

Gestión portuaria de las mineras de Marcona y su objetivo de desarrollo sobre vida submarina

Marcona mining port management and its development objective on underwater life

Alfonso Ramírez Caján^{1,a}, Leticia Domínguez Ballona^{1,b}

Recibido: 11/08/2022 – Aprobado: 5/10/2022 – Publicado: 31/12/2022

RESUMEN

Esta investigación se desarrolla en el ámbito de la modernización del Sistema Portuario de San Juan de Marcona, cuyo enfoque de sostenibilidad basado en el crecimiento de las actividades portuarias y la protección del ambiente marino, se encuentra vinculado a las operaciones que desarrollan las empresas mineras Shougang y Marcobre, a través de la gestión y manejo de los residuos sólidos y de mezclas oleosas que reciben de los buques en sus terminales. El objetivo fue analizar el ciclo de los residuos desde su fuente de generación hasta su disposición, a fin de conocer el estado de las condiciones ambientales que presentan las aguas costeras y el impacto en los ecosistemas acuáticos. La metodología presentó una investigación explicativa, identificándose el número de instalaciones de recepción acuática y terrestre existentes en la jurisdicción, cuyo resultado puso de manifiesto la escasa infraestructura y capacidad limitada para el almacenamiento temporal de los residuos, concluyéndose que los riesgos de contaminación marina y de la biota acuática, afectan significativamente a la vida submarina, la pesca, el turismo y las áreas protegidas.

Palabras claves: Buque, instalación de recepción, mineral, residuos sólidos, terminal portuario.

ABSTRACT

This research is carried out within the scope of the modernization of the Port System of San Juan de Marcona, whose sustainability approach based on the growth of port activities and the protection of the marine environment, is linked to the operations carried out by the Shougang mining companies and Marcobre, through the management and handling of solid waste and oily mixtures that they receive from ships at their terminals. The objective was to analyze the cycle of waste from its source of generation to its disposal, to know the state of environmental conditions presented by coastal waters and the impact on aquatic ecosystems. The methodology presented an explanatory investigation, identifying the number of existing aquatic and terrestrial reception facilities in the jurisdiction, the result of which revealed the scarce infrastructure and limited capacity for the temporary storage of waste, concluding that the risks of marine pollution and aquatic biota, significantly affect underwater life, fishing, tourism, and protected areas.

Keywords: Ship, reception facility, mineral, solid waste, port terminal.

1 Universidad Alas Peruanas, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima, Perú

a Autor para correspondencia: alfonso.ramirezcajan@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7951-2142>

b E-mail: leticia.dominguez@unmsm.edu.pe – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7634-377X>

I. INTRODUCCIÓN

Las aguas litorales poco profundas son un elemento importante de la ecología marina: ofrecen alimento y hábitat a gran parte de las poblaciones de peces de interés comercial y espacio a la maricultura industrial en expansión. Las amenazas que gravitan sobre el medio marino se ponen de manifiesto, en primer lugar, en sus orillas, de modo que la vigilancia de estas aguas debe ser prioritaria (UNESCO. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2002). El Sistema Portuario de San Juan de Marcona se encuentra conformado por 3 infraestructuras acuáticas, dentro de ellas el muelle Acarí construido en 1959 por Panamerican Commodities Ltd. para la exportación de hierro, el muelle de San Juan construido en 1953 por Marcona Mining Company para el transporte de concentrados de hierro y el muelle del Desembarcadero Pesquero Artesanal FONDEPES de 112 m de longitud y 7 m de ancho, para la descarga de productos hidrobiológicos.

La línea costera de Marcona tiene una extensión de 102.4 km dentro de la cual la actividad minera y en particular los relaves vertidos al mar por más de 40 años, principalmente por Marcona Mining Company, han dado lugar a la formación de playas artificiales y a la desaparición de playas naturales, añadiendo al paisaje grandes extensiones de pasivos ambientales de antiguos relaves de gran impacto ambiental (Rojas Arroyo, 2012). Actualmente, el transporte multimodal en Marcona se realiza a través del Terminal Portuario de San Nicolás, a cargo de la empresa Shougang Hierro Perú S.A.A., ubicado al sureste de la bahía San Nicolás en 15° 15' 13.63" S de latitud y 75° 15' 07.46" W de longitud, con un área de 2'878,366.18 m² compuesto por 1 muelle de 327.60 m de longitud y 15.50 m de ancho y 2 amarraderos, para el atraque de buques tanque para la

descarga de combustibles Diésel B5 S50 y PIAV R 500 y de buques graneleros de hasta 200,000 tn de peso muerto, para la carga y exportación de concentrados y minerales de hierro. Asimismo, a través del Terminal Multiboyas Mina Justa, a cargo de la empresa Marcobre S.A.C., ubicado en la bahía de San Juan en 15° 20' 36.08" S de latitud y 75° 09' 04.99" W de longitud, con un área de 245,067.23 m² compuesto por 1 plataforma de servicio marítimo y terrestre; donde naves de hasta 20,000 tn descargan ácido sulfúrico por medio de tuberías inoxidable en 3 tanques ubicados en la instalación portuaria para su posterior uso en la mina, además de 1 amarradero multiboyas. (Ver Figura 1).

Las instalaciones de recepción a bordo de un buque o artefacto naval son una importante infraestructura para el almacenamiento temporal de los residuos y mezclas oleosas, a fin de prevenir la contaminación acuática (Caján et al., 2019). El terminal portuario de San Nicolás a través de sus instalaciones de recepción almacena temporalmente y gestiona la movilización de residuos no peligrosos (residuos sólidos) y peligrosos (mezclas oleosas), siendo en este último su tratamiento por decantación (Ver Figura 2), procedente de un promedio de 11 buques graneleros de bandera extranjera que arriban mensualmente, además de 150 embarcaciones pesqueras artesanales que operan dentro de las 15 millas de costa. Los componentes principales de los residuos marinos son plásticos que, al encontrarse en el agua en forma de micro plásticos, afectan los productos de consumo humano como la sal, los peces y los mejillones, llegando a nuestro organismo a través de ellos (Iñiguez Cantos, 2019). Esta forma de contaminación de vida submarina es invasiva, cuyos detritos confundidos con alimento alteran el crecimiento, reproducción y nicho ecológico de especies.

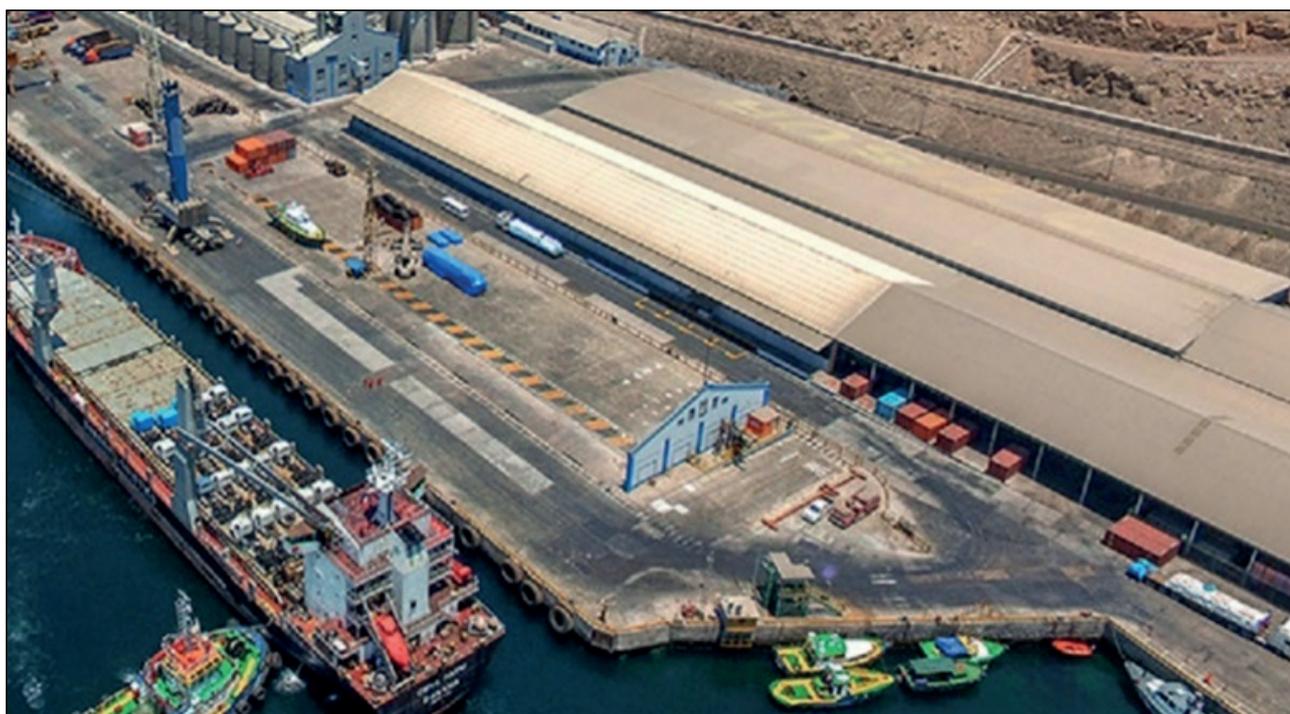


Figura 1. Terminal Multiboyas Mina Justa, Marcobre SAC.



Figura 2. Tratamiento de residuos oleosos

II. MÉTODOS

2.1. Diseño del estudio

Se realizó una investigación no experimental con diseño longitudinal, ya que se estudió la cantidad de residuos generados por los buques (graneleros extranjeros) a lo largo de 4 meses desde abril hasta agosto del 2022, a fin de analizar su impacto sobre la vida submarina y el cumplimiento de las mineras con este objetivo de desarrollo sostenible. La unidad de análisis fueron los buques cuya población fue de 40, extrayéndose una muestra en base a la siguiente fórmula para población finita

$$n = \frac{N * Z_u^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_u^2 * p * q}$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población o universo
- Z: Parámetro estadístico (Nivel de confianza al 95%)
- d: Error de estimación aceptado (0.05 o 5%)
- p: Probabilidad de que ocurra el evento (50%)
- q: Probabilidad de que no ocurra el evento (50%)

$$n = \frac{40 * (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}{(0.05)^2 * (40 - 1) + (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{40 * 3.84 * 0.50 * 0.50}{0.0025 * (39) + 3.84 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{40 * 3.84 * 0.50 * 0.50}{0.0025 * (39) + 3.84 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = \frac{38.4}{1.097}$$

$$n = 35$$

2.2. Instrumentos empleados

La guía informativa sobre la Ley N° 27943 (MTC, 2004), que promueve la reducción de descargas al mar de desechos de buques e instalaciones y servicios de recojo de residuos en puerto, permitió el análisis documental del estudio apoyado en la Resolución Directoral N° 766-2003 (DCG, 2003), sobre la recepción y disposición de residuos de mezclas oleosas, aguas sucias y basuras, a cargo de la Autoridad Marítima Nacional, utilizándose un diario de campo, una ficha de observación y una cámara fotográfica para el recojo de información.

2.3. Técnicas de colección de datos

A partir de la observación directa y entrevistas en los terminales portuarios de San Nicolás y Mina Justa, se realizó un *focus group* con los representantes de la Capitanía de

Puerto de San Juan y la Oficina Desconcentrada de la APN de la localidad de Marcona (APN, 2021), a fin de evaluar los potenciales impactos que generan los residuos del ámbito marino portuario en la vida submarina (ver Tabla 1).

Por otro lado, las entrevistas efectuadas a los operadores portuarios y gente de mar, ha permitido conocer que a través de los terminales portuarios arriban buques contenedores y graneleros de más de 400 de arqueo bruto procedentes de aguas nacionales y extranjeras (Ver Figura 3), los cuales debido a la capacidad de su tonelaje deben cumplir con las reglas del Anexo I, IV y V del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques MARPOL 73/78 (Organización Marítima Internacional-OMI, 2017), referente a las facilidades de recepción de los residuos de hidrocarburos, aguas sucias y basuras, respectivamente; no obstante, la actividad económica se ha interpuesto sobre la conservación del mar de Grau, al evidenciarse la diversificada presencia de residuos en las playas (Ver Tabla 2), que son arrastrados por acción de las mareas y el viento, procedentes también de la pesca artesanal y las actividades de buceo para la extracción de erizos rojos de mar, Lapa y pulpo; tal es así que en el Perú los reportes sobre contaminación marina del año 2007 registraron 1.5 millones de toneladas de basura por año a lo largo de la costa peruana (Japura Quispe, 2020).

A pesar de existir diferentes tipos de basura marina los estudios indican que los plásticos representan más del 80% (Molina-Castro et al., 2021).

III. RESULTADOS

3.1. Identificación de áreas sensibles

Se registraron áreas que de acuerdo con su importancia ambiental y económica su impacto generaría efectos negativos críticos, por ser estos factores autodependientes del desarrollo de la población local. La bahía de San Nicolás alberga la Reserva Nacional San Fernando con potencial científico y de estudios biológicos, además de las playas Mancha Blanca, Aguada y Aguadita; en donde se realizan la actividad de marisqueo y pesca artesanal. (Ver Figura 4). La bahía de San Juan abriga la Reserva Nacional de San Juan, en cuya playa San Pedro se encuentra el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Marcona, además de la playa Hermosa, Acarí y San Juanito; con potencial para la extracción de recursos hidrobiológicos.

3.2. Análisis del ciclo de los residuos marinos portuarios

El manejo y tratamiento de los residuos generados en el ámbito acuático requieren de una adecuada identificación de los actores que participan en dichos procesos (Ver Figura 5), así como la descripción de las etapas que deben seguirse para llevar a cabo una gestión sostenible en el sistema portuario. A bordo los buques cuentan con un Plan de Gestión y Libro de Registro de Basuras, que son aprobados por la Dirección del Ambiente Acuático de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, además de sistemas de tratamiento (incineradores, desmenuzadoras,

Tabla 1. Aspectos e impactos ambientales de residuos marinos

Nº	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
1	Descarga deliberada de aguas sucias (grises y negras) al mar	Alteración de la calidad ambiental del agua de mar y cambios de los parámetros fisicoquímicos y biológicos
2	Derrame de hidrocarburos y mezclas oleosas al mar	Contaminación y reducción de cobertura vegetal en el fondo marino, bioacumulación de tóxicos en especies acuáticas con efectos crónicos y destrucción de hábitats por procesos de emulsificación, envenenamiento por contacto y adsorción de fracciones tóxicas solubles en la columna de agua
3	Desecho de residuos plásticos al medio marino	Alteración fisiológica e intoxicación de fauna marina por ingesta de micro plásticos y calentamiento del mar
4	Emisión de gases de combustión de motores y equipos refrigerantes	Smog, formación de gases tóxicos con aporte a la lluvia ácida por evaporación de hidrocarburos y material particulado
5	Liberación de toxinas y sustancias tóxicas por presencia de residuos eléctricos y electrónicos en el mar	Efectos subcrónicos y exposición de especies acuáticas a sustancias cancerígenas, teratógenas y corrosivas, migración y desplazamiento de especies autóctonas
6	Descarga excesiva de residuos orgánicos en aguas interiores (bahía y puerto)	Problemas de eutrofización y colmatación sectorizada de áreas de fondeo con residuos sólidos
7	Liberación de restos metálicos al mar	Alteración de funciones metabólicas de las redes tróficas por acumulación de metales pesados en plantas y tejidos orgánicos, inhibición de crecimiento
8	Descarga de residuos biocontaminados y fluidos corporales en la bahía	Contaminación de especies y proliferación de enfermedades infecciosas por ingesta o absorción cutánea
9	Descarga de aguas de lastre	Bioinvasión de hábitats y alteración de especies acuáticas nativas, modificación de poblaciones microbianas

Tabla 2. Gestión de residuos en playas de San Juan de Marcona

Lugar	Tipo de residuo							Sub Total		
	Plástico	Orgánico	Papel	Vidrio	Metal	Caucho	Eléctrico			
Playa	Ubicación	Fecha	Peso (kg)							
San Pedro	Nazca/Marcona/Ica	28/05/22	2	0	313	211	195	736	0	1,457
La Mansa	Lomas/Caraveli/Arequipa	18/09/21	300	160	280	0	40	180	40	1,000
Total										2,457



Figura 3. Arribo de buque a terminal portuario de San Juan



Figura 4. Extracción de *Strongylocentrotus franciscanus* (erizo rojo de mar)

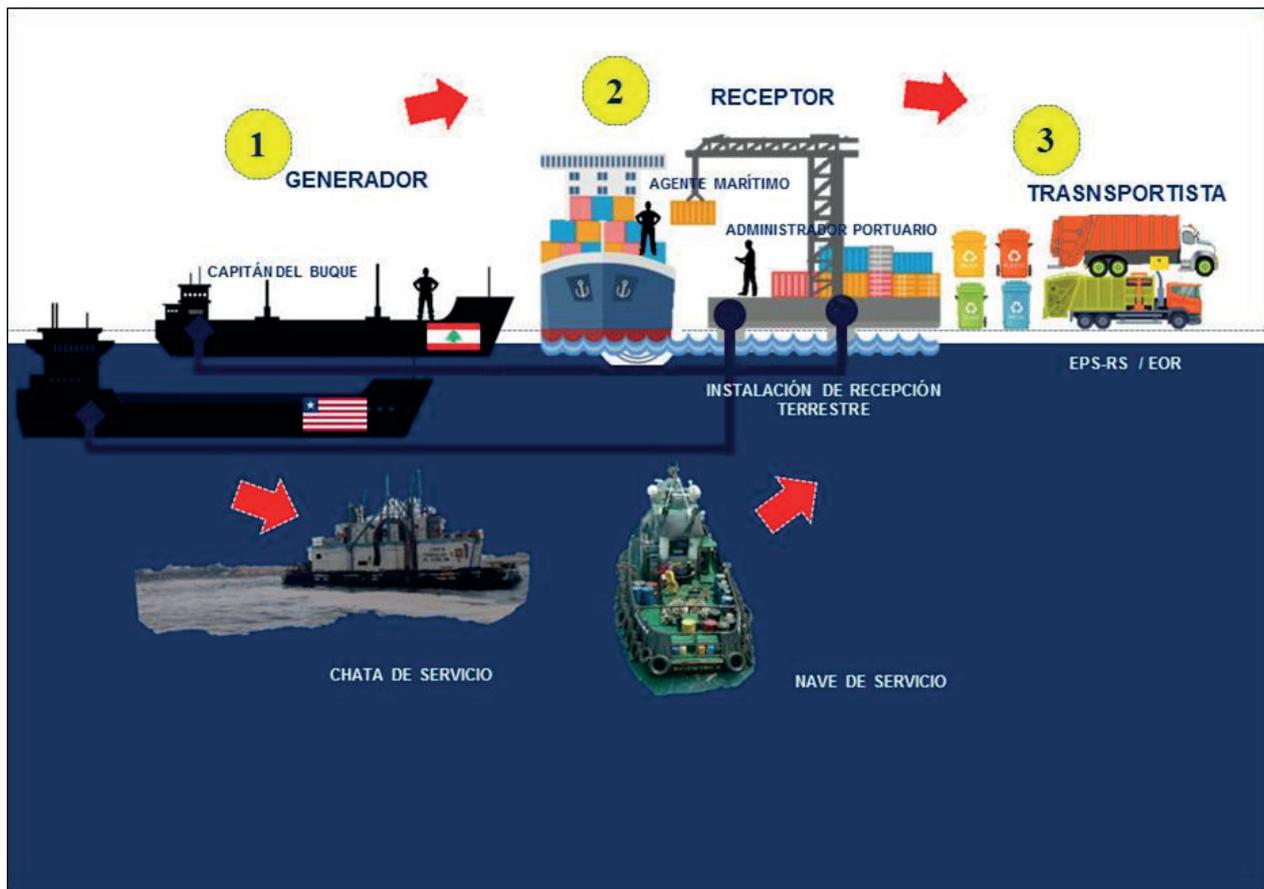


Figura 5. Esquema de la gestión de los residuos marinos en el Puerto de San Juan

tritadoras, compactadoras), cuya responsabilidad de la correcta gestión integral sobre los residuos, se encuentra a cargo del Capitán y de su tripulación, entendiéndose que solo se permitirá las descargas de desechos de alimentos al mar mientras el buque esté en ruta y tan lejos como sea posible de la tierra, pero en ningún caso a menos de 3 mn cuando los desechos hayan pasado por un triturador o 12 mn en el caso que no hayan sido tratados.

3.2.1. Generador

La ruta de los residuos en el ámbito acuático y la vida submarina contempla 5 etapas iniciales. La etapa de **identificación** permite distinguir a los buques, embarcaciones, artefactos navales e instalaciones acuáticas, como primeros en el eslabón, encontrándose a bordo residuos plásticos (bolsas y botellas), vidrios (mamparas, botellas), orgánicos (restos de alimentos), peligrosos (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, de pinturas, de agentes químicos y mezclas oleosas, de residuos de enfermería y protección contra el Covid-19) y metales (viruta metálica), principalmente. En la etapa de **manipulación** el Capitán del buque designa al Primer Oficial o Ingeniero para que realice capacitaciones de sensibilización y entrenamiento periódico a su tripulación, a fin de que cuente con personal calificado para el manejo de los residuos y que éste evite la exposición a riesgos fisicoquímicos o biológicos innecesarios. La etapa de **segregación** toma en cuenta las propiedades y características de los residuos (explosividad, inflamabilidad, toxicidad, radiación, corrosividad y

patogenicidad), evitando su mezcla con otros incompatibles, clasificándolos por colores de acuerdo con los receptáculos implementados y considerando la disminución de su volumen antes de ser almacenados, su peso y porcentaje de humedad. La etapa de **acondicionamiento** busca la contención temporal de los residuos emplazados en un lugar adecuado, debidamente identificados, marcados (duraderos a condiciones climatológicas) y etiquetados en receptáculos definidos (rombos de seguridad y hojas MSDS). Finalmente, en la etapa del **transporte interno**, los residuos antes de ser dispuestos a través de las facilidades de recepción portuaria o de chatas de servicio (artefactos navales), cuentan con rutas preestablecidas de movilización, información del volumen y peso de estos; así como los datos de los operadores a cargo de dicha actividad, donde el Agente Marítimo en representación del buque realiza las gestiones con el Administrador Portuario para la entrega de los residuos a su arribo.

3.2.2. Receptor

En esta etapa intermedia de **almacenamiento temporal**, la recepción de los residuos en el puerto debe contar con la autorización del Administrador Portuario, quien a su vez designa a un representante del terminal, el cual se encuentra equipado y dotado con medios de comunicación intrínsecos, para coordinar la gestión de transferencia de residuos de buque a puerto y tomar las medidas preventivas y correctivas en caso de una emergencia. Los residuos recepcionados se encuentran

en contenedores apropiados e identificados en un área señalizada y ventilada, en espera de su traslado para su comercialización, tratamiento o disposición final.

3.2.3. Transportista

En esta última etapa el **traslado** se encuentra a cargo de una Empresa Prestadora de Servicios inscrita ante la Dirección General de Salud Ambiental o Empresa Operadora autorizada por el Ministerio del Ambiente. Los residuos son transportados en vehículos rotulados con rombos de seguridad y transportados en condiciones ambientales de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, cuya guía y manifiesto de carga es portada por el operador del vehículo. En la **disposición final**, los residuos son

comercializados, reciclados, valorizados (compostaje, inclusión en cadena de valor para ser reprocesados) o confinados en caso de los residuos peligrosos, con la finalidad de eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente.

3.3. Caracterización y manejo de los residuos marinos de a bordo

El movimiento de naves que arriban al puerto de San Juan de Marcona obtenido a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) de la Capitanía de Puerto de San Juan, ha registrado un total de 40 buques graneleros que operan mensualmente en los terminales portuarios de San Nicolás y San Juan (Ver Tabla 3), de los cuales 38

Tabla 3. Buques que operan en la zona portuaria de San Juan de Marcona

Matrícula	Nombre Nave	Bandera	Nº OMI	Arqueo Bruto	Puerto Procedencia	Tripulantes	Tipo Carga	Residuos (m³)
VRTW5	Cs Ji Nan	Hong Kong	9874686	94,493.00	Zhoushan-China	20	Hierro	6.33
3FXX7	Frontier Garland	Panamá	9590890	92,752.00	Balboa-Panamá	22	Hierro	5.44
3E3608	Star Shibumi	Panamá	9921623	93,660.00	Zhangjiagang-China	21	Hierro	6.73
3FUW	Berge Kita	Panamá	9667411	107,229.00	Nakhodka-Rusia	19	Hierro	7.20
D5IA5	Fpmc B Majesty	Liberia	9723150	107,026.00	Jingtang-China	18	Hierro	6.48
VRNS9	Ksl Santos	Hong Kong	9719939	94,742.00	Balboa-Panamá	20	Hierro	8.36
OA-2214	Moquegua	Peruana	9262869	8,259.00	Ilo-Perú	23	H2SO4	5.46
ICMB	Ugo de Carlini	Italia	9511466	91,971.00	Yeosu-Korea	23	Hierro	7.89
3FFF3	Navíos Phoenix	Panamá	9552276	90,423.00	L. Cárdenas-México	19	Hierro	8.18
VRFZ	Great Song	Hong Kong	9452476	94,710.00	Zhoushan-China	24	Hierro	7.04
D5YN2	Henry Oldendorff	Liberia	9871086	107,567.00	Yeosu-Korea	21	Hierro	10.09
C6AQ9	Nightkiss	Nassau	9696113	93,511.00	L. Cárdenas-México	23	Hierro	6.07
VRPB8	China Harmony	Hong Kong	971455	94,724.00	L. Cárdenas-México	19	Hierro	6.41
5LDW8	Andros Princess	Liberia	9469558	93,360.00	Nagasaki-Japón	22	Hierro	6.49
V7A4217	Shandong de Hong	Marshall Islands	9872078	94,674.00	Nakhodka-Rusia	20	Hierro	7.11
V7A4160	Shandong de Rui	Marshall Islands	9872042	94,674.00	Nakhodka-Rusia	20	Hierro	6.62
D5UH7	Xin Lian Ocean	Liberia	9271626	88,594.00	Balboa-Panamá	22	Hierro	6.67
D5PV6	Cape Med	Liberia	9316828	93,003.00	Pohang-Korea	21	Hierro	5.84
VRMU5	Shandong Hua Zhang	Hong Kong	9621168	95,086.00	Balboa-Panamá	21	Hierro	7.13
V7HG7	True cardinal	Marshall Islands	9750828	93,564.00	Nakhodka-Rusia	22	Hierro	6.68
V7A2109	Pacific South	Marshall Islands	9474967	92,301.00	Zhoushan-China	21	Hierro	6.24
3E2035	Mangas	Panamá	9587570	89,985.00	Busan-Korea	22	Hierro	5.92
5BUZ5	Cape Mary M	Cyprus	9290880	88,548.00	Yeosu-Korea	22	Hierro	4.49
D5SM7	Katie K	Liberia	9796298	108,287.00	Yeosu-Korea	20	Hierro	9.21
V7SF4	Belgravia	Marshall Islands	9443592	89,840.00	Yeosu-Korea	21	Hierro	7.97
D7GA	Glovis Ambition	Korea	9218832	87,430.00	Rizhao-China	19	Hierro	8.41
VRNZ7	Ksl Seville	Hong Kong	9723540	94,742.00	Zhoushan-China	20	Hierro	7.39
V7A2897	Sea Coen	Marshall Islands	9271638	88,594.00	Busan-Korea	19	Hierro	6.86
HPJS	Huang Shan	Panamá	9268813	91,165.00	Callao-Perú	22	Hierro	6.89
VRNW7	Golden Kathrine	Hong Kong	9701322	93,518.00	Yeosu-Korea	19	Hierro	6.73
V7AG2	Prosper Sunwaito	Marshall Islands	9608441	106,423.00	Nagasaki-Japón	20	Hierro	7.27
HOIP	Mineral Shougang I.	Panamá	9474137	94,905.00	Callao - Perú	22	Hierro	6.94
3EXY3	Navíos Félix	Panamá	9756743	93,044.00	L. Cárdenas-México	22	Hierro	6.68
VRKA9	Pacific ArgosY	Hong Kong	9469986	94,863.00	Zhoushan-China	24	Hierro	7.59
2COY7	Divinus	Isle of Man	9398711	88,479.00	Zoushan-China	20	Hierro	9.54
3EWE7	Sg United	Panamá	9614919	92,752.00	Yeosu-Korea	21	Hierro	11.87
3ENT5	Cic Oslo	Panamá	9692818	93,735.00	Yeosu-Korea	21	Hierro	7.39
D5YR3	Cape Peregrine	Panamá	9500754	92,541.00	Busan-Korea	23	Hierro	8.79
VRQF7	Guang yuan Hai	Hong Kong	9758648	93,735.00	Gwangyang-Korea	24	Hierro	4.99
A8XY8	Glenda Meryl	Liberia	9494670	29,130.00	Ilo-Perú	22	Diésel B5	6.69

se dedican al transporte y exportación de hierro y 2 al abastecimiento de hidrocarburos y ácido sulfúrico para el aseguramiento de las operaciones mineras. A bordo los buques cuentan con compactadoras e incineradores como medios de eliminación de las basuras, cuyos hornos arden a más de 250 °C, no obstante, se ha controlado la

cantidad de residuos que generaron de mayo a julio 2022 (Ver Figura 6).

Durante la investigación se registró la cantidad de residuos que se generan a bordo de los buques de acuerdo con su tipología (Ver Tabla 4) y se calculó su generación por cápita (GPC) en base a la siguiente fórmula:

$$GPC = \frac{\sum \text{Total de residuos diarios} = \text{resultado m}^3 = \text{resultado m}^3 \times 1,000 \text{ kg} = \text{kg/tripulante/día}}{\text{Días (mayo a julio)} \quad \text{N}^\circ \text{ tripulantes}}$$

Tabla 4. Generación de residuos de a bordo

N°	Nombre Buque	AÑO 2022	Cantidad De Residuos (M3)							Sub Total	Total (M3)	GPC kg/ tripulante/día	
			No Peligrosos					Peligrosos					
			Plástico	Vidrio	Papel	Metal	Orgánico	Restos Oleosos	Ceniza	Aceite Cocina			
1	Henry Oldendorff	Mayo	2.00	1.00	0.00	0.00	0.58	0.80	0.60	0.02	5.00	10.09	4.9
		Junio	1.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00		
		Julio	0.50	0.40	0.50	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	2.09		
2	Cs Ji Nan	Mayo	0.68	0.43	0.10	0.12	0.43	0.20	0.10	0.02	2.08	06.33	3.4
		Junio	0.33	0.41	0.17	0.18	0.50	0.30	0.17	0.01	2.07		
		Julio	0.65	0.32	0.30	0.23	0.39	0.17	0.12	0.00	2.18		
3	Star Shibumi	Mayo	0.39	0.27	0.31	0.19	0.37	0.44	0.23	0.02	2.22	06.73	3.4
		Junio	0.81	0.32	0.24	0.24	0.35	0.32	0.10	0.00	2.38		
		Julio	0.37	0.30	0.22	0.25	0.44	0.31	0.22	0.02	2.13		
4	Berge Kita	Mayo	0.27	0.51	0.30	0.17	0.32	0.41	0.25	0.03	2.26	07.20	4.1
		Junio	0.49	0.47	0.27	0.23	0.39	0.19	0.16	0.02	2.22		
		Julio	0.70	0.43	0.24	0.18	0.47	0.42	0.27	0.01	2.72		
5	Fpmc B Majesty	Mayo	0.73	0.36	0.22	0.30	0.49	0.25	0.15	0.04	2.54	06.48	3.9
		Junio	0.64	0.36	0.19	0.24	0.51	0.13	0.12	0.01	2.20		
		Julio	0.36	0.35	0.18	0.18	0.33	0.22	0.10	0.02	1.74		
6	Ksl Santos	Mayo	1.10	0.67	0.31	0.19	0.38	0.27	0.16	0.03	3.11	08.36	4.5
		Junio	0.79	0.55	0.33	0.21	0.60	0.19	0.23	0.01	2.91		
		Julio	0.77	0.50	0.17	0.13	0.39	0.16	0.21	0.01	2.34		
7	Moquegua	Mayo	0.36	0.25	0.26	0.14	0.45	0.25	0.13	0.02	1.86	05.46	2.5
		Junio	0.25	0.24	0.23	0.16	0.54	0.18	0.30	0.03	1.93		
		Julio	0.36	0.22	0.17	0.23	0.38	0.15	0.14	0.02	1.67		
8	Ugo de Carlini	Mayo	0.68	0.43	0.27	0.28	0.61	0.26	0.26	0.02	2.81	07.89	3.7
		Junio	0.64	0.44	0.31	0.14	0.43	0.40	0.17	0.05	2.58		
		Julio	0.46	0.41	0.32	0.13	0.45	0.41	0.29	0.03	2.50		
9	Navios Phoenix	Mayo	0.91	0.38	0.33	0.22	0.50	0.24	0.11	0.04	2.73	08.18	4.6
		Junio	0.73	0.37	0.42	0.31	0.62	0.17	0.19	0.03	2.84		
		Julio	0.45	0.46	0.29	0.15	0.50	0.45	0.31	0.00	2.61		
10	Great Song	Mayo	0.55	0.27	0.43	0.23	0.46	0.33	0.21	0.02	2.50	07.04	3.1
		Junio	0.37	0.13	0.42	0.32	0.42	0.27	0.10	0.00	2.01		
		Julio	0.60	0.38	0.21	0.40	0.47	0.33	0.13	0.01	2.53		
11	Nightkiss	Mayo	0.61	0.22	0.24	0.17	0.39	0.30	0.14	0.02	2.09	06.07	2.8
		Junio	0.45	0.40	0.33	0.10	0.42	0.21	0.12	0.03	2.06		
		Julio	0.40	0.27	0.27	0.20	0.48	0.17	0.10	0.03	1.92		
12	China Harmony	Mayo	0.42	0.40	0.44	0.14	0.49	0.19	0.16	0.02	2.26	06.41	3.6
		Junio	0.71	0.28	0.17	0.11	0.50	0.20	0.11	0.03	2.11		
		Julio	0.49	0.16	0.50	0.12	0.39	0.18	0.15	0.05	2.04		

Tabla 4. Continuación...

N°	Nombre Buque	AÑO 2022	Cantidad De Residuos (M3)								Sub Total	Total (M3)	GPC kg/ tripulante/día
			No Peligrosos					Peligrosos					
			Plástico	Vidrio	Papel	Metal	Orgánico	Restos Oleosos	Ceniza	Aceite Cocina			
13	Andros Princess	Mayo	0.38	0.24	0.12	0.21	0.50	0.33	0.14	0.02	1.94	06.49	3.2
		Junio	0.57	0.14	0.25	0.16	0.44	0.27	0.15	0.03	2.01		
		Julio	0.62	0.38	0.45	0.11	0.50	0.16	0.30	0.02	2.54		
14	Shandong de Hong	Mayo	0.66	0.44	0.28	0.20	0.46	0.18	0.17	0.02	2.41	07.11	3.8
		Junio	0.49	0.59	0.32	0.17	0.48	0.30	0.22	0.01	2.58		
		Julio	0.51	0.29	0.30	0.10	0.51	0.28	0.11	0.02	2.12		
15	Shandong de Rui	Mayo	0.53	0.45	0.46	0.12	0.54	0.20	0.14	0.01	2.45	06.62	3.5
		Junio	0.61	0.46	0.15	0.22	0.50	0.14	0.13	0.01	2.22		
		Julio	0.64	0.19	0.19	0.11	0.41	0.24	0.15	0.02	1.95		
16	Xin Lian Ocean	Mayo	0.34	0.31	0.35	0.20	0.60	0.31	0.12	0.05	2.28	06.67	3.2
		Junio	0.38	0.50	0.21	0.19	0.72	0.33	0.11	0.02	2.46		
		Julio	0.47	0.41	0.16	0.21	0.34	0.19	0.14	0.01	1.93		
17	Cape Med	Mayo	0.32	0.37	0.11	0.18	0.70	0.10	0.15	0.04	1.97	05.84	3.0
		Junio	0.58	0.18	0.26	0.21	0.38	0.11	0.15	0.02	1.89		
		Julio	0.47	0.33	0.14	0.15	0.56	0.20	0.10	0.03	1.98		
18	True cardinal	Mayo	0.52	0.58	0.31	0.12	0.38	0.21	0.25	0.00	2.37	06.68	3.3
		Junio	0.54	0.20	0.21	0.22	0.73	0.12	0.25	0.00	2.27		
		Julio	0.51	0.32	0.19	0.14	0.37	0.33	0.16	0.02	2.04		
19	Pacific South	Mayo	0.50	0.33	0.16	0.21	0.50	0.14	0.23	0.02	2.09	06.24	3.2
		Junio	0.43	0.36	0.27	0.20	0.45	0.22	0.15	0.02	2.10		
		Julio	0.32	0.35	0.32	0.13	0.54	0.15	0.22	0.02	2.05		
20	Mangas	Mayo	0.37	0.17	0.23	0.24	0.49	0.25	0.16	0.03	1.94	05.92	2.9
		Junio	0.29	0.16	0.43	0.25	0.44	0.17	0.19	0.00	1.93		
		Julio	0.44	0.35	0.12	0.10	0.55	0.33	0.15	0.01	2.05		
21	Katie K	Mayo	0.49	0.30	0.45	0.17	0.71	0.17	0.40	0.01	2.70	09.21	5.0
		Junio	0.52	0.27	0.43	0.56	0.60	0.38	0.32	0.03	3.11		
		Julio	0.51	0.41	0.36	0.58	0.70	0.44	0.38	0.02	3.40		
22	Belgravia	Mayo	0.47	0.28	0.28	0.18	0.39	0.39	0.40	0.02	2.41	07.97	4.1
		Junio	0.50	0.42	0.42	0.56	0.68	0.40	0.42	0.02	3.42		
		Julio	0.48	0.29	0.27	0.20	0.38	0.18	0.34	0.00	2.14		
23	Glovis Ambition	Mayo	0.52	0.43	0.44	0.22	0.42	0.40	0.42	0.02	2.87	08.41	4.8
		Junio	0.51	0.32	0.27	0.60	0.46	0.39	0.35	0.02	2.92		
		Julio	0.36	0.33	0.46	0.19	0.43	0.42	0.40	0.03	2.62		
24	Ksl Seville	Mayo	0.50	0.31	0.32	0.15	0.61	0.44	0.38	0.02	2.73	07.39	4.0
		Junio	0.37	0.28	0.29	0.17	0.69	0.22	0.30	0.04	2.36		
		Julio	0.47	0.34	0.22	0.14	0.50	0.44	0.16	0.03	2.30		
25	Golden Kathrine	Mayo	0.48	0.32	0.34	0.21	0.44	0.13	0.24	0.02	2.18	06.73	3.8
		Junio	0.48	0.26	0.50	0.16	0.41	0.19	0.32	0.02	2.34		
		Julio	0.29	0.31	0.36	0.25	0.45	0.24	0.30	0.01	2.21		
26	Prosper Sunwaito	Mayo	0.34	0.27	0.50	0.50	0.54	0.18	0.36	0.04	2.73	07.27	3.9
		Junio	0.62	0.32	0.35	0.17	0.56	0.13	0.14	0.02	2.31		
		Julio	0.55	0.33	0.37	0.12	0.43	0.21	0.20	0.02	2.23		
27	Mineral Shougang I	Mayo	0.61	0.29	0.48	0.23	0.50	0.23	0.20	0.05	2.59	06.94	3.4
		Junio	0.54	0.27	0.29	0.32	0.39	0.19	0.18	0.02	2.20		
		Julio	0.37	0.26	0.34	0.24	0.44	0.24	0.23	0.03	2.15		
28	Navios Félix	Mayo	0.65	0.28	0.38	0.26	0.52	0.16	0.17	0.02	2.44	06.68	3.3
		Junio	0.48	0.30	0.36	0.11	0.51	0.14	0.27	0.02	2.19		
		Julio	0.32	0.35	0.33	0.24	0.38	0.18	0.25	0.00	2.05		

Tabla 4. Continuación...

N°	Nombre Buque	AÑO 2022	Cantidad De Residuos (M3)								Sub Total	Total (M3)	GPC kg/ tripulante/día
			No Peligrosos					Peligrosos					
			Plástico	Vidrio	Papel	Metal	Orgánico	Restos Oleosos	Ceniza	Aceite Cocina			
29	Pacific ArgosY	Mayo	0.60	0.31	0.34	0.30	0.66	0.27	0.24	0.00	2.72	07.59	3.4
		Junio	0.39	0.25	0.36	0.26	0.48	0.20	0.22	0.02	2.18		
		Julio	0.32	0.22	0.40	0.45	0.62	0.43	0.23	0.02	2.69		
30	Divinus	Mayo	0.40	0.74	0.42	0.45	0.53	0.60	0.13	0.02	3.29	09.54	5.1
		Junio	0.35	0.59	0.50	0.33	0.60	0.57	0.21	0.00	3.15		
		Julio	0.56	0.27	0.48	0.39	0.59	0.49	0.30	0.02	3.10		
31	Sg United	Mayo	0.84	0.71	0.44	0.20	0.58	0.72	0.52	0.00	4.01	11.87	6.1
		Junio	0.59	0.68	0.48	0.51	0.56	0.64	0.63	0.00	4.09		
		Julio	0.88	0.57	0.47	0.31	0.54	0.53	0.45	0.02	3.77		
32	Cic Oslo	Mayo	0.59	0.81	0.00	0.00	0.50	0.26	0.00	0.02	2.18	07.39	3.8
		Junio	0.77	0.51	0.52	0.39	0.48	0.28	0.23	0.00	3.18		
		Julio	0.64	0.52	0.00	0.14	0.29	0.16	0.28	0.00	2.03		
33	Cape Peregrine	Mayo	0.66	0.69	0.10	0.23	0.51	0.26	0.24	0.00	2.69	08.79	4.1
		Junio	0.58	0.70	0.18	0.54	0.37	0.51	0.26	0.02	3.16		
		Julio	0.82	0.64	0.57	0.13	0.34	0.10	0.33	0.01	2.94		
34	Guang Yuan Hai	Mayo	0.52	0.27	0.12	0.20	0.23	0.20	0.16	0.02	1.72	04.99	2.3
		Junio	0.44	0.29	0.11	0.22	0.35	0.15	0.21	0.01	1.78		
		Julio	0.31	0.16	0.19	0.18	0.27	0.16	0.20	0.02	1.49		
35	Glenda Meryl	Mayo	0.71	0.38	0.10	0.10	0.41	0.10	0.15	0.02	1.97	06.69	3.3
		Junio	0.45	0.42	0.34	0.15	0.45	0.22	0.22	0.03	2.28		
		Julio	0.48	0.39	0.30	0.42	0.37	0.28	0.18	0.02	2.44		

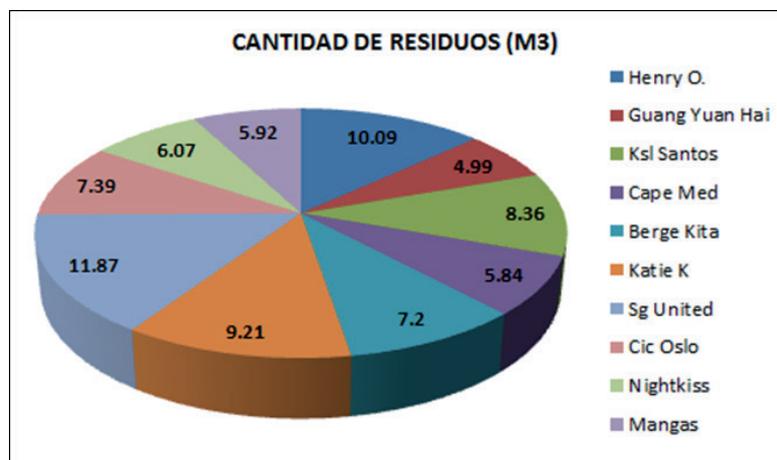


Figura 6. Cantidad de residuos generados a bordo de 10 buques tomados de la muestra

IV. DISCUSIÓN

En el estudio de Shuanghong Zhang et al. (2021) destacan que se puede abordar una mayor investigación sobre la gestión de desechos de buques a través de instalaciones portuarias de recepción, de vigilancia portuaria y de tratamiento de basura; el establecimiento de un sistema mundial de seguimiento de la contaminación procedente de buques y la cooperación internacional para gestionar sus desechos. En ese sentido, si bien los buques cuentan con planes de gestión de basuras, las cuales deben ser dispuestas en instalaciones de recepción portuaria a su

arribo, la falta de implementación de éstas a nivel nacional es una problemática que limita una adecuada gestión, valorización y reaprovechamiento sostenible, tanto de los residuos de mezclas oleosas procedentes del lavado de tanques comerciales, sentina y tanque de lodos y fangos que son pre tratados por equipos filtradores separadores, como los residuos sólidos generados en ambientes de cocina, sanitarios y sollados principalmente, dispuestos en incineradores y compactadoras.

Según manifiesta (Jerin et al., 2022), la gestión de los residuos es un sector transversal que incide en varios

aspectos: medio ambiente, la sociedad y la economía, trayendo otros desafíos como problemas a la salud, cambio climático, contaminación del suelo, agua, aire y pérdida de vida animal y marina. En ese entender, los microplásticos formados por el deterioro de la basura marina procedente de los buques y las artes de pesca contribuyen al calentamiento de los océanos y a la pérdida de vida submarina, al insertarse en la cadena trófica por biomagnificación, acumulándose en las entrañas de las especies con efectos teratógenos, mutagénicos y de inhibición reproductiva.

V. CONCLUSIONES

La muestra tomada de los 35 buques graneleros que arriban y operan en el puerto de San Juan de Marcona, indica que “Sg United” genera la mayor cantidad de residuos marinos a bordo con 11.87 m³, mientras que por el contrario “Guang Yuan Hai” dispone solo 04.99 m³. Asimismo, de acuerdo con su caracterización, los residuos plásticos y orgánicos son los de mayor consumo.

Por cada m³ de residuos sólidos entregados por el buque le genera un costo de \$ 25.00, resultando económicamente rentable para las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos, al contar con 40 buques que arriban a los terminales de San Juan de Marcona que generan un total de 288.13 m³ de residuos, lo cual significa un ingreso de \$ 7,203.25 procedentes de esta actividad y de manera mensual \$ 720.32 de 10 buques que ingresan en promedio.

Tanto la empresa Shougang como MARCOBRE realizan una limitada gestión de los residuos procedentes del ámbito marino portuario, al no contar con instalaciones de recepción y almacenamiento temporal adecuadas para su posterior transporte y disposición final, siendo responsabilidad de la Capitanía de Puerto de San Juan y de la Oficina Desconcentrada de la Autoridad Portuaria (APN, 2021), las acciones de supervisión y fiscalización ambiental.

VI. AGRADECIMIENTOS

Por su colaboración como punto de contacto para la obtención de información, expresamos nuestro agradecimiento al Técnico Guardacostas de la Capitanía de Puerto de San Juan Carlos Ramírez Ramos.

VII. REFERENCIAS

APN. (2021). *Oficina Desconcentrada de la APN en San Nicolás - Capitanía del Puerto San Juan de Marcona*. Autoridad Portuaria Nacional. <https://www.gob.pe/institucion/apn/noticias/557914-oficina-desconcentrada-de-la-apn-en-san-nicolas-y-capitania-de-puerto-inspeccionaron-la-operatividad-de-equipos-metereologicos>

Caján, A. R., Verónica, J., & Pino, E. (2019). Pruebas ecotoxicológicas con aguas de lastre y gestión de los residuos marinos procedente de buques. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 22(44), 3–14. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.17281>

DCG. (2003). *Resolución Directoral N° 766-2003/DCG*. Dirección General de Capitanías y Guardacostas. Marina de Guerra Del Perú. <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/catalogospincam/PDF/19.pdf>

Iñiguez Cantos, M. E. (2019). *Estudio de la contaminación marina por plásticos y evaluación de contaminantes derivados de su tratamiento* [Tesis, Universidad de Alicante, España.]. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/92547/1/tesis_maria_esperanza_iniguez_cantos.pdf

Japura Quispe, R. L. (2020). Contaminación del mar interior de la base naval del callao: factores que determinan la mala política de cuidado del medio marino [Tesis, Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau]. In *UNIVERSIDAD MARÍTIMA DEL PERÚ*. <http://repositorio.ump.edu.pe/handle/UMP/56>

Jerin, D. T., Sara, H. H., Radia, M. A., Hema, P. S., Hasan, S., Urme, S. A., Audia, C., Hasan, M. T., & Quayyum, Z. (2022). An overview of progress towards implementation of solid waste management policies in Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*, 8(2), e08918. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2022.E08918>

Molina-Castro, R. E., Gómez-Ronquillo, W. J., & de la Cruz-Lozado, J. (2021). Contaminación marina por desechos plásticos en países del perfil costero del Pacífico Sur, 2016-2021. *Revista Polo Del Conocimiento*, 6(5). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2671/html>

MTC. (2004). Ley del Sistema Portuario Nacional LEY N° 27943. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Autoridad Portuaria Nacional*, 1–29. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/309DEF042F5FCC90052577E50055704F/\\$FILE/2national.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/309DEF042F5FCC90052577E50055704F/$FILE/2national.pdf)

OMI. (2017). Convenio Internacional para Prevenir la contaminación por los Buques, MARPOL 73/78. In I.M.O. (Ed.), *Organización Marítima Internacional*. Librería náutica robinson. <https://www.nauticarobinson.com/libros/marpol-consolidated-edition-2017/9789280116571/>

Rojas Arroyo, O. S. (2012). *Trascendencia medio ambiental del complejo minero de San Juan de Marcona* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_ae88dd552abc8e43a3bfda1c779bc101

Shuanghong Zhang, Jihong Chen, Zheng Wan, Mingzhu Yu, Yaqing Shu, Zhijia Tan, & Jianguo Liu. (2021). Challenges and countermeasures for international ship waste management: IMO, China, United States, and EU. *Ocean & Coastal Management*, 213(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105836>

UNESCO. Comisión Oceanográfica Intergubernamental. (2002). *Un Planeta, un océano: desarrollo sostenible de los océanos y las zonas costeras, el compromiso de 129 Estados en Johannesburgo 2002*. UNESDOC Biblioteca Digital. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000126392_spa

Contribución de autoría

Conceptualización: Alfonso Ramírez Caján

Curación de datos: Leticia Domínguez Ballona

Análisis formal: Alfonso Ramírez Caján

Adquisición de fondos: Leticia Domínguez Ballona

Investigación: Alfonso Ramírez Caján

Metodología: Alfonso Ramírez Caján

Administración del proyecto: Alfonso Ramírez Caján

Recursos: Leticia Domínguez Ballona

Software: Alfonso Ramírez Caján

Supervisión: Alfonso Ramírez Caján

Validación: Alfonso Ramírez Caján

Visualización: Leticia Domínguez Ballona

Redacción - borrador original: Leticia Domínguez Ballona

Redacción - revisión y edición: Alfonso Ramírez Caján