios establecidos en el artículo 23° de las Disposiciones Complementarias en mención;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, el artículo 14° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, aprobadas por Resolución Presidencial Nº 287-2015-SERNANP, y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 006-2008-MINAM.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el desarrollo de la investigación científica denominada "Caracterización físico-química de los microplásticos presentes en el guano de isla del área Natural Protegida Punta de Coles, Ilo- Moquegua 2019" a favor de la srta. Mavet Asbel Percca Mendoza, a ser realizada en Punta Coles, ámbito de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, por el periodo de un (01) año contados a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución.

Artículo 2º.- Autorizar el ingreso a la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras a las siguientes personas, integrantes del equipo de investigación:

Apellidos y Nombres	Documento de identidad	País de Procedencia	Cargo	Institución
Percca Mendoza Mavet Asbel	70163919	Perú	Responsable	Universidad Nacional de Moquegua
Valeriano Zapana José Antonio	43500364	Perú	Colaborador	Universidad Nacional de Moquegua
Salinas Delgado Armando André	70136181	Perú	Asistente	Universidad Nacional de Moquegua

Artículo 3°.- Autorizar la colecta de muestras biológicas, de acuerdo a lo indicado en el cuadro siguiente:

Orden	Especie	Cantidad máxima a ser colectada (en letras y números)
Suliformes	*Phalacrocorax bougainvillii*	-Cuarenta y ocho (48) muestras de guano (300g c/u)
	Sula variegata	
Pelecaniformes	*Pelecanus thagus*	

Precisar que la presente autorización no otorga derechos sobre los recursos genéticos o productos derivados de las muestras colectadas.



Artículo 4º.- Los integrantes del equipo de investigación son responsables de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en la Ley Nº 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 038-2001-AG, modificado por Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, así como en la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP. Asimismo, los investigadores deberán cumplir con las normas que la Jefatura y su personal dispongan durante el desarrollo de la investigación, entre ellas por el Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM.

Artículo 5°.- La srta. Mavet Asbel Percca Mendoza, autorizado en el artículo 1° de la presente Resolución, en su calidad de investigador principal se compromete a:

a. Presentar copia de la presente autorización al personal del ANP que lo solicite.
b. No extraer muestras biológicas distintas a las autorizadas.
c. Tramitar el certificado de procedencia, cuando se requiera trasladar las muestras de material biológico colectado fuera del ámbito del ANP.
d. Comunicar al SERNANP cualquier nuevo registro para la ciencia, debiendo entregar una copia del depósito del holotipo del nuevo taxa en una institución científica nacional autorizada. La extracción de dichos ejemplares incluyendo los nuevos registros para el ANP deberán ser reportados a la Jefatura de ANP (en el Puesto de Control o sede administrativa más cercana) para su respectiva consignación en el certificado de procedencia.
e. Gestionar los permisos de exportación ante la autoridad competente, cuando se requiera enviar al extranjero parte del material biológico colectado.
f. Entregar una vez publicado los resultados de la investigación, una copia digital del informe o la publicación al SERNANP y autorizar su registro en la biblioteca digital del SERNANP.
g. Entregar a la jefatura del ANP un informe de la investigación.
h. No utilizar las muestras biológicas con fines de acceso a recursos genéticos o sus productos derivados; así como, no utilizar los conocimientos colectivos vinculados a los recursos biológicos de pueblos indígenas; sin contar con el contrato de acceso correspondiente.
i. No ingresar bolsas de plástico de un solo uso, sorbetes plásticos y envases de tecnopor (poliestireno expandido) para bebidas y alimentos de consumo humano en el ámbito del ANP.

El incumplimiento injustificado de estos compromisos producirá el ingreso del investigador en la lista de investigadores inhabilitados para próximas autorizaciones emitidas por el SERNANP.

Artículo 6º.- La autorización a la que se refiere el Artículo 1° caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

Artículo 7º.- El SERNANP se abstiene de toda responsabilidad por los accidentes o daños que puedan sufrir los integrantes del equipo de investigación durante el desarrollo del proyecto de investigación científica.

Artículo 8º.- Regístrese la presente Resolución en el Módulo de Seguimiento a las autorizaciones de investigación del SERNANP, en el archivo de autorizaciones de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras y publíquese en la página web del SERNANP (www.sernanp.gob.pe).

Regístrese y comuníquese.



Mg. Oscar García Tello
Jefe de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SERNANP

ANEXO 4: DATOS GENERALES DEL ANÁLISIS DE MPS PRESENTES EN EL GUANO DE ISLA

ZONAS DE MUESTREO	TRANSECTOS	PUNTO MUESTREO	TAMAÑO (µm)	PESO (gr)	NRO PLACA	POLIMERO	COLOR	MORFOLOGIA	COORDENADAS DE GPS
I	3	70	128.21	0.000184	98	acrilico	blanca	fragmento	19 K 247459 8040594
		72	655.57	0.000244	58	acrilico	azul	filamentos	19 K 247448 8040596
		73	812.74	0.000498	77	acetato de celulosa	amarilla	filamentos	19K 247442 8040592
			153.1			poliester	azul	filamentos	19K 247442 8040592
	4	74	195.97	0.000412	81	poliester	amarilla	filamentos	19K 247432 8040593
		75	207.09	0.000333	57	poliester	celeste	fragmento	19K 247432 8040596
		77	339.16	0.000372	54	poliester	amarilla	filamentos	19K 247424 8040606
			141.62			polietileno	verde	microperla	19K 247424 8040606
	5	78	799.84	0.000254	74	poliamida	amarilla	filamentos	19k 247432 8040590
		79	312.06	0.000121	46	poliamida	amarilla	filamentos	19K 247427 8040597
		80	894.59	0.000476	43	poliamida	amarilla	filamentos	19K 247422 8040596
			310.15			cloruro de polivinilo	amarilla	filamentos	19K 247422 8040596
		81	420	0.000413	44	poliester	azul	filamentos	19K 247417 8040593
	6	83	362.96	0.000338	63	poliester	azul	filamentos	19K 247508 8040624
		84	284.24	0.000297	48	poliester	azul	filamentos	19K 247510 8040619
		85	38.69	0.000011	65	poliester	naranja	microperla	19K 247513 8040615
	7	87	413.53	0.000269	16	poliester	azul	filamentos	19K 247501 8040622
		88	90.15	0.000228	11	Acrilonitrilo butadieno estireno	azul	fragmento	19K 247503 8040619
		88	575.99	0.000413	41	polipropileno	celeste	fragmento	19K 247503 8040619
			76.78			poliester	azul	fragmento	19K 247503 8040619
		90	86.45	0.000381	73	poliester	fucsia	fragmento	19K 247508 8040610
II	1	60	483.15	0.000268	94	poliamida	celeste	fragmento	19 K 248529 8040832
		61	236.25	0.000346	101	poliester	azul	filamentos	19 K 248533 8040831
		62	907.05	0.000327	82	poliamida	amarilla	filamentos	19 K 248538 8040832
		63	302.59	0.000269	83	poliamida	amarilla	filamentos	19 K 248543 8040833
	2	64	1564.24	0.000326	86	poliamida	amarilla	filamentos	19 K 248590 8040875
		65	713.31	0.000198	96	poliamida	amarilla	filamentos	19 K 248590 8040882
		66	437.63	0.000321	87	acetato de celulosa	amarilla	filamentos	19 K 248587 8040886
		67	623.12	0.000257	90	poliester	blanco	filamentos	19 K 248587 8040890
	8	91	55.69	0.000403	28	poliester	fucsia	fragmento	19K 248501 8040898
			897.34			Polietileno vinil acetato	celeste	fragmento	19K 248501 8040898
		92	124.98	0.000139	79	poliester	azul	filamentos	19K 248505 8040901
		94	100.98	0.000319	19	poliester	azul	fragmento	19K 248514 8040905
	9	95	70.32	0.000221	29	acrilico	verde	fragmento	19K 248529 8040875
		96	1565.86	0.000597	26	poliamida	amarilla	filamentos	19K 248530 8040870
			772.29			poliester	azul	filamentos	19K 248530 8040870
		96	1398.35	0.000418	27	polipropileno	amarilla	filamentos	19K 248530 8040870
		98	308.27	0.000309	14	poliester	verde	fragmento	19K 248531 8040860
			226.9			poliester	azul	fragmento	19K 248531 8040860
III	10	101	362.12	0.000399	21	poliester	azul	filamentos	19 K 247743 8040905
			500.1			Polietileno vinil acetato	celeste	fragmento	19 K 247743 8040905
		102	423.63	0.000297	13	poliester	fucsia	fragmento	19 K 247746 8040908
	11	103	103.01	0.000109	10	poliester	azul	filamentos	19 K 247813 8040941
		104	875.61	0.000311	37	acrilico	azul	filamentos	19 K 247811 8040937
		105	890.58	0.000514	38	poliester	amarilla	filamentos	19 K 247811 8040931
	12	108	473.07	0.000193	1	polipropileno	amarilla	filamentos	19 K 247933 8040956
			124.74			poliester	azul	filamentos	19 K 247933 8040956
		108	280	0.000355	8	poliester	azul	filamentos	19 K 247933 8040956
		109	388.85	0.000268	2	poliester	fucsia	filamentos	19 K 247938 8040956
			469.99			poliester	azul	filamentos	19 K 247938 8040956
		110	239.09	0.000246	4	poliester	azul	filamentos	19 K 247943 8040956
			193.81			poliester	fucsia	filamentos	19 K 247943 8040956
		111	247.58	0.000521	51	polipropileno	celeste	fragmento	19 K 247948 8040956
			327.53			poliamida	amarilla	filamentos	19 K 247948 8040956

Fuente: elaboración propia

ANEXO 5: GALERÍA FOTOGRÁFICA

Figura 32: Identificación de zonas de muestreo y recolección de muestras











Figura 33: Pretratamiento de la muestra para la caracterización físico química del guano de isla





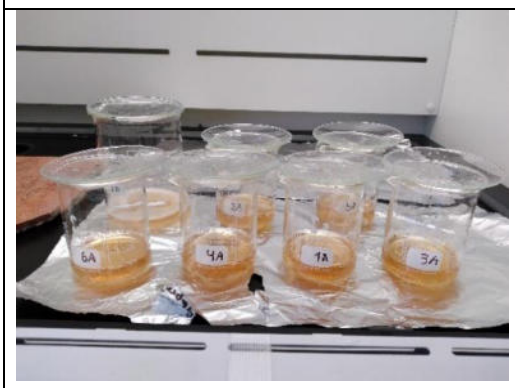





Figura 34: Extracción de los microplásticos, por flotación



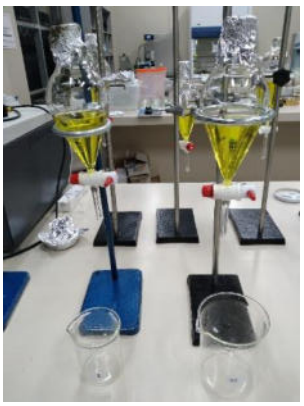
Figura 33: Extracción de los microplásticos, por oxidación y densidad



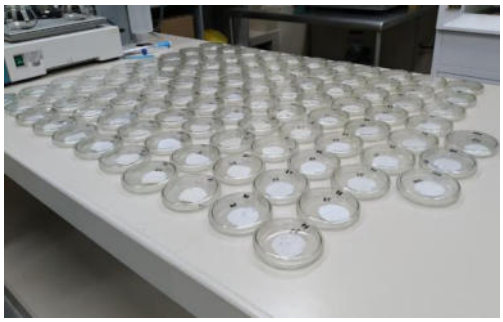


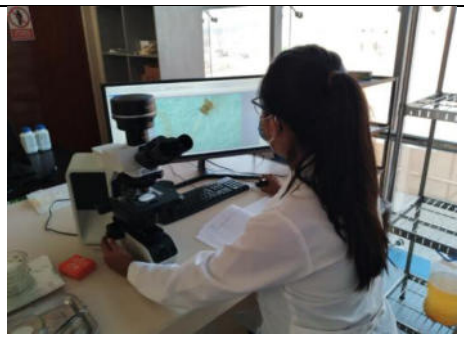


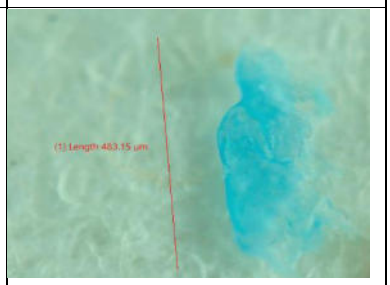
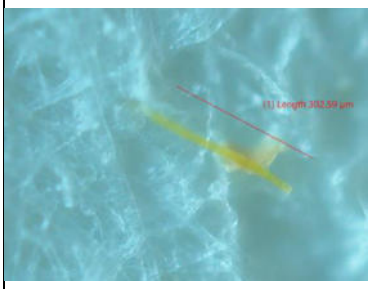


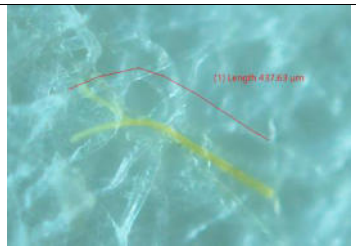
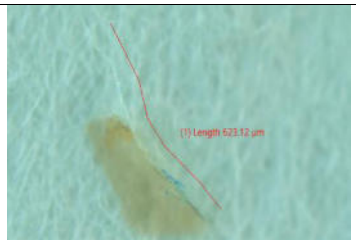
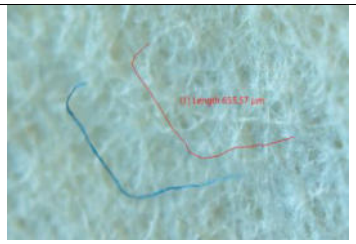
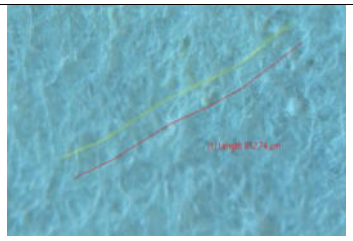


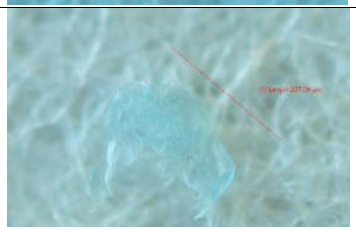
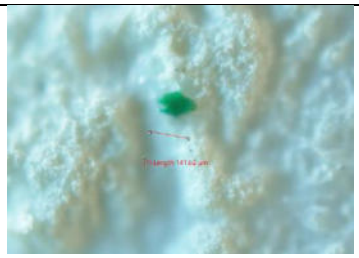
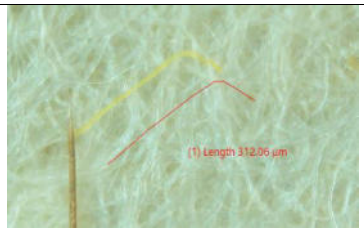


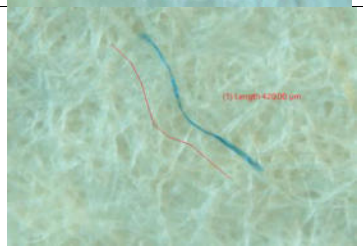
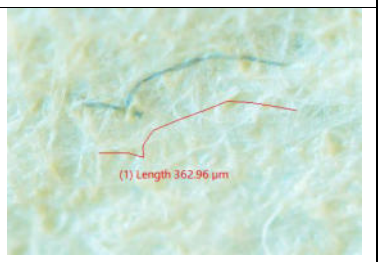
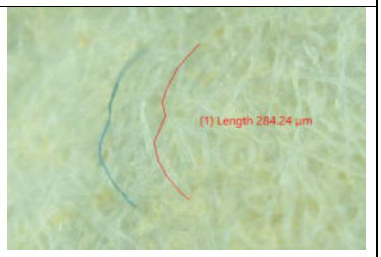
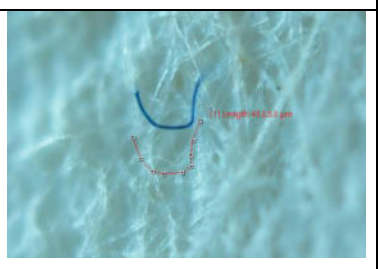
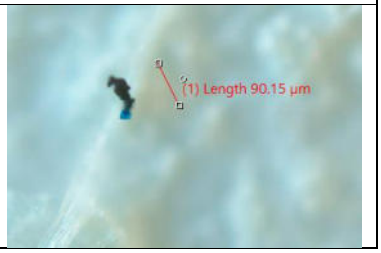


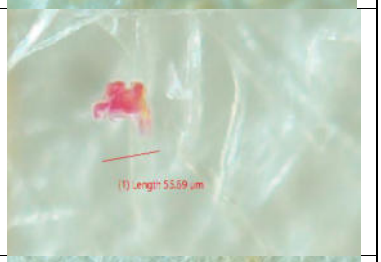
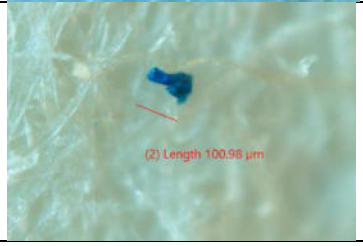


ANEXO 6: IDENTIFICACION DE MICROPLASTICOS						
ITEM	**NRO MUESTRA**	**POLIMERO**	**% DE MATCH**	**COLOR**	**MORFOLOGIA**	**MICROPLASTICO**
1	60	Poliamida	73	Celeste	Fragmento	
2	61	poliéster	70	azul	filamentos	
3	62	poliamida	83	amarilla	filamentos	
4	63	poliamida	72	amarilla	filamentos	
5	64	poliamida	73	amarilla	filamentos	

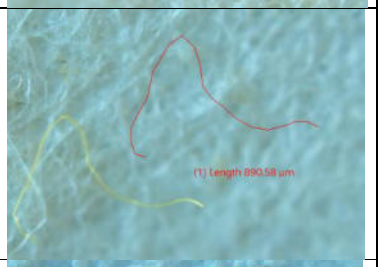
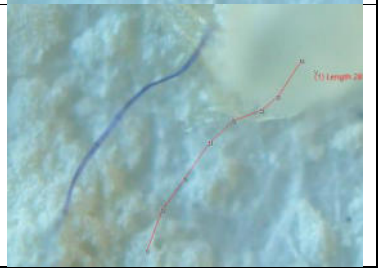
6	65	poliamida	74	amarilla	filamentos	
7	66	acetato de celulosa	87	amarilla	filamentos	
8	67	poliéster	81	blanco	filamentos	
9	70	acrílico	77	blanca	fragmento	
10	72	acrílico	60	azul	filamentos	
11	73	acetato de celulosa	85	amarilla	filamentos	
		poliéster	75	azul	filamentos	

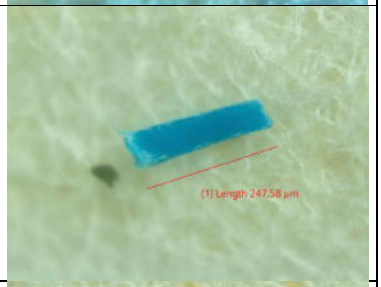
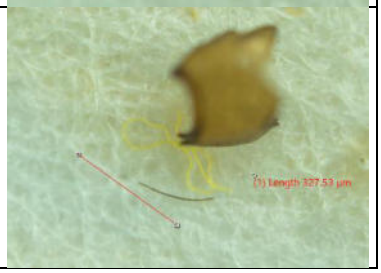
12	74	poliéster	81	amarilla	filamentos	
13	75	poliéster	73	celeste	fragmento	
14	77	poliéster	78	amarilla	filamentos	
		polietileno	67	verde	Microperla	
15	78	poliamida	78	amarilla	filamentos	
16	79	poliamida	77	amarilla	filamentos	
17	80	poliamida	77	amarilla	filamentos	

		cloruro de polivinilo	74	amarilla	filamentos	
18	81	poliéster	76	azul	filamentos	
19	83	poliéster	76	azul	filamentos	
20	84	poliéster	81	azul	filamentos	
21	85	poliéster	72	naranja	Microperla	
22	87	poliéster	78	azul	filamentos	
23	88	Acrilonitrilo butadieno estireno	83	azul	fragmento	

24	88	polipropileno	66	celeste	fragmento	
		poliéster	81	azul marino	fragmento	
25	90	poliéster	80	fucsia	fragmento	
26	91	poliéster	82	fucsia	fragmento	
		Polietileno vinil acetato	92	celeste	fragmento	
27	92	poliéster	80	azul	filamentos	
28	94	poliéster	80	azul	fragmento	

29	95	acrílico	73	verde	fragmento	
30	96	poliamida	77	amarilla	filamentos	
		poliéster	79	azul	filamentos	
31	96	polipropileno	88	amarilla	filamentos	
32	98	poliéster	79	verde	fragmento	
		poliéster	77	azul	fragmento	
33	101	poliéster	78	azul	filamentos	

34	102	poliéster	80	fucsia	fragmento	
35	103	poliéster	77	azul	filamentos	
36	104	acrílico	60	azul	filamentos	
37	105	poliéster	81	amarilla	filamentos	
38	108	polipropileno	71	amarilla	filamentos	
		poliéster	78	azul	filamentos	
39	108	poliéster	80	azul	filamentos	

40	109	poliéster	81	fucsia	filamentos	
		poliéster	76	azul	filamentos	
41	110	poliéster	76	azul	filamentos	
		poliéster	83	fucsia	filamentos	
42	111	polipropileno	93	celeste	fragmento	
		poliamida	83	amarilla	filamentos	

ANEXO 7: ESPECTROS DE MICROSCOPIA RAMAN CONFOCAL DE LAS MUESTRAS DE GUANO DE PUNTA COLES

(A) **N° de muestra 60/94**

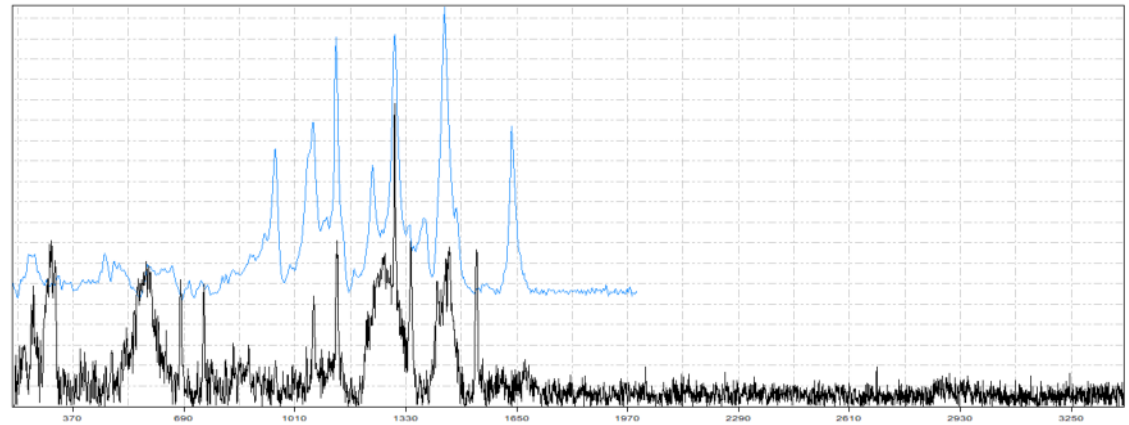


Figura 35: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, muestra 60/94

Referencia/patrón del microplástico
Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, partícula celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
73	Pol (nm)	Pol
72	Acr (nm)	Acr
71	Pol (nm)	Pol
70	Acr (nm)	Acr
70	Pol (nm)	Pol
68	Pol (nm)	Pol
67	(nm)	
67	Acr (nm)	Acr
67	Pol (nm)	Pol
66	Acr (nm)	Acr
65	Acr (nm)	Acr
65	Pol (nm)	Pol
64	Acr (nm)	Acr

Figura 36: Poliamida 73% de comparación

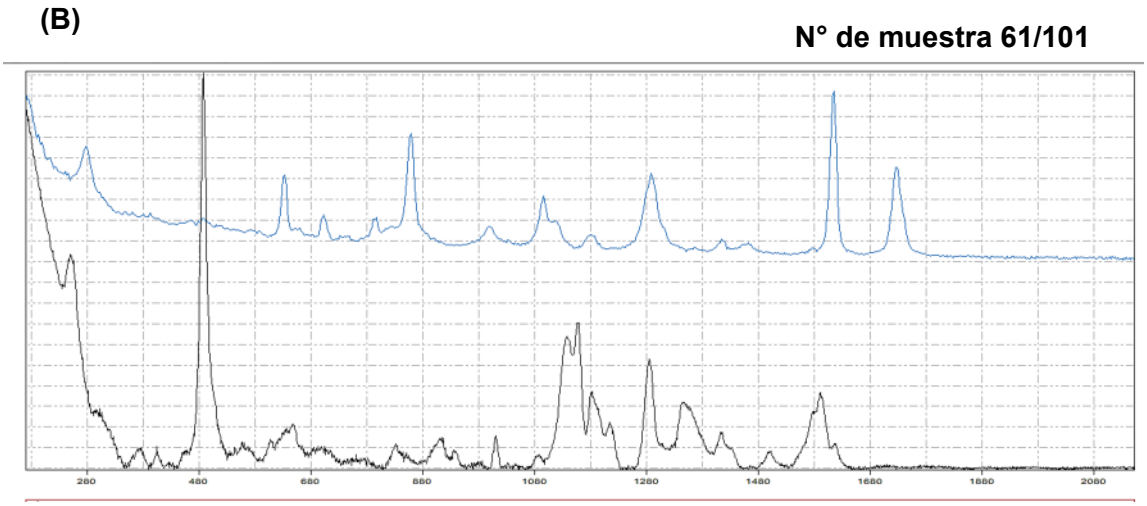
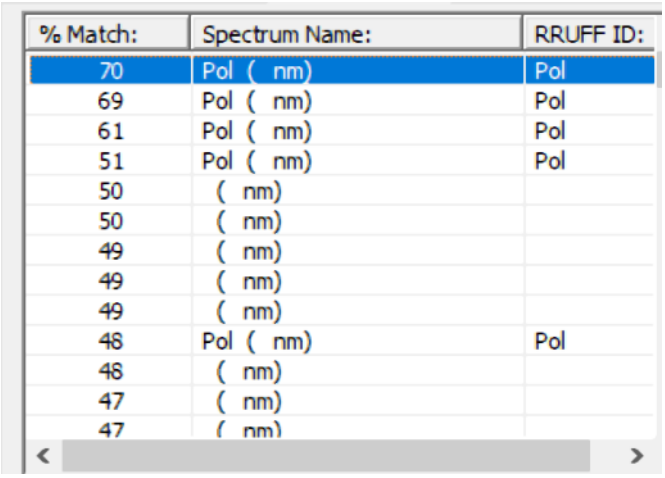


Figura 37: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliéster, muestra 61/101

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliéster, línea azul



% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
70	Pol (nm)	Pol
69	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
51	Pol (nm)	Pol
50	(nm)	
50	(nm)	
49	(nm)	
49	(nm)	
49	(nm)	
48	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
47	(nm)	
47	(nm)	

Figura 38: Poliéster 70% de comparación

(C) **N° de muestra 62/82**

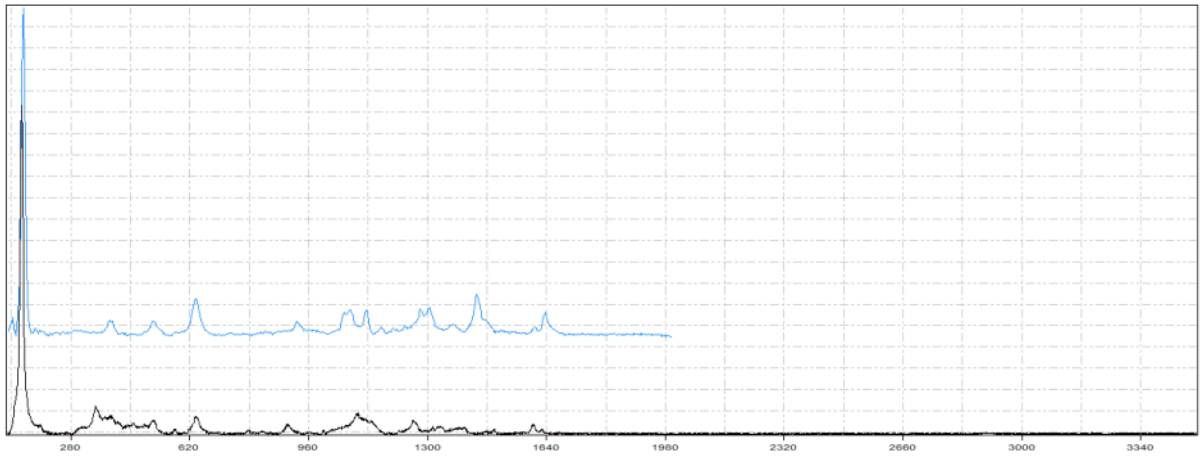


Figura 39: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, muestra 62/82

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, línea amarilla

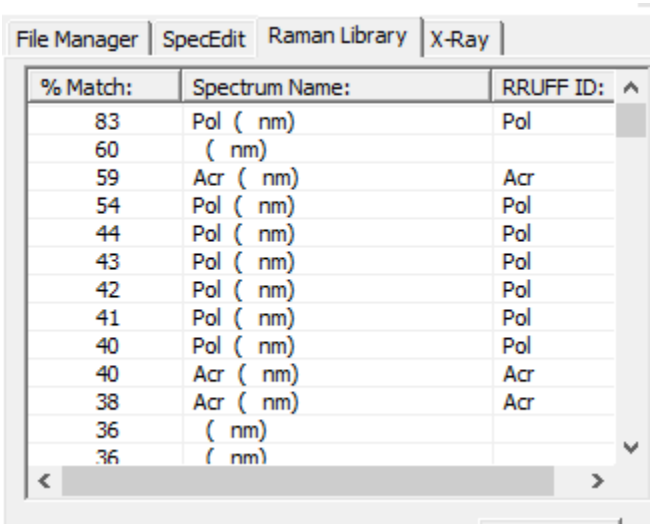


Figura 40: Poliamida 83% de comparación

(D) **N° de muestra 63/83**

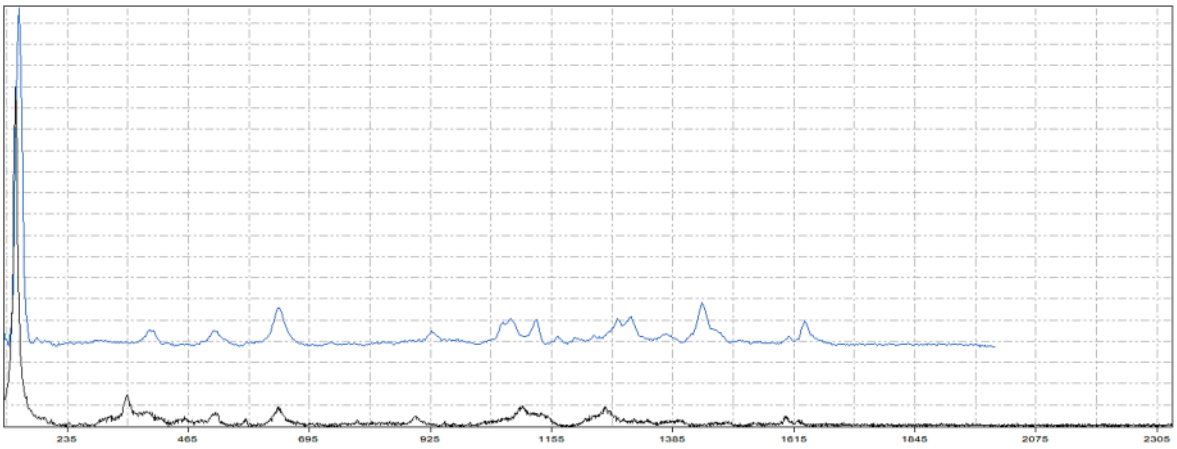


Figura 41: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, muestra 63/83

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, línea amarilla

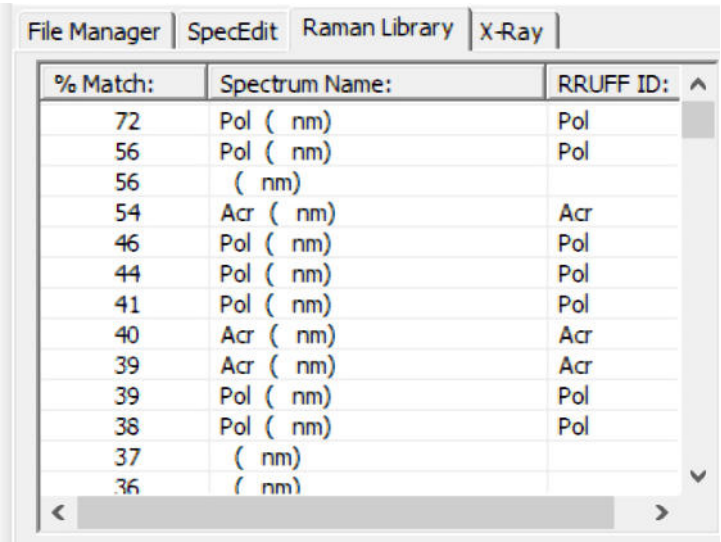


Figura 42: Poliamida 72 % de comparación

(E) **N° de muestra 64/86**

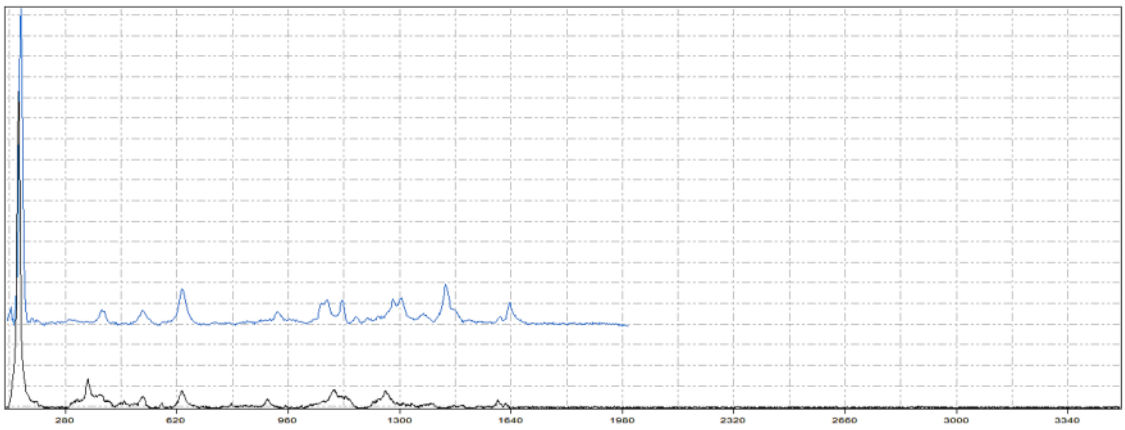
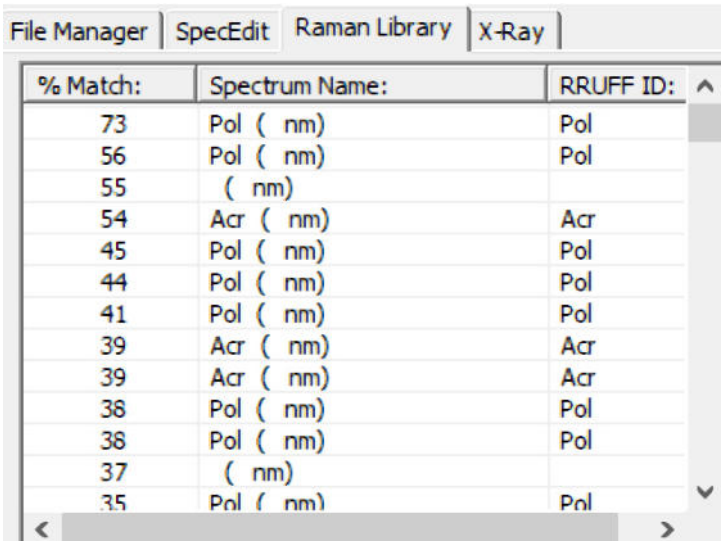


Figura 43: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, muestra 64/86

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, línea amarilla



% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
73	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
55	(nm)	
54	Acr (nm)	Acr
45	Pol (nm)	Pol
44	Pol (nm)	Pol
41	Pol (nm)	Pol
39	Acr (nm)	Acr
39	Acr (nm)	Acr
38	Pol (nm)	Pol
38	Pol (nm)	Pol
37	(nm)	
35	Pol (nm)	Pol

Figura 44: Poliamida 73 % de comparación

(F) **N° de muestra 65/96**

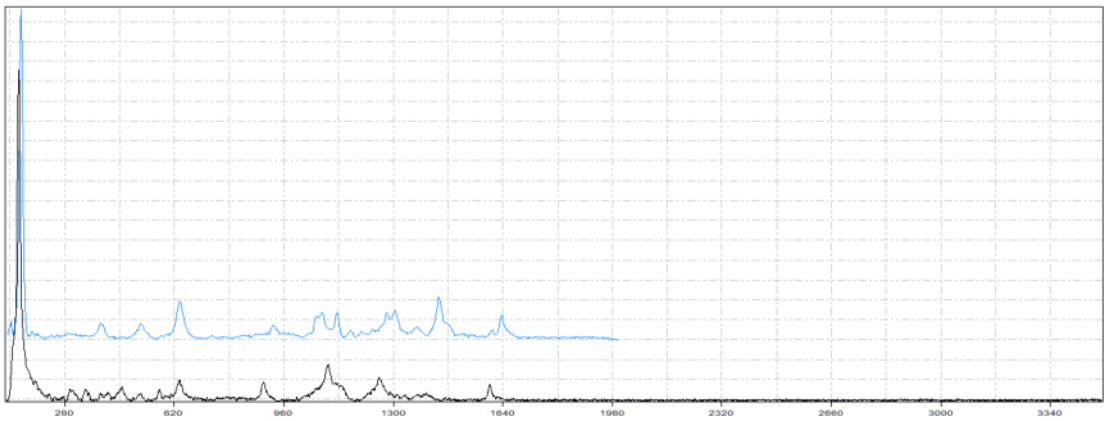


Figura 45: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, muestra 65/96

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Poliamida, línea amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
74	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
57	(nm)	
52	Pol (nm)	Pol
50	Pol (nm)	Pol
46	Pol (nm)	Pol
44	Acr (nm)	Acr
43	Acr (nm)	Acr
43	Pol (nm)	Pol
43	(nm)	
40	Pol (nm)	Pol
39	Pol (nm)	Pol

Figura 46: Poliamida 74 % de comparación

(G) **N° de muestra 66/87**

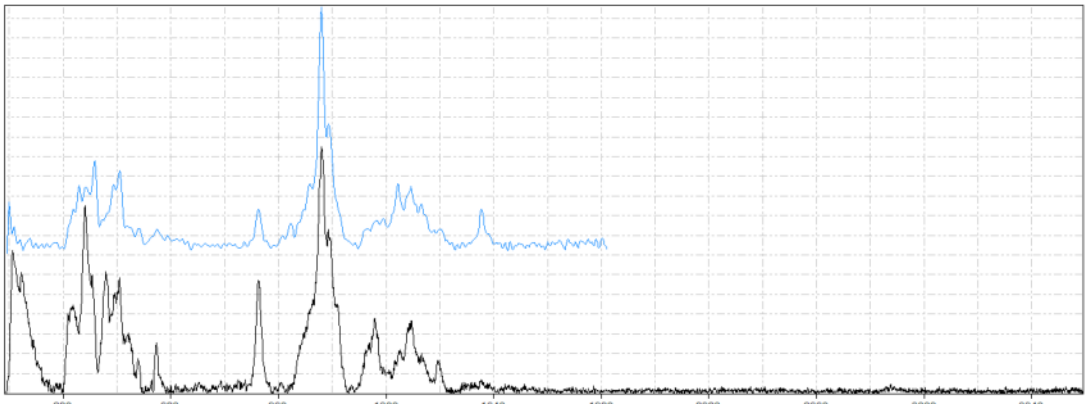


Figura 47: Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Acetato de Celulosa, muestra 66/87

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de la Acetato de Celulosa, línea amarilla

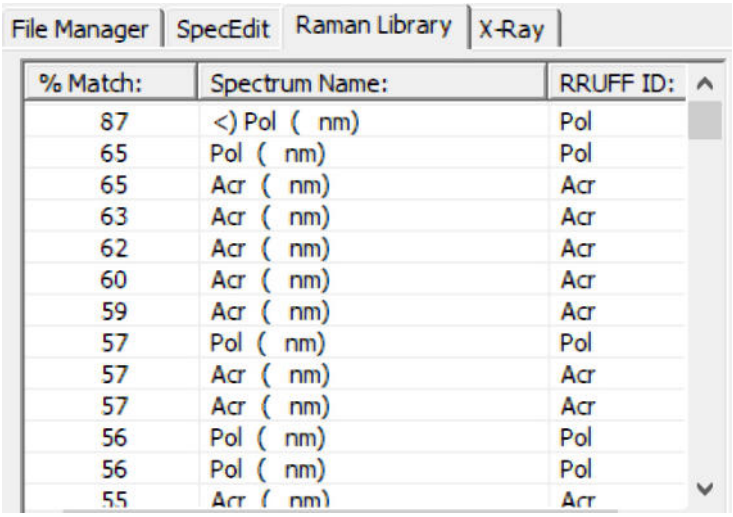


Figura 48: Poliamida 87 % de comparación

(H) **N° de muestra 67/90**

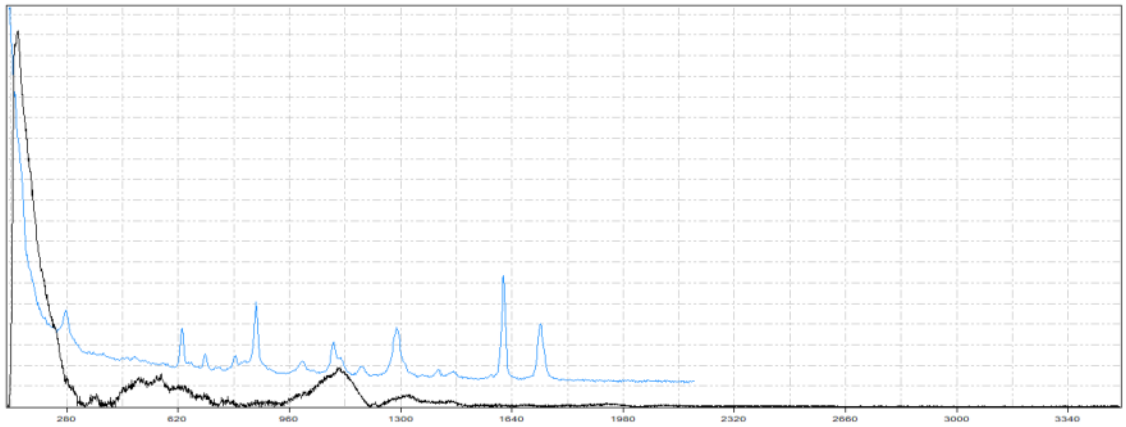


Figura 49: Espectro de Microscopia Raman Confocal de poliéster, muestra 67/90

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de poliéster

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
81	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
62	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
53	Acr (nm)	Acr
49	Acr (nm)	Acr
48	(nm)	
48	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
46	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	

Figura 50: Poliéster 81 % de comparación

(I) **N° de muestra 70/98**

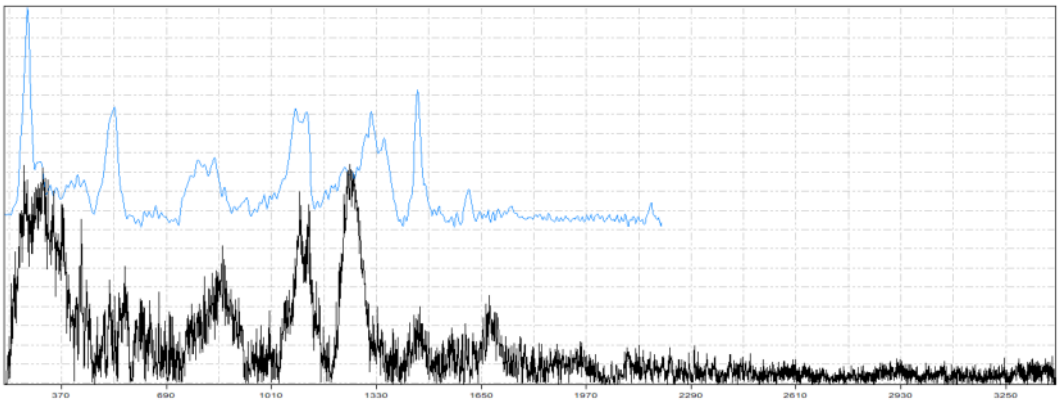


Figura 51: Espectro de Microscopia Raman Confocal de acrílico, muestra 70/98

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de acrílico, filamento blanca

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	Acr (nm)	Acr
77	Pol (nm)	Pol
75	Acr (nm)	Acr
71	Acr (nm)	Acr
70	Pol (nm)	Pol
70	Pol (nm)	Pol
69	(nm)	
69	Acr (nm)	Acr
68	Acr (nm)	Acr
67	Acr (nm)	Acr
67	Acr (nm)	Acr
66	Pol (nm)	Pol
66	Acr (nm)	Acr

Figura 52: Acrílico 77 % de comparación

(J) **N° de muestra 72/58**

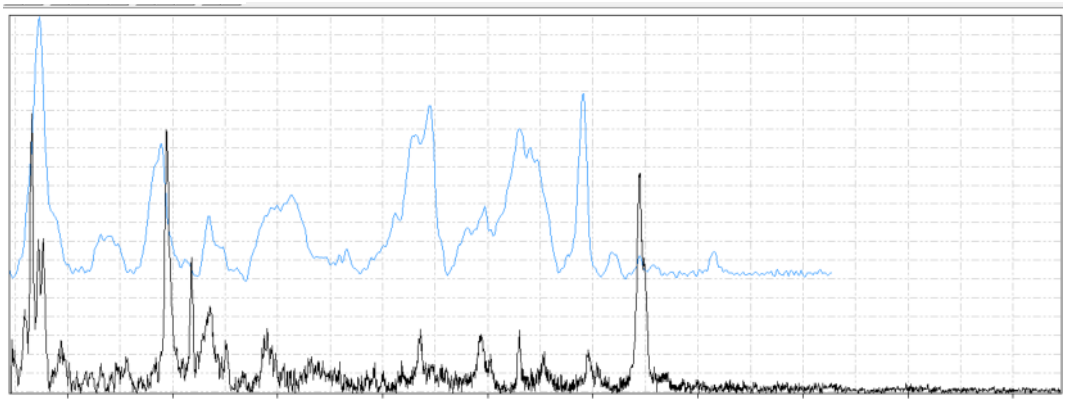


Figura 53: Espectro de Microscopia Raman Confocal de acrílico, muestra 72/58

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de acrílico, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
60	<) Acr (nm)	Acr
59	Acr (nm)	Acr
58	Acr (nm)	Acr
57	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
54	(nm)	
51	(nm)	
51	Acr (nm)	Acr
49	(nm)	
49	(nm)	
49	(nm)	
49	(nm)	

Figura 54: Acrílico 60 % de comparación

(K) **N° de muestra 73/77**

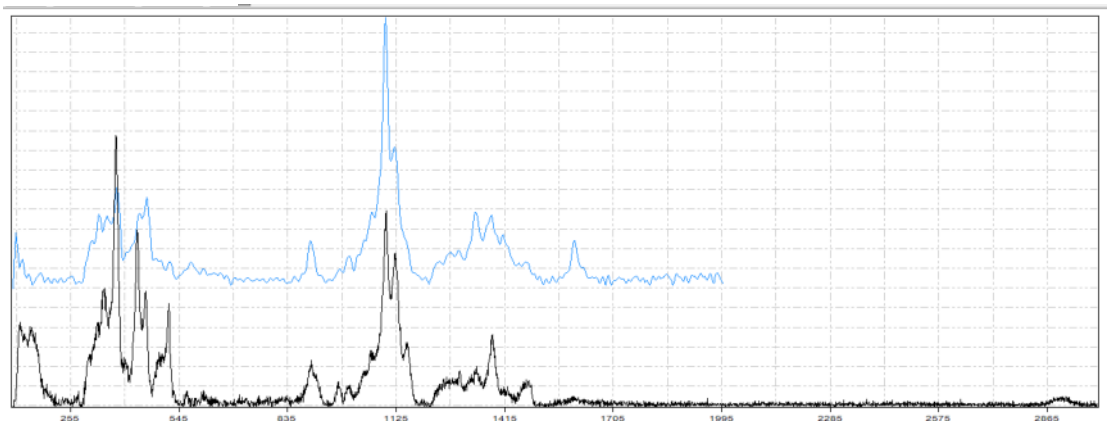


Figura 55: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acetato de celulosa, muestra 73/77

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acetato de celulosa, filamento amarilla

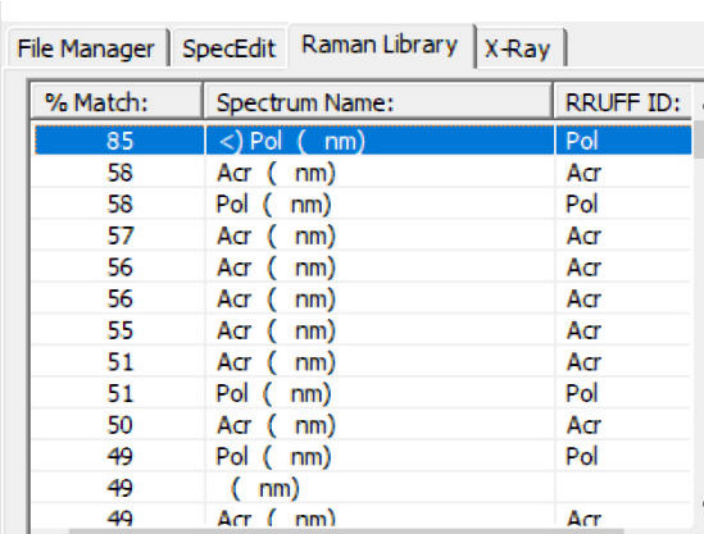


Figura 56: Acetato de celulosa 85 % de comparación

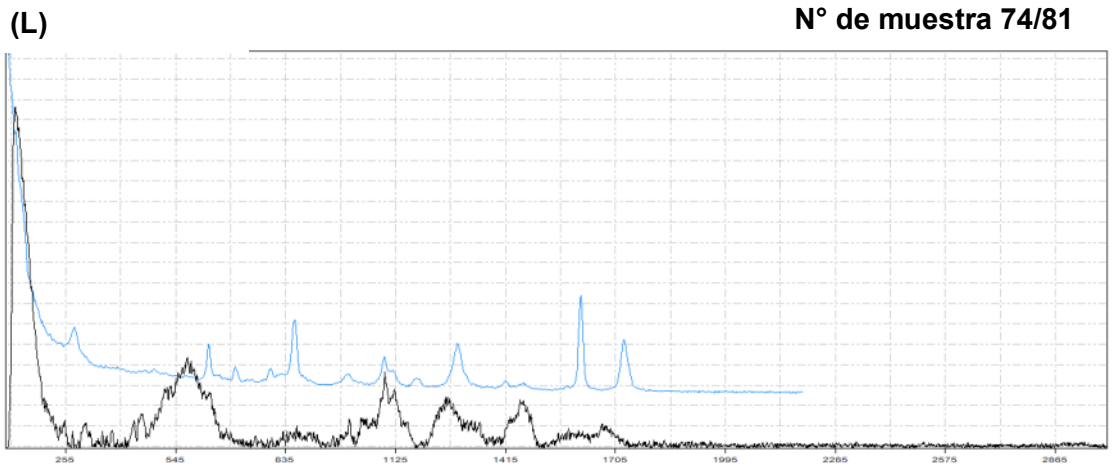


Figura 57: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 74/81

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento amarilla

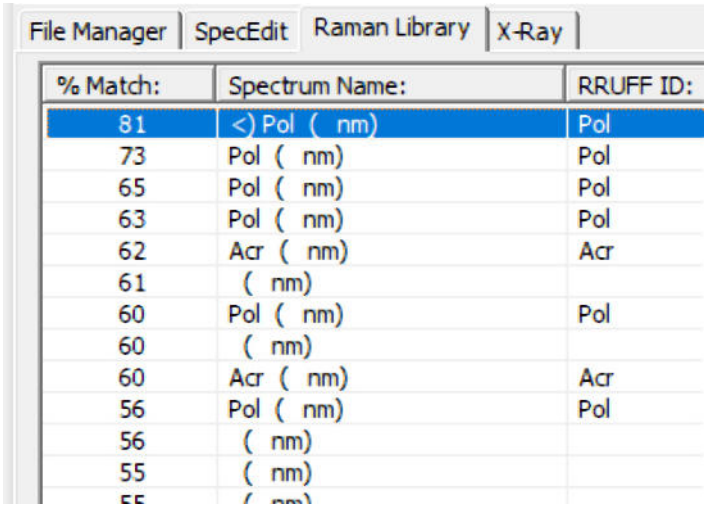


Figura 58: Poliéster 81 % de comparación

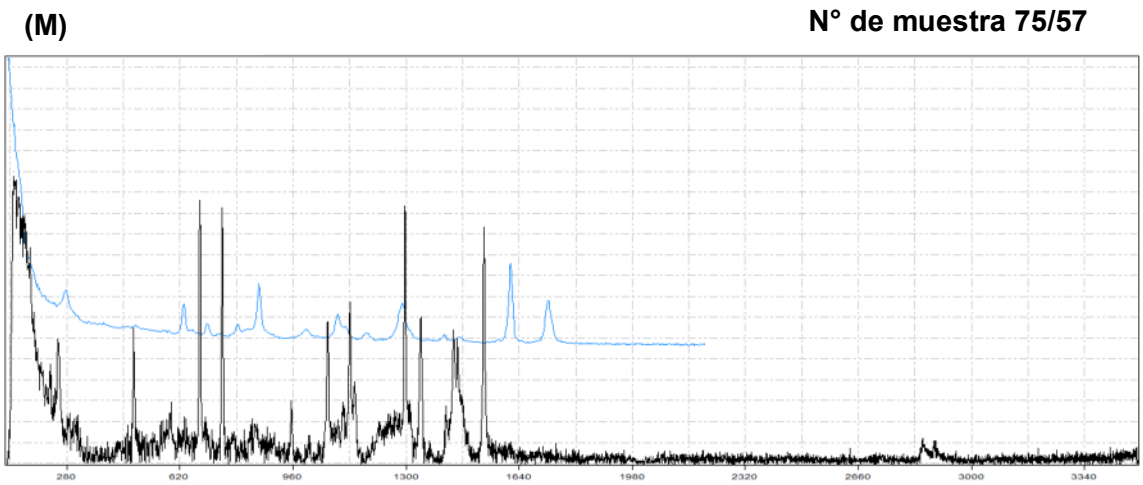


Figura 59: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 75/57

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
73	<) Pol (nm)	Pol
67	Pol (nm)	Pol
64	Acr (nm)	Acr
62	Pol (nm)	Pol
61	Acr (nm)	Acr
61	Pol (nm)	Pol
60	Pol (nm)	Pol
58	(nm)	
58	(nm)	
57	(nm)	
57	Acr (nm)	Acr
56	Acr (nm)	Acr
56	(nm)	

Figura 60: Poliéster 73 % de comparación

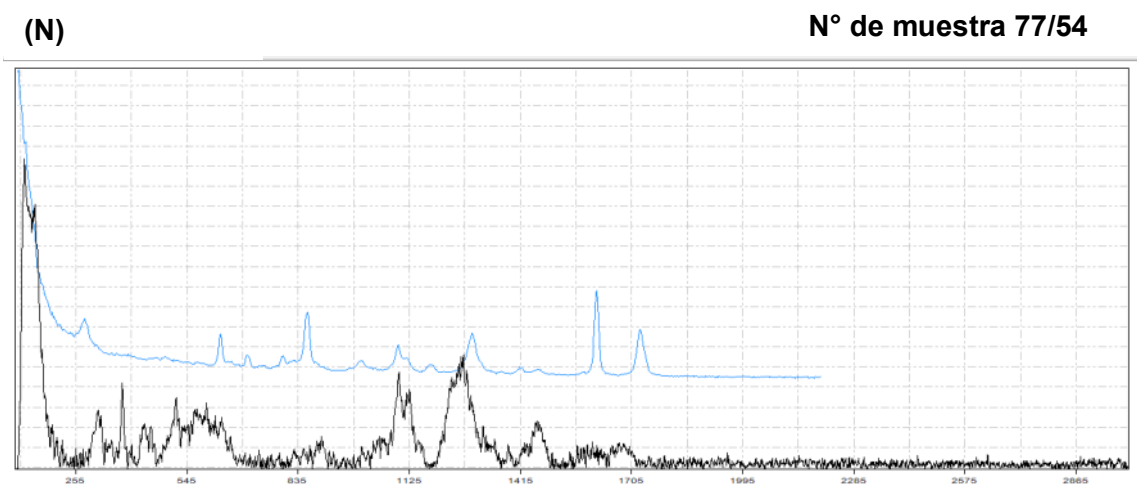


Figura 61: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 77/54

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
78	<) Pol (nm)	Pol
71	Pol (nm)	Pol
67	Acr (nm)	Acr
66	Pol (nm)	Pol
65	Pol (nm)	Pol
65	(nm)	
63	Acr (nm)	Acr
63	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
60	(nm)	
59	(nm)	
58	Acr (nm)	Acr
58	(nm)	

Figura 62: Poliéster 78 % de comparación

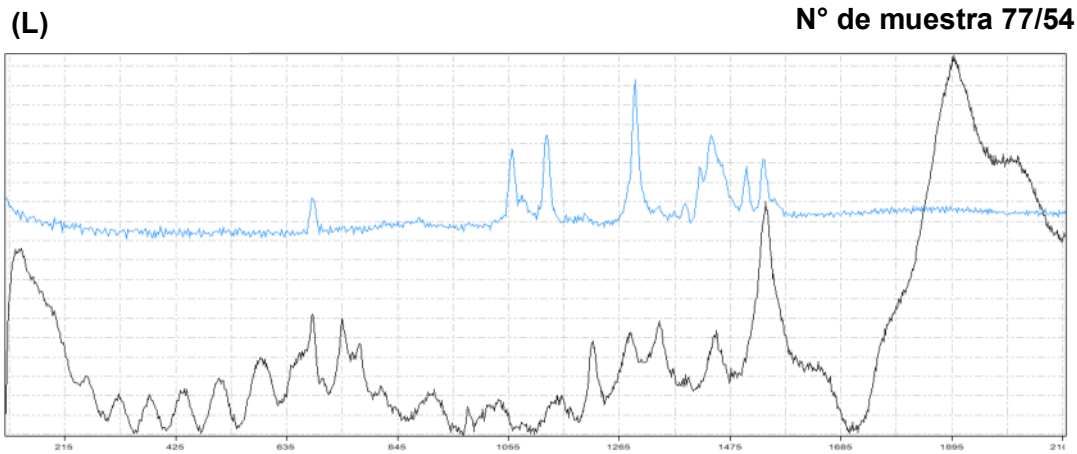


Figura 63: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno, muestra 77/54

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno, Microperla verde

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
67	<) Pol (nm)	Pol
65	(nm)	
64	Pol (nm)	Pol
64	Pol (nm)	Pol
63	(nm)	
62	(nm)	
60	(nm)	
59	(nm)	
59	(nm)	
58	(nm)	
57	(nm)	
57	(nm)	
57	(nm)	

Figura 64: Polietileno 67 % de comparación

(M) **N° de muestra 78/74**

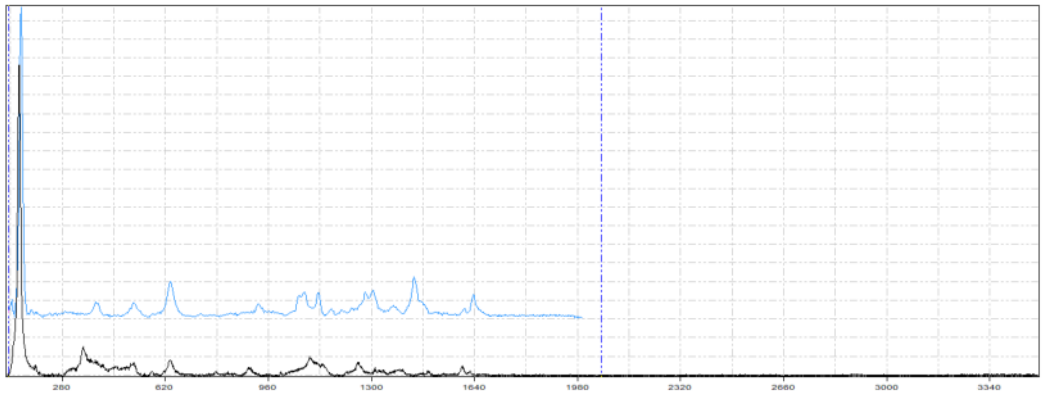


Figura 65: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, muestra 78/74

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
78	<) Pol (nm)	Pol
58	(nm)	
56	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol
45	Pol (nm)	Pol
43	Pol (nm)	Pol
41	Pol (nm)	Pol
40	Pol (nm)	Pol
39	Acr (nm)	Acr
39	Pol (nm)	Pol
38	Acr (nm)	Acr
37	(nm)	
35	(nm)	

Figura 66: Poliamida 78 % de comparación

(N) **N° de muestra 79/46**

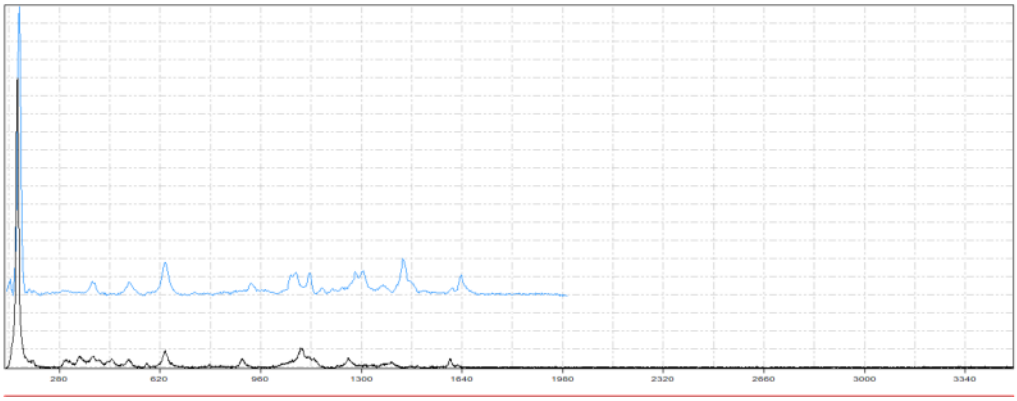


Figura 67: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, muestra 79/46

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	Pol (nm)	Pol
55	(nm)	
54	Acr (nm)	Acr
52	Pol (nm)	Pol
42	Pol (nm)	Pol
41	Pol (nm)	Pol
39	Pol (nm)	Pol
38	Acr (nm)	Acr
38	Pol (nm)	Pol
37	Pol (nm)	Pol
36	Acr (nm)	Acr
34	(nm)	
32	(nm)	

Figura 68: Poliamida 77 % de comparación

(Ñ) **N° de muestra 80/43**

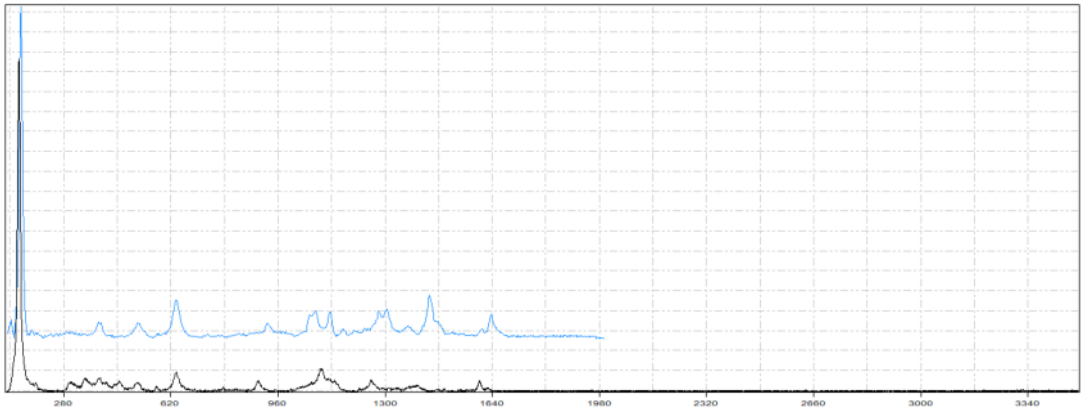


Figura 69: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, muestra 80/43

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	<) Pol (nm)	Pol
55	(nm)	
54	Acr (nm)	Acr
52	Pol (nm)	Pol
42	Pol (nm)	Pol
41	Pol (nm)	Pol
39	Pol (nm)	Pol
38	Acr (nm)	Acr
38	Pol (nm)	Pol
37	Pol (nm)	Pol
36	Acr (nm)	Acr
34	(nm)	
32	(nm)	

Figura 70: Poliamida 77 % de comparación

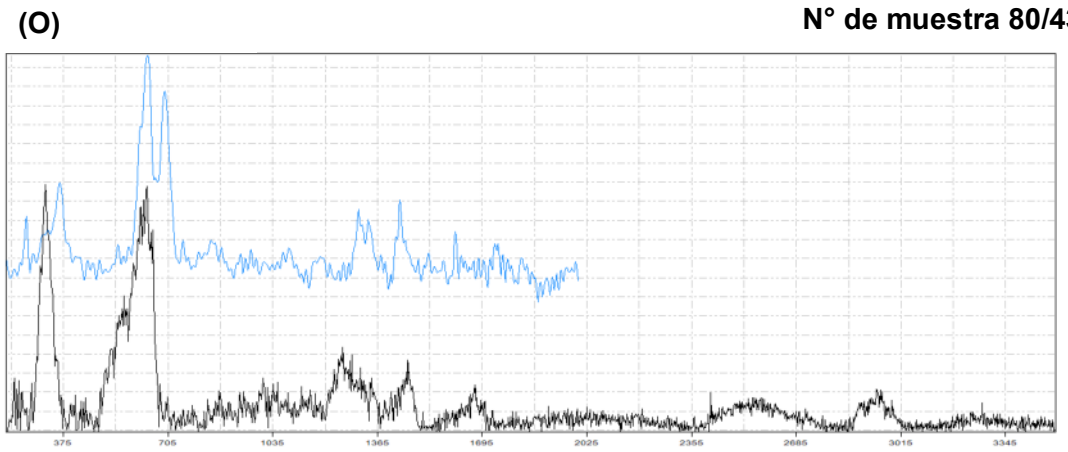


Figura 71: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Cloruro de polivinilo, muestra 80/43

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Cloruro de polivinilo, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
74	(nm)	
73	(nm)	
68	(nm)	
66	(nm)	
66	(nm)	
59	(nm)	
58	Pol (nm)	Pol
57	(nm)	
57	(nm)	
56	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
54	Pol (nm)	Pol

Figura 72: Cloruro de polivinilo 74 % de comparación

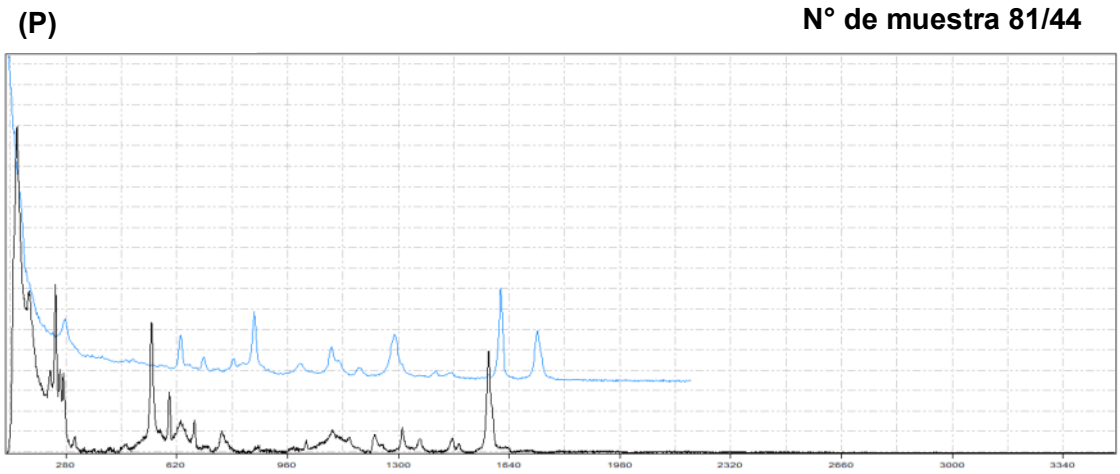


Figura 73: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 81/44

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
76	<) Pol (nm)	Pol
68	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
56	(nm)	
54	Pol (nm)	Pol
54	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
47	Pol (nm)	Pol
45	(nm)	
45	Acr (nm)	Acr
45	Pol (nm)	Pol

Figura 74: Poliéster 76 % de comparación

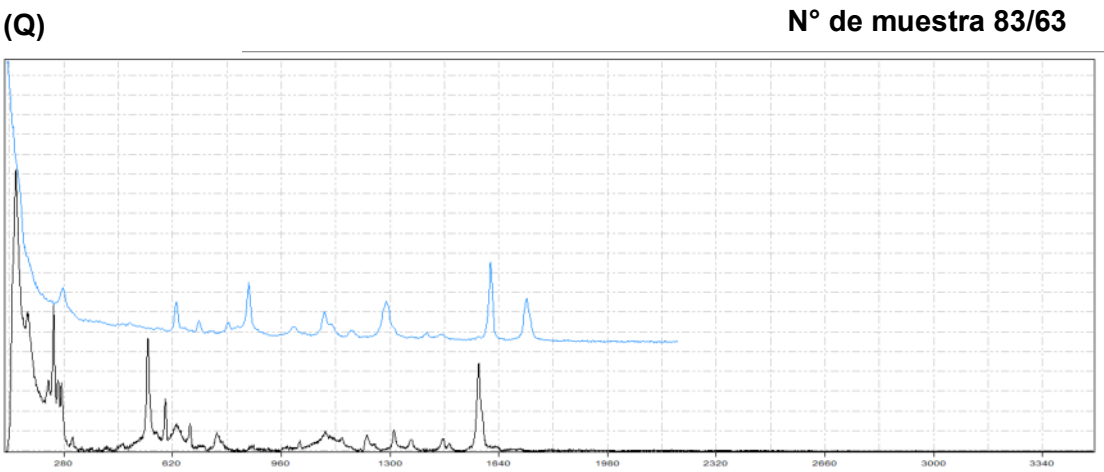


Figura 75: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 83/63

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
76	<) Pol (nm)	Pol
68	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
56	(nm)	
54	Pol (nm)	Pol
54	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
47	Pol (nm)	Pol
45	(nm)	
45	Acr (nm)	Acr
45	Pol (nm)	Pol

Figura 76: Poliéster 76 % de comparación

(R) N° de muestra 84/48

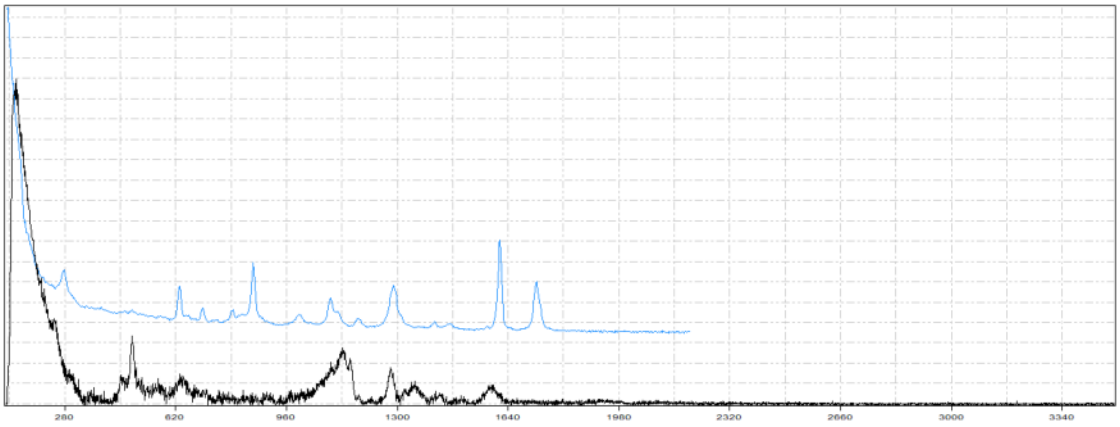


Figura 77: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 84/48

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
81	Pol (nm)	Pol
74	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
62	(nm)	
59	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol
52	Acr (nm)	Acr
51	(nm)	
51	Pol (nm)	Pol
51	Pol (nm)	Pol
49	(nm)	
47	(nm)	

Figura 78: Poliéster 81 % de comparación

(S) N° de muestra 85/65

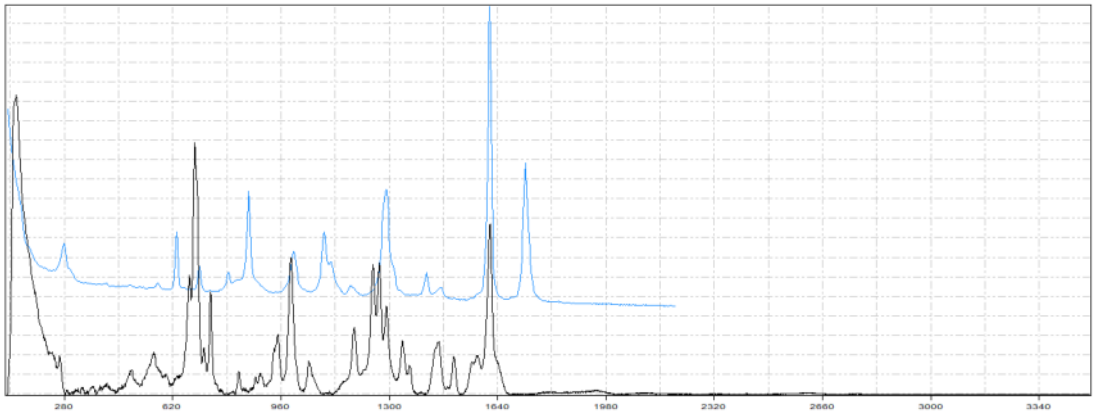


Figura 79: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 85/65

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, Microperla naranja

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
72	<) Pol (nm)	Pol
68	<) Pol (nm)	Pol
67	Pol (nm)	Pol
67	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
58	(nm)	
55	Pol (nm)	Pol
55	(nm)	
54	Pol (nm)	Pol
54	(nm)	
52	(nm)	
52	(nm)	
51	Acr (nm)	Acr

Figura 80: Poliéster 72 % de comparación

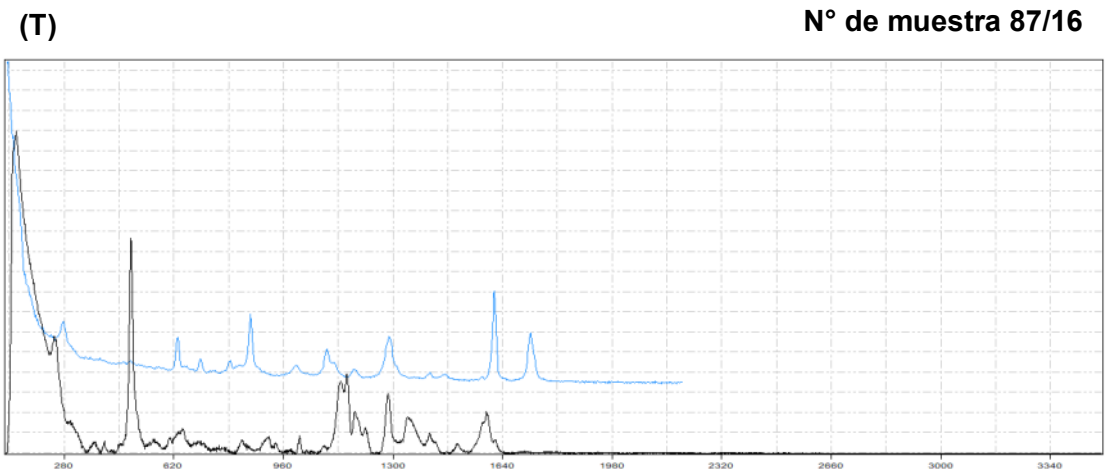


Figura 81: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 87/16

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
78	<) Pol (nm)	Pol
71	Pol (nm)	Pol
59	Pol (nm)	Pol
59	(nm)	
58	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
53	Pol (nm)	Pol
52	Acr (nm)	Acr
50	Pol (nm)	Pol
50	(nm)	
50	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
46	(nm)	

Figura 82: Poliéster 78 % de comparación

(U) N° de muestra 88/41

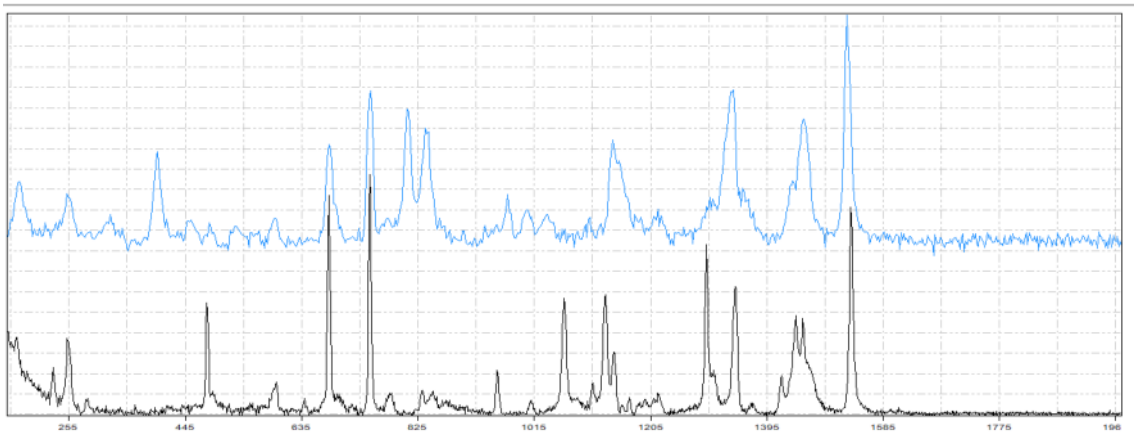


Figura 83: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, muestra 88/41

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, fragmento celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
66	Pol (nm)	Pol
66	Pol (nm)	Pol
65	(nm)	
64	(nm)	
63	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
60	Pol (nm)	Pol
59	Pol (nm)	Pol

Figura 84: Polipropileno 66 % de comparación

(T) **N° de muestra 88/41**

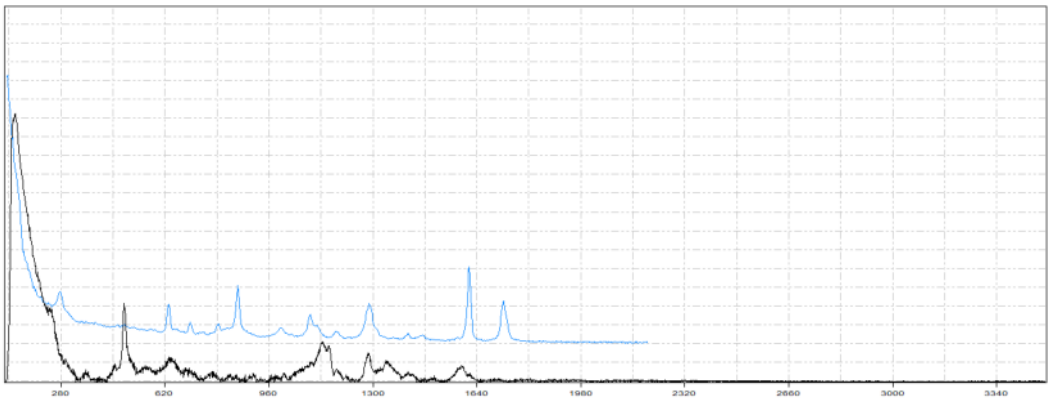


Figura 85: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, muestra 88/41

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, fragmento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
81	<) Pol (nm)	Pol
73	<) Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
61	Pol (nm)	Pol
58	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
51	Acr (nm)	Acr
50	Pol (nm)	Pol
50	(nm)	
49	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
46	(nm)	

Figura 86: Polipropileno 81 % de comparación

(U) **N° de muestra 88/11**

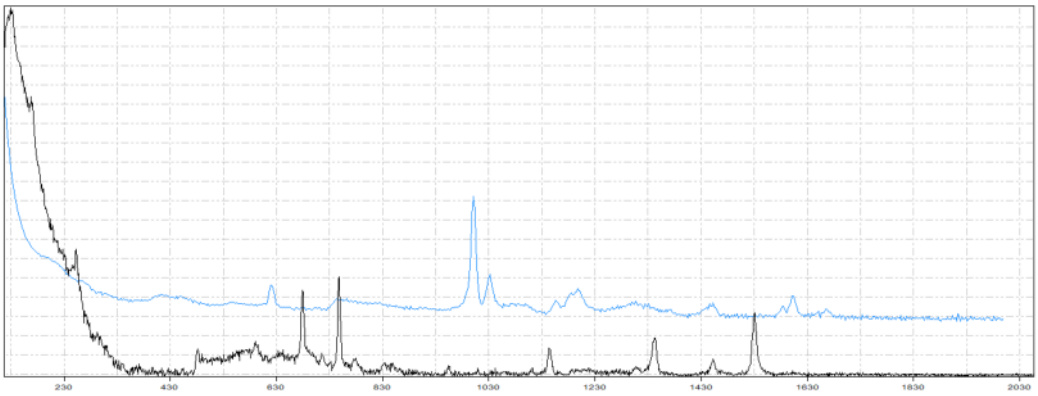


Figura 87: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrilonitrilo butadieno estireno, muestra 88/11

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrilonitrilo butadieno estireno, fragmento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
83	<) Pol (nm)	Pol
69	(nm)	
59	(nm)	
56	Pol (nm)	Pol
56	(nm)	
54	Pol (nm)	Pol
53	(nm)	
52	Pol (nm)	Pol
52	Pol (nm)	Pol
51	(nm)	
50	Acr (nm)	Acr
50	(nm)	
49	(nm)	

Figura 88: Acrilonitrilo butadieno estireno 83 % de comparación

(U) **N° de muestra 90/73**

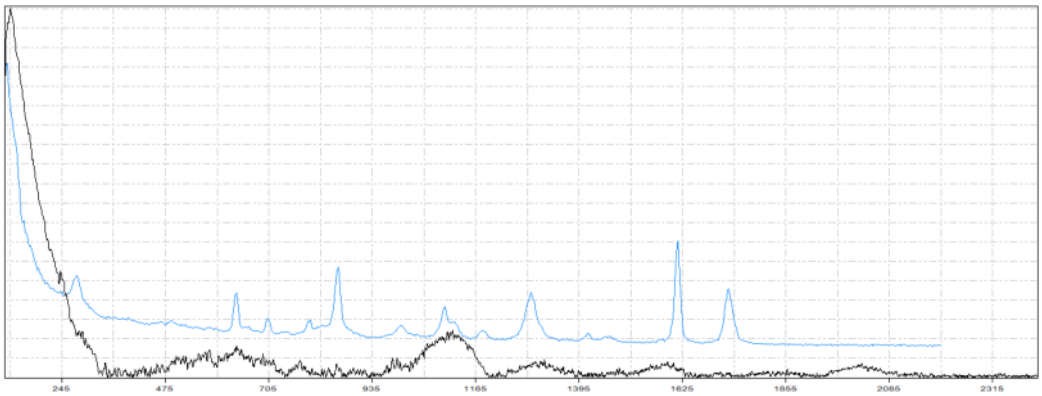


Figura 89: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliestireno, muestra 90/73

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliestireno, fragmento fucsia

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
80	<) Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
50	(nm)	
49	Pol (nm)	Pol
49	Acr (nm)	Acr
48	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
45	(nm)	

Figura 90: Poliestireno 80 % de comparación

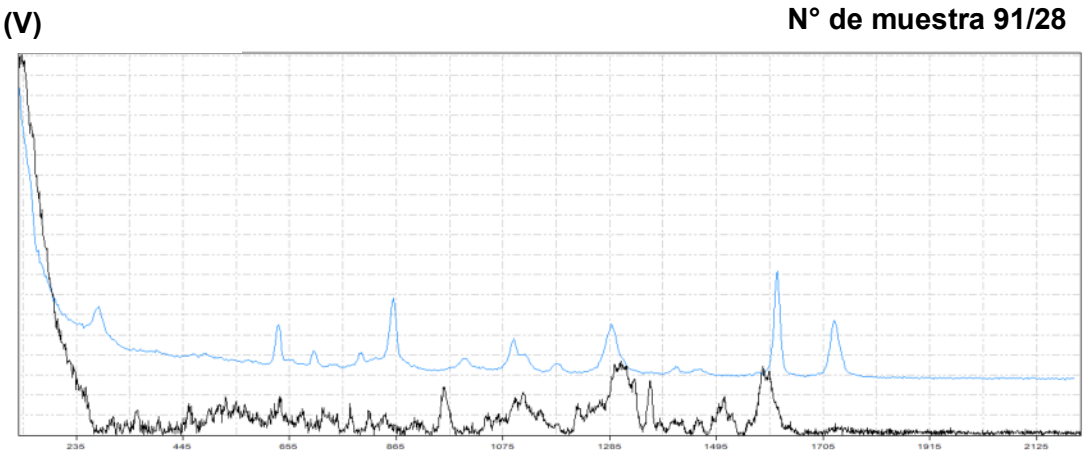


Figura 91: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 91/28

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento fucsia

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
82	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
65	Pol (nm)	Pol
62	(nm)	
62	Pol (nm)	Pol
60	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
55	Pol (nm)	Pol
53	(nm)	
53	(nm)	
53	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
49	(nm)	

Figura 92: Poliéster 82 % de comparación

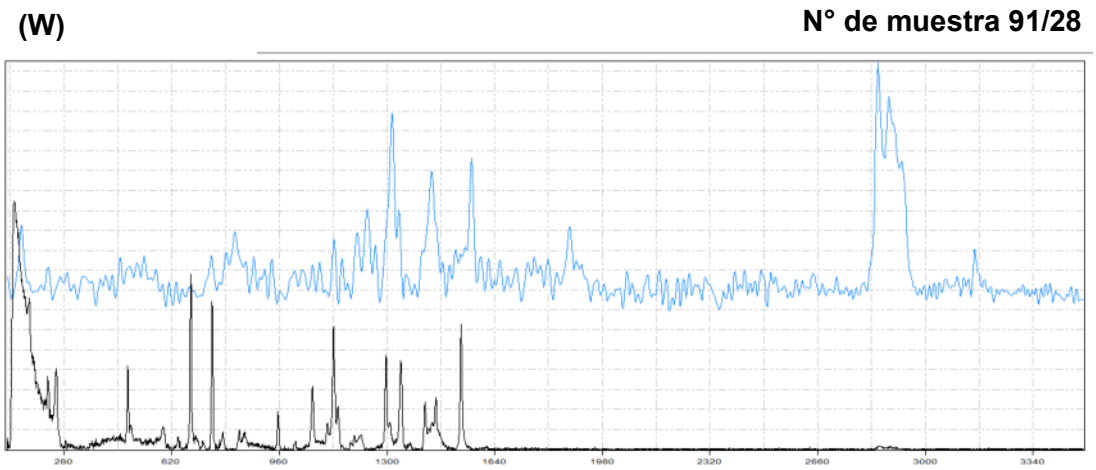


Figura 93: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno vinil acetato, muestra 91/28

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno vinil acetato, fragmento celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
92	<) (nm)	
91	(nm)	
91	(nm)	
91	Pol (nm)	Pol
91	Pol (nm)	Pol
91	(nm)	
91	Pol (nm)	Pol
91	(nm)	
90	Pol (nm)	Pol
90	(nm)	
90	Pol (nm)	Pol
89	(nm)	
89	Pol (nm)	Pol

Figura 94: Polietileno vinil acetato 92 % de comparación

(X) N° de muestra 92/79

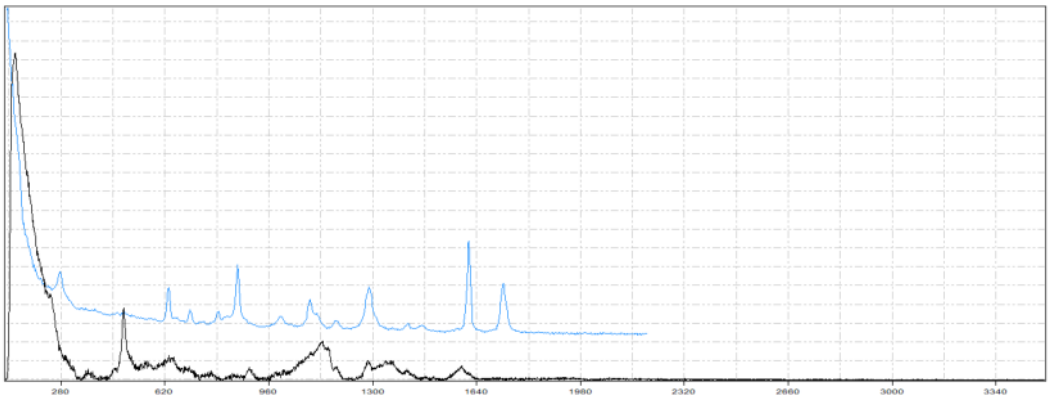


Figura 95: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 92/79

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
80	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
54	Acr (nm)	Acr
50	Acr (nm)	Acr
49	Pol (nm)	Pol
49	(nm)	
48	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
45	(nm)	

Figura 96: Poliéster 80 % de comparación

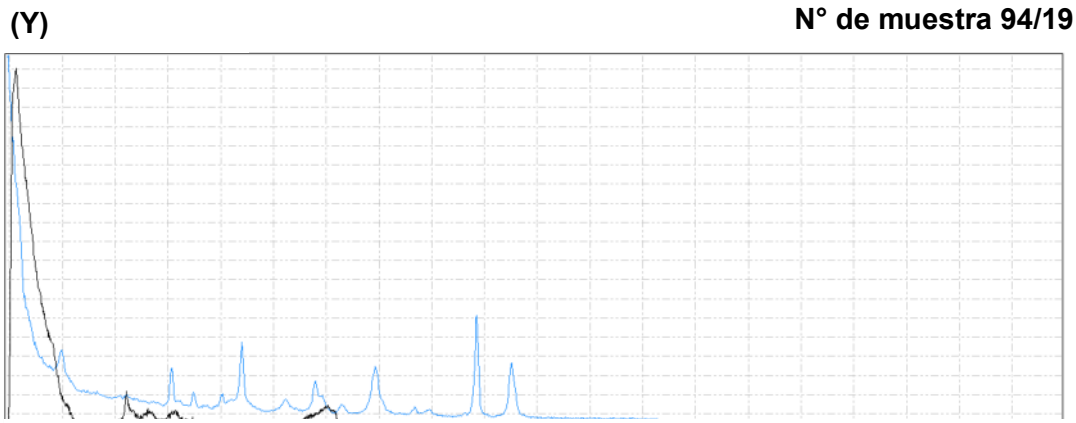


Figura 97: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 94/19

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
80	<) Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
59	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
52	Acr (nm)	Acr
47	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
47	Acr (nm)	Acr
46	(nm)	
45	Pol (nm)	Pol
43	(nm)	

Figura 98: Poliéster 80 % de comparación

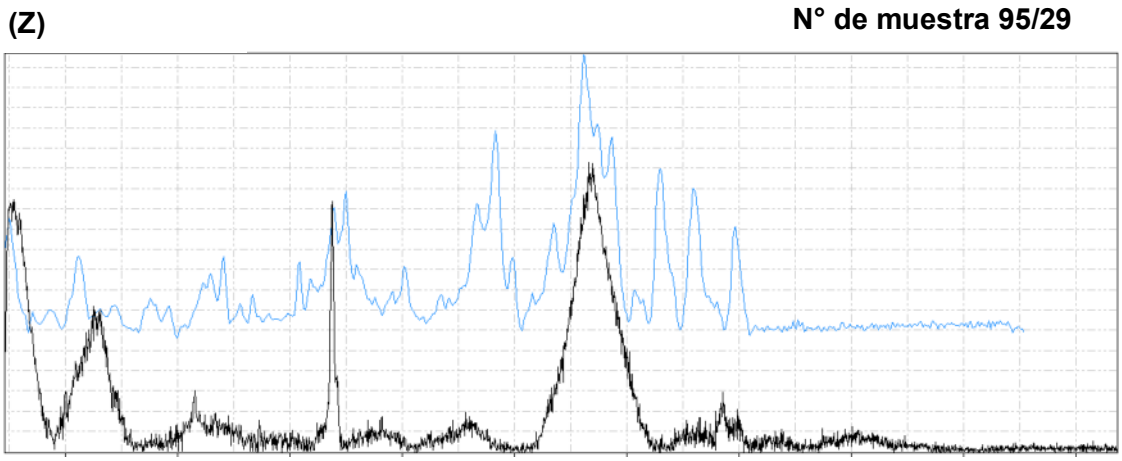


Figura 99: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrílico, muestra 95/29

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrílico, fragmento verde

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
73	<) Acr (nm)	Acr
69	Acr (nm)	Acr
68	Acr (nm)	Acr
66	Acr (nm)	Acr
65	Acr (nm)	Acr
62	Acr (nm)	Acr
61	Acr (nm)	Acr
59	Pol (nm)	Pol
59	Pol (nm)	Pol
58	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
56	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol

Figura 100: Acrílico 73 % de comparación

(Za) **N° de muestra 96/26**

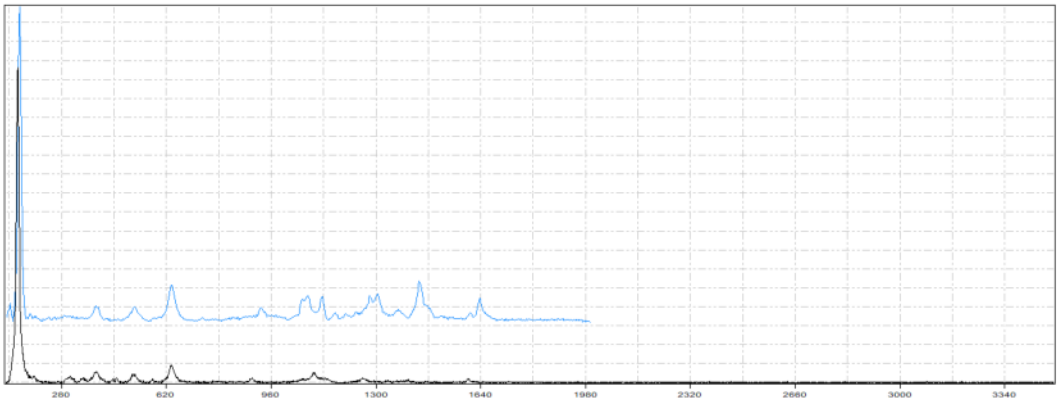


Figura 101: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, muestra 96/26

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	<) Pol (nm)	Pol
53	(nm)	
51	Acr (nm)	Acr
50	Pol (nm)	Pol
40	Pol (nm)	Pol
38	Pol (nm)	Pol
38	Pol (nm)	Pol
34	Pol (nm)	Pol
33	(nm)	
33	Acr (nm)	Acr
32	Acr (nm)	Acr
32	Pol (nm)	Pol
30	(nm)	

Figura 102: Poliamida 77 % de comparación

(Zb) **N° de muestra 96/26**

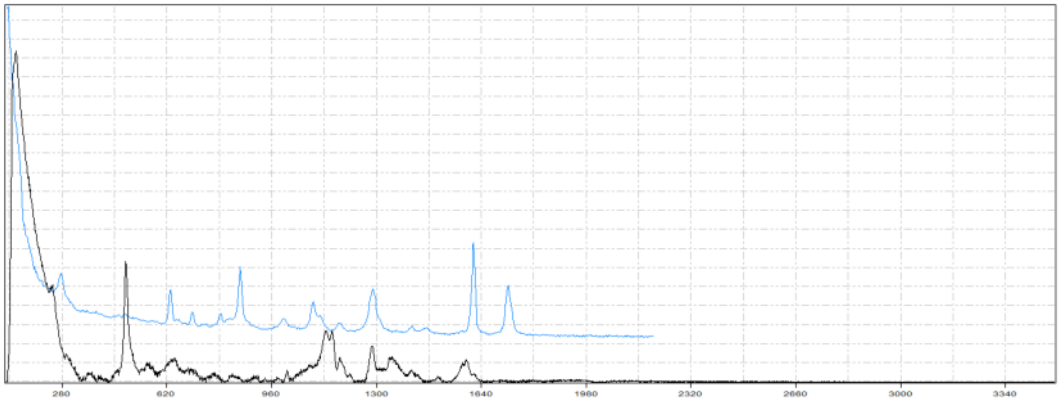


Figura 103: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 96/26

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
79	Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
60	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
50	Acr (nm)	Acr
49	(nm)	
49	Pol (nm)	Pol
48	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
45	(nm)	

Figura 104: Poliéster 79 % de comparación

(Zc) N° de muestra 96/27

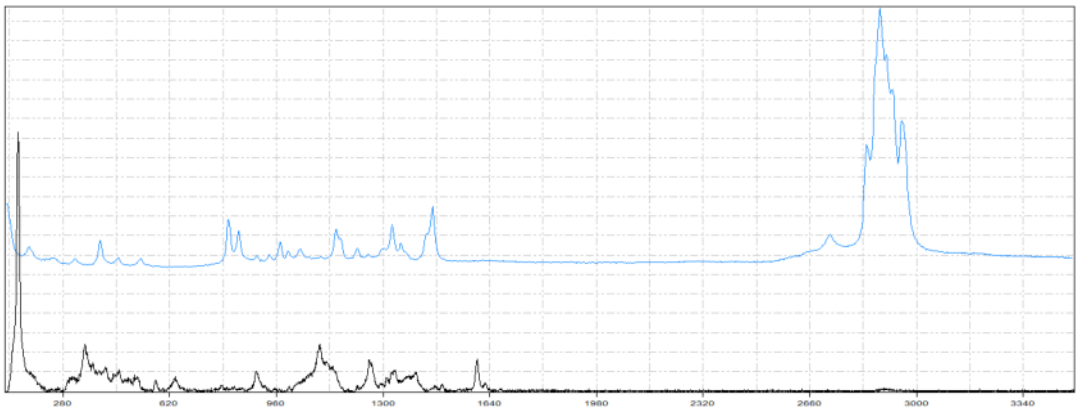


Figura 105: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, muestra 96/27

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, filamento amarilla

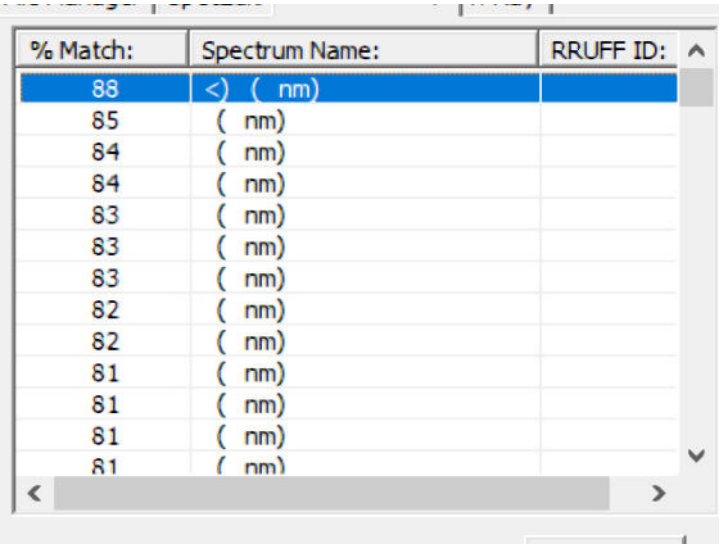


Figura 106: Poliéster 88 % de comparación

(Zd) **N° de muestra 98/14**

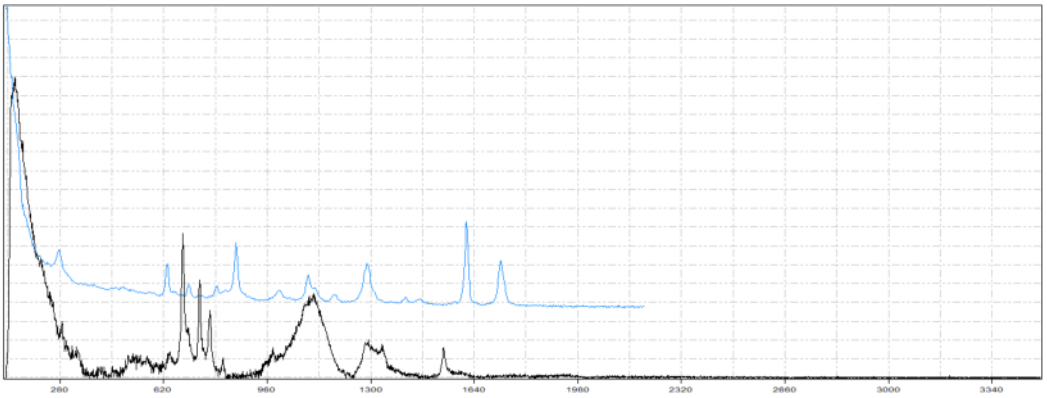


Figura 107: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 98/14

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento verde

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
79	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
62	Acr (nm)	Acr
62	(nm)	
61	Pol (nm)	Pol
61	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
55	Pol (nm)	Pol
54	Acr (nm)	Acr
54	(nm)	
52	Pol (nm)	Pol
50	(nm)	

Figura 108: Poliéster 79 % de comparación

(Ze) **N° de muestra 98/14**

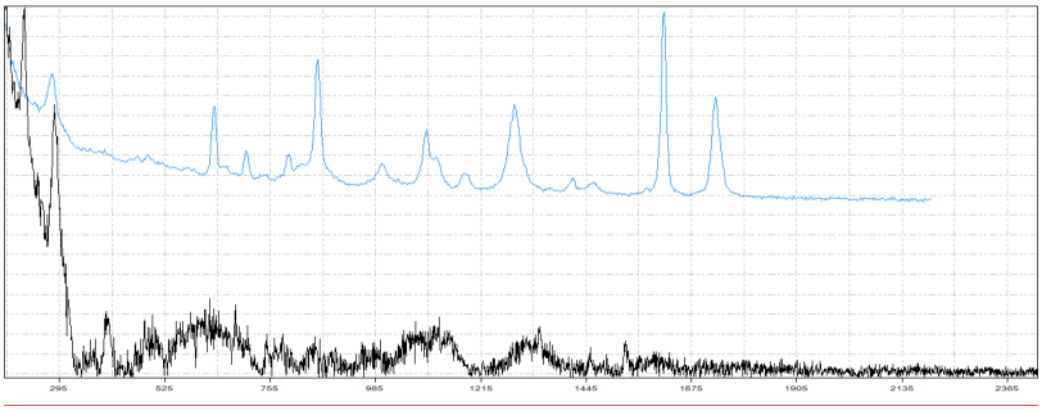


Figura 109: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 98/14

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	<) Pol (nm)	Pol
75	Pol (nm)	Pol
65	Pol (nm)	Pol
53	(nm)	
53	Pol (nm)	Pol
50	(nm)	
49	Acr (nm)	Acr
49	(nm)	
49	(nm)	
48	Acr (nm)	Acr
48	(nm)	
48	Pol (nm)	Pol
48	Pol (nm)	Pol

Figura 110: Poliéster 77 % de comparación

(Zf) N° de muestra 101/21

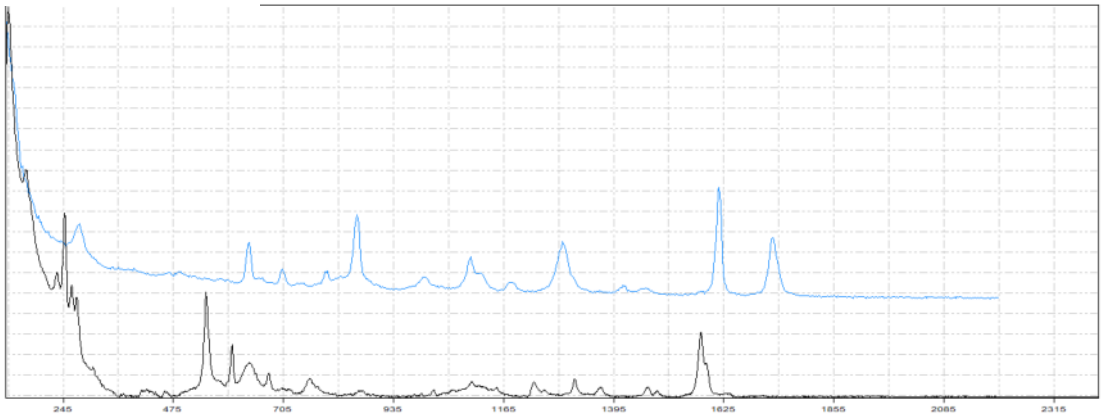


Figura 111: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 101/21

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
78	Pol (nm)	Pol
70	Pol (nm)	Pol
58	(nm)	
57	Pol (nm)	Pol
54	Acr (nm)	Acr
54	Pol (nm)	Pol
52	Pol (nm)	Pol
50	Acr (nm)	Acr
46	(nm)	
46	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	
43	Pol (nm)	Pol
41	(nm)	

Figura 112: Poliéster 78 % de comparación

(Zg) **N° de muestra 101/21**

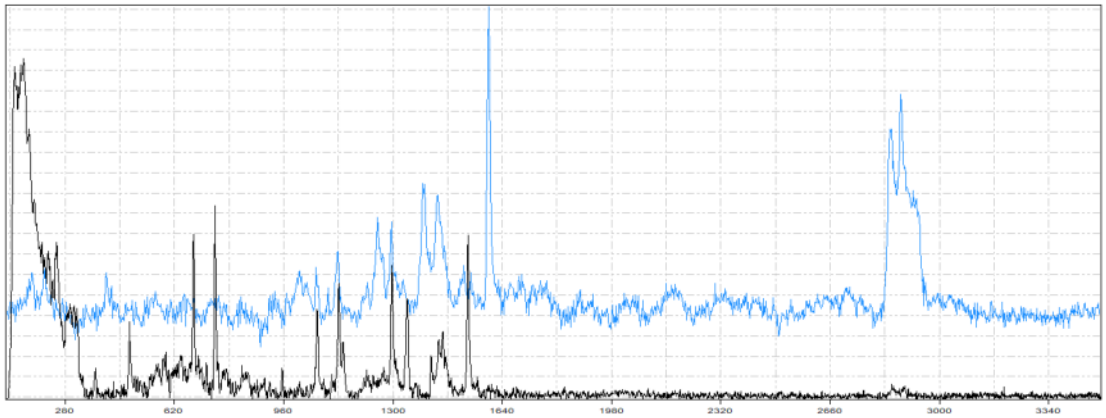


Figura 113: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno vinil acetato, muestra 101/21

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polietileno vinil acetato, fragmento celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
87	<) (nm)	
87	(nm)	
84	<) Pol (nm)	Pol
83	(nm)	
83	Pol (nm)	Pol
83	(nm)	
83	(nm)	
82	Pol (nm)	Pol
81	(nm)	
81	(nm)	
80	Pol (nm)	Pol
80	Pol (nm)	Pol
80	(nm)	

Figura 114: Polietileno vinil acetato 87 % de comparación

(Zh) **N° de muestra 102/13**

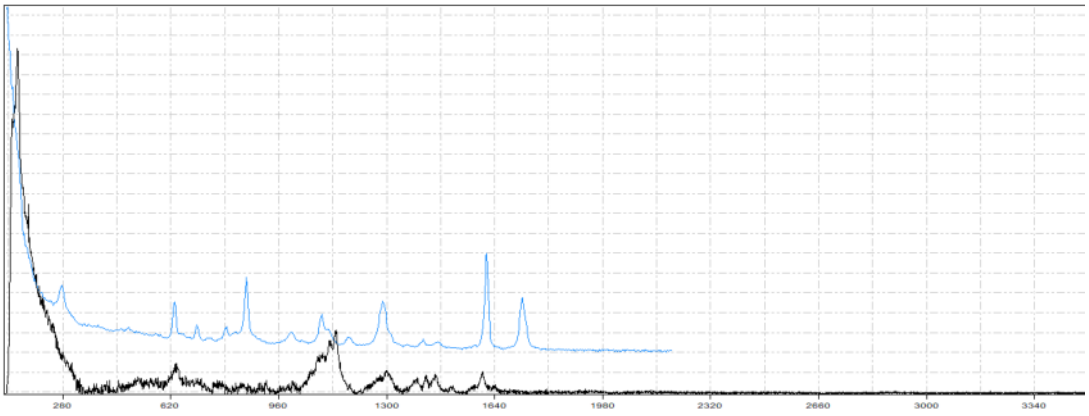


Figura 115: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 102/13

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, fragmento fucsia

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
80	<) Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
62	Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
59	Acr (nm)	Acr
59	Pol (nm)	Pol
53	(nm)	
52	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
50	Pol (nm)	Pol
49	(nm)	
46	Acr (nm)	Acr

Figura 116: Poliéster 80 % de comparación

(Zi) **N° de muestra 103/10**

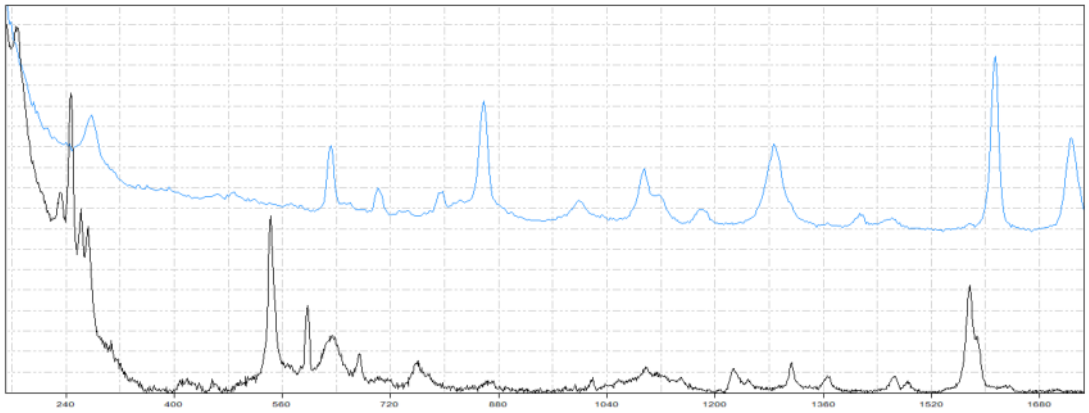


Figura 117: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 103/10

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
77	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
55	(nm)	
47	(nm)	
46	(nm)	
46	(nm)	
45	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	
42	(nm)	
42	(nm)	
42	Pol (nm)	Pol
41	(nm)	
40	Pol (nm)	Pol

Figura 118: Poliéster 77 % de comparación

(Zj) **N° de muestra 104/37**

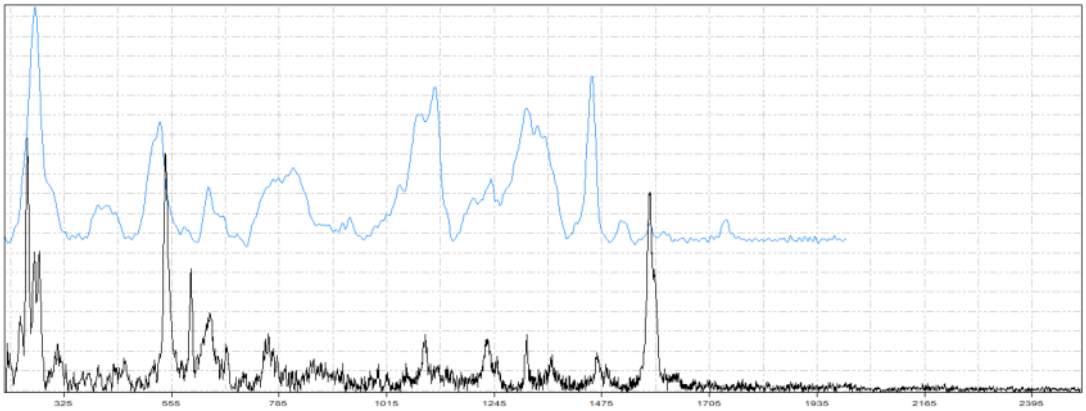


Figura 119: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrílico, muestra 104/37

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Acrílico, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
60	<) Acr (nm)	Acr
59	Acr (nm)	Acr
57	Acr (nm)	Acr
57	Pol (nm)	Pol
57	Pol (nm)	Pol
56	Acr (nm)	Acr
54	(nm)	
53	(nm)	
52	(nm)	
52	(nm)	
52	(nm)	
51	(nm)	
51	(nm)	

Figura 120: Acrílico 60 % de comparación

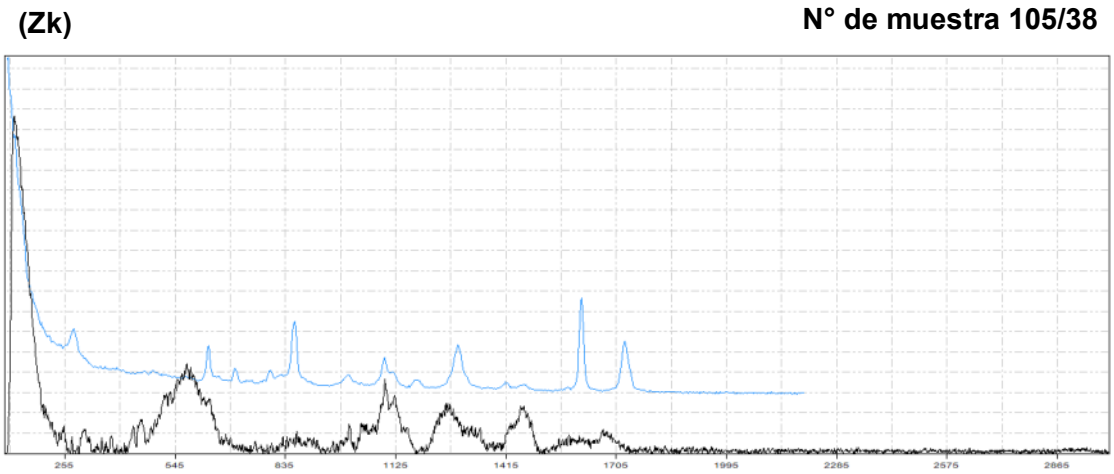


Figura 121: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 105/38

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
81	<) Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
65	Pol (nm)	Pol
63	Pol (nm)	Pol
62	Acr (nm)	Acr
61	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
60	(nm)	
60	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol
56	(nm)	
55	(nm)	
55	(nm)	

Figura 122: Poliéster 81 % de comparación

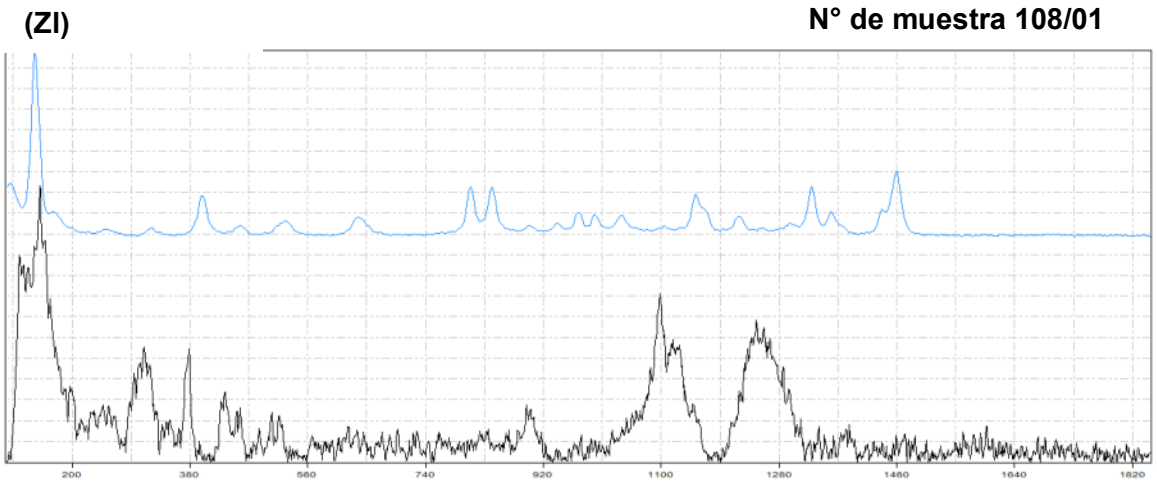


Figura 123: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, muestra 108/01

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
71	<) (nm)	
70	<) Pol (nm)	Pol
70	(nm)	
69	(nm)	
69	Acr (nm)	Acr
67	Pol (nm)	Pol
66	Acr (nm)	Acr
65	Pol (nm)	Pol
65	Pol (nm)	Pol
64	(nm)	
64	Pol (nm)	Pol
63	Acr (nm)	Acr
63	Acr (nm)	Acr

Figura 124: Polipropileno 71 % de comparación

(Zm) **N° de muestra 108/01**

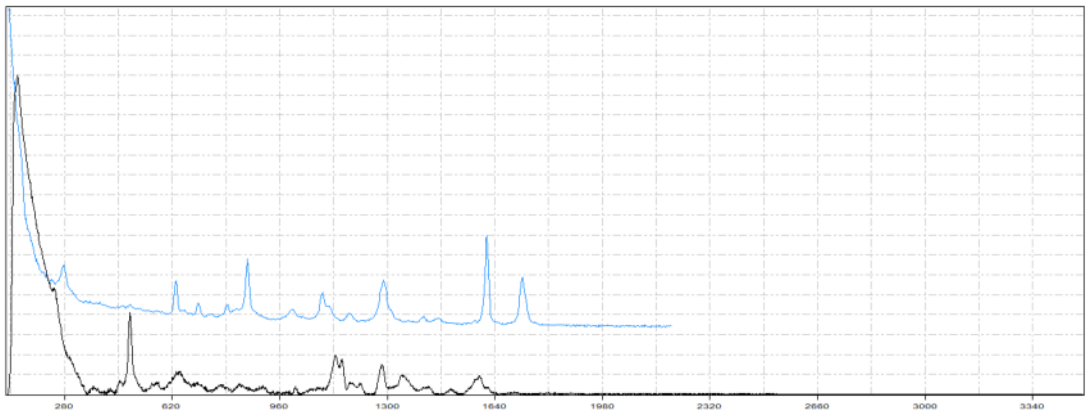


Figura 125: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 108/21

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
78	<) Pol (nm)	Pol
71	Pol (nm)	Pol
59	(nm)	
58	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
54	Pol (nm)	Pol
53	Acr (nm)	Acr
48	Pol (nm)	Pol
48	(nm)	
47	Acr (nm)	Acr
46	Pol (nm)	Pol
45	(nm)	
43	(nm)	

Figura 126: Poliéster 78 % de comparación

(Zn) **N° de muestra 108/08**

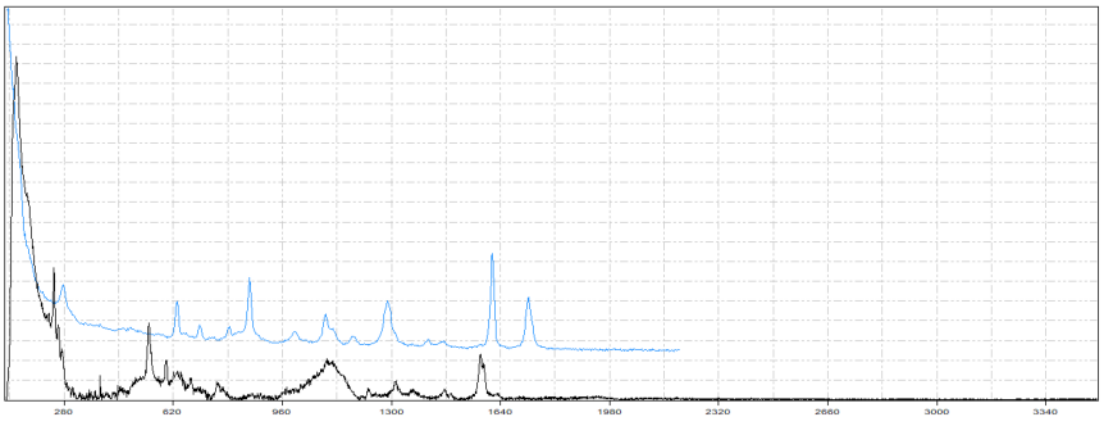


Figura 127: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 108/08

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
80	<) Pol (nm)	Pol
72	<) Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
57	Acr (nm)	Acr
57	Pol (nm)	Pol
56	Pol (nm)	Pol
53	Acr (nm)	Acr
51	(nm)	
49	Pol (nm)	Pol
48	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
46	Acr (nm)	Acr

Figura 128: Poliéster 80 % de comparación

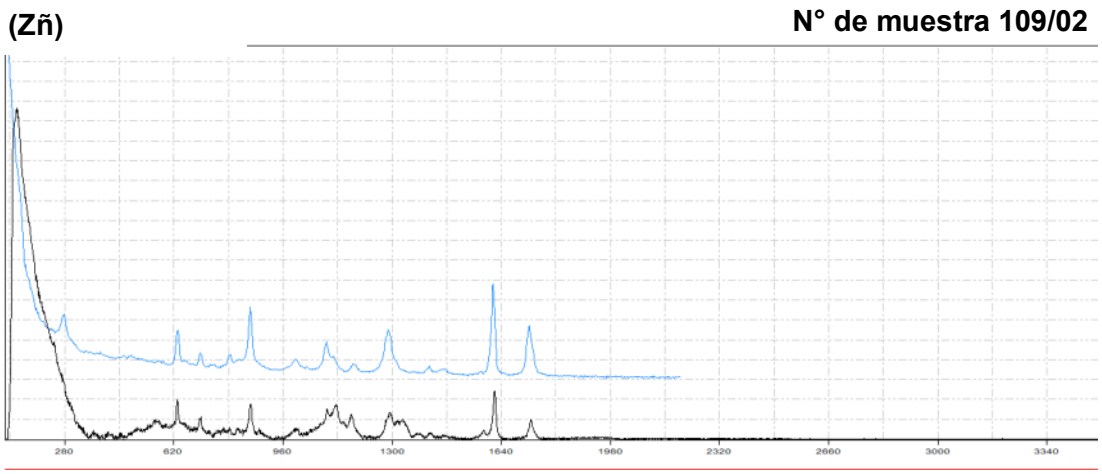


Figura 129: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 109/02

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento fucsia

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
81	<) Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
63	Pol (nm)	Pol
61	(nm)	
60	Pol (nm)	Pol
55	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
53	Pol (nm)	Pol
49	Acr (nm)	Acr
49	(nm)	
47	(nm)	
47	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	

Figura 130: Poliéster 81 % de comparación

(Zo) N° de muestra 109/02

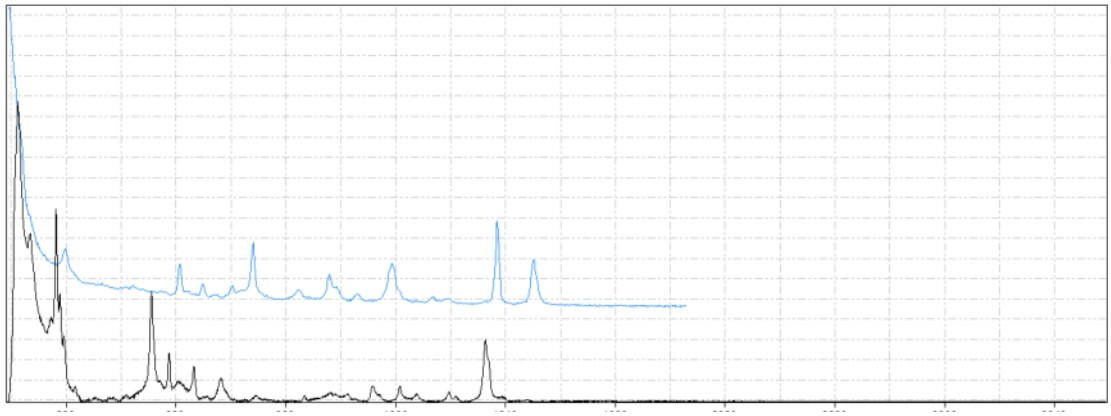


Figura 131: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 109/02

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
76	<) Pol (nm)	Pol
69	Pol (nm)	Pol
56	(nm)	
56	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
53	Pol (nm)	Pol
53	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
45	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	
43	Acr (nm)	Acr
42	Pol (nm)	Pol

Figura 132: Poliéster 76 % de comparación

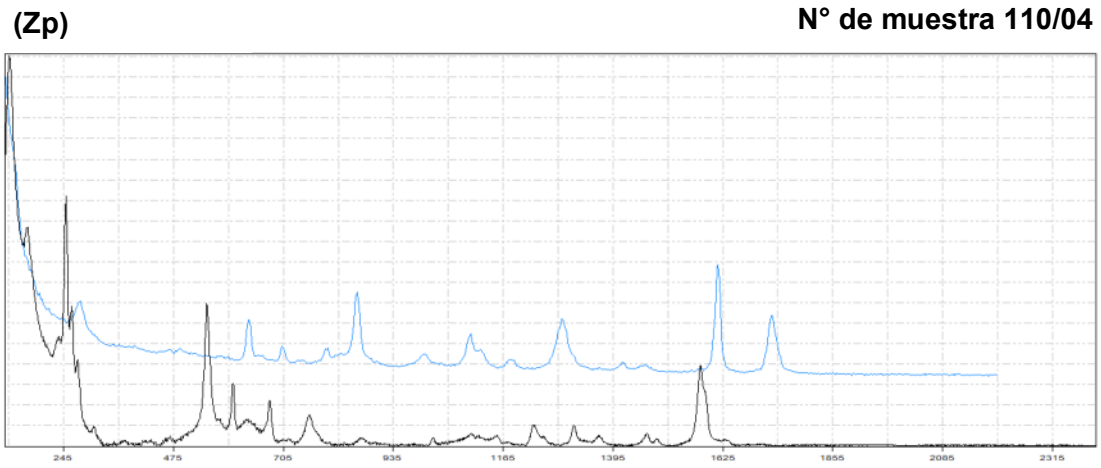


Figura 133: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 110/04

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento azul

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
76	<) Pol (nm)	Pol
69	Pol (nm)	Pol
56	(nm)	
56	Pol (nm)	Pol
55	Acr (nm)	Acr
53	Pol (nm)	Pol
53	Acr (nm)	Acr
51	Pol (nm)	Pol
47	(nm)	
45	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	
43	Acr (nm)	Acr
42	Pol (nm)	Pol

Figura 134: Poliéster 76 % de comparación

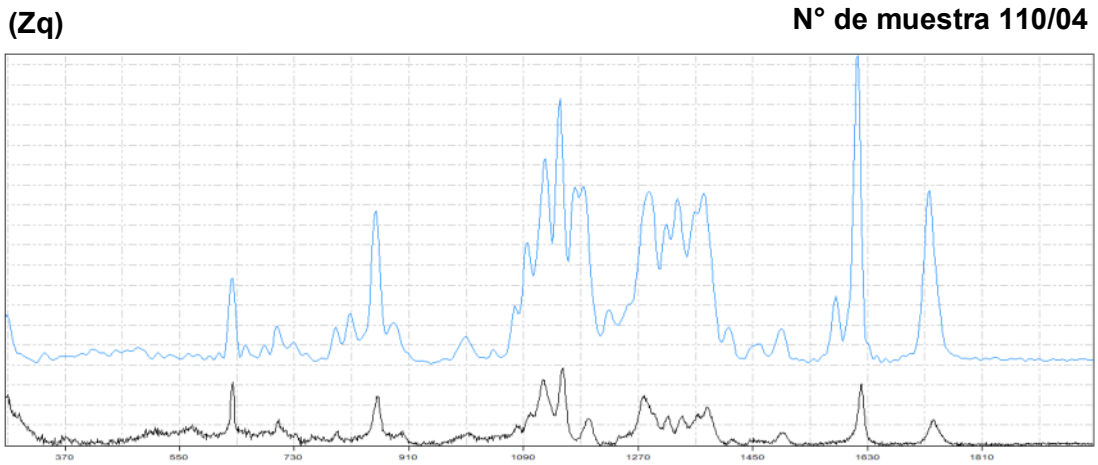


Figura 135: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, muestra 110/04

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliéster, filamento fucsia

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
83	<) Pol (nm)	Pol
79	Pol (nm)	Pol
78	Pol (nm)	Pol
77	Pol (nm)	Pol
75	Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
73	Pol (nm)	Pol
72	Acr (nm)	Acr
70	(nm)	
70	(nm)	
70	(nm)	
70	(nm)	
69	Acr (nm)	Acr

Figura 136: Poliéster 83 % de comparación

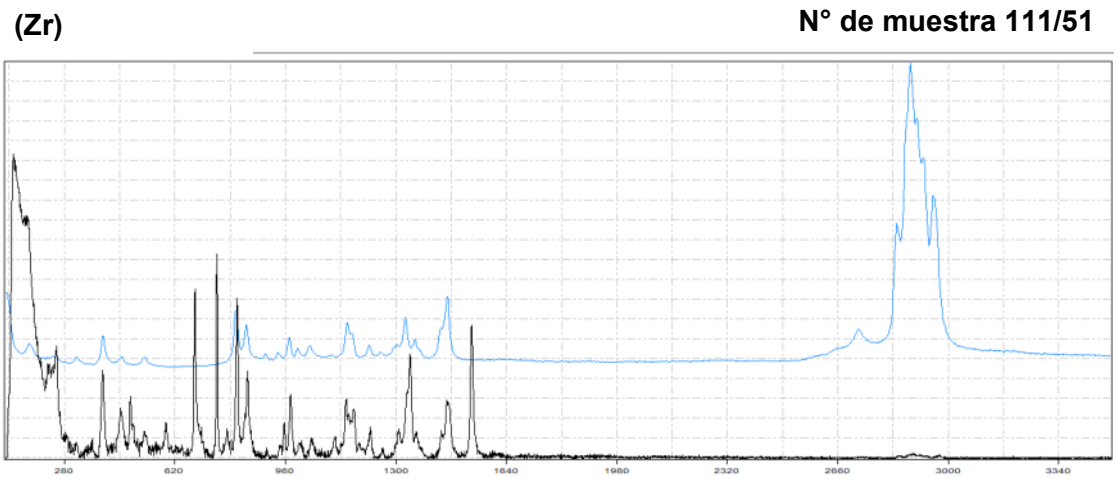


Figura 137: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, muestra 111/51

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Polipropileno, fragmento celeste

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
93	<) (nm)	
92	(nm)	
92	(nm)	
91	(nm)	
91	(nm)	
90	(nm)	
90	(nm)	
90	(nm)	
90	(nm)	
89	Pol (nm)	Pol
89	Pol (nm)	Pol
89	Pol (nm)	Pol
89	Pol (nm)	Pol

Figura 138: Poliéster 93 % de comparación

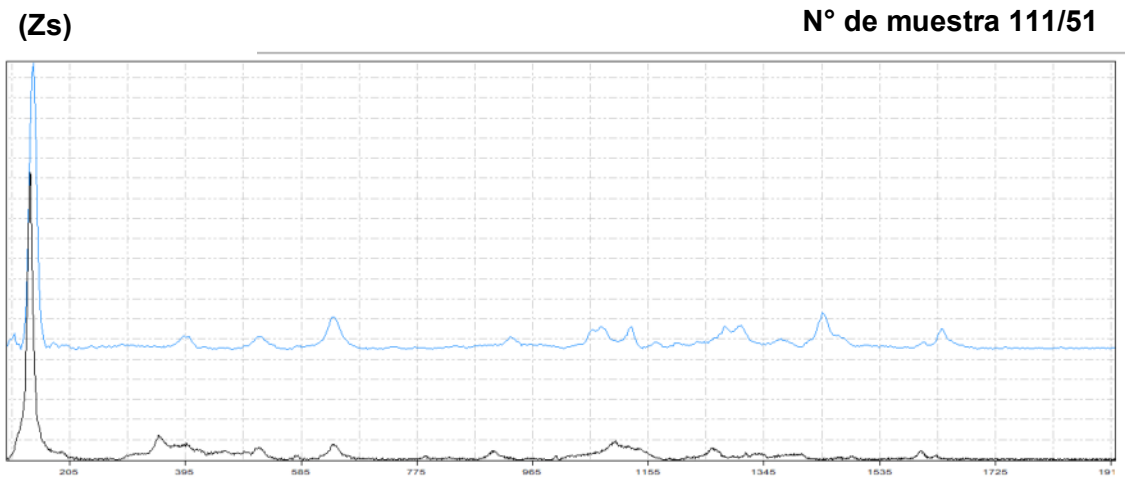


Figura 139: Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, muestra 111/51

Referencia/patrón del microplástico

Espectro de Microscopia Raman Confocal de Poliamida, filamento amarilla

% Match:	Spectrum Name:	RRUFF ID:
83	<) Pol (nm)	Pol
72	Pol (nm)	Pol
71	(nm)	
65	(nm)	
59	Acr (nm)	Acr
56	Pol (nm)	Pol
54	(nm)	
46	Pol (nm)	Pol
44	(nm)	
43	Pol (nm)	Pol
41	Pol (nm)	Pol
40	Pol (nm)	Pol
40	Acr (nm)	Acr

Figura 140: Poliamida 83 % de comparación

ANEXO 7: REPORTE DE ANALISIS DE MICROPLASTICOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE ELECTROQUÍMCA APLICADA

REPORTE DE ANALISIS DE MICROPLÁSTICOS

I. Datos Generales

Solicitante: Universidad Nacional de Moquegua

Contacto: Mavet Percca Mendoza

Muestras:47 muestras en placas Petri, papel filtro con impregnación de partículas

Técnica empleada: Microscopía Raman Confocal

Equipo de Análisis: Raman Horiba Scientific Modelo Xplora

II. Resultados:

1.1 Espectros: Los resultados son reportados en un archivo de espectros con extensión *.txt, en versión digital : ANEXO I

1.2 Se adjunta Reporte de identificación de espectros analizados respecto a base de datos, versión digital: ANEXO II

1.3 Se adjunta base de datos: Microplastic Spectral Libraries, con extension *.txt

Fuente: Department of Ecology and Evolutionary Biology, 25 Wilcocks St Toronto, ON M5S3B2. Canada, Earth Sciences, Room 3054; https://rochmanlab.com/ ; ANEXO III

Atentamente.

Dr. Adolfo La Rosa Toro Gómez
Jefe del Laboratorio de Investigación
De Electroquímica Aplicada

Telefax:4811070 Anexo342,
4810824;
email: fc@uni.edu.pe ;

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : MAVET ASBEL PERCCA MENDOZA
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 70163919
Correo electrónico : asbel.1241@gmail.com
Teléfono/Celular : 965946459

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (X)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis (x)
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico ( )

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DE LOS MICROPLÁSTICOS PRESENTES EN EL GUANO DE ISLA DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PUNTA DE COLES, ILO - MOQUEGUA 2019.
b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.08.01
c) Fecha de publicación : 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : MGR. JOSE ANTONIO VALERIANO ZAPANA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 43500364
c) ORCID : 0000-0002-5571-0531

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70163919
NOMBRES Y APELLIDOS : MAVET ASBEL PERCCA MENDOZA

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70163919

NOMBRES Y APELLIDOS : MAVET ASBEL PERCCA MENDOZA

FECHA : 22 / 04 / 2022

