



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS**

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA MARINA

**“Determinación del flujo de masa total en el material
particulado de la Bahía del Callao”**

Tesis para optar el título profesional de:
BIÓLOGA MARINA

Presentado por:

María del Pilar Cholan Zegarra (0000-0001-7488-9947)

Asesora:

Ursula María Neira Mendoza (0000-0003-4429-3178)

Co-asesora:

Patricia Mercedes Ayón Dejo (0000-0002-5997-741X)

Lima - Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 14 de diciembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Integrante: Blgo. Freddy Daniel Barona Narváez
Integrante: Mg. Catherine Mariela Coronado León

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: **Determinación del flujo de masa total en el material particulado de la Bahía del Callao**

Presentada por la tesista:

- María del Pilar Cholan Zegarra

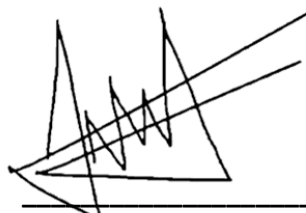
Para optar el Título Profesional de Biólogo Marino

Asesorada por: Dra. Ursula María Neira Mendoza

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple () calificar a:

Tesista: María del Pilar Cholan Zegarra			Nota (escrito): quince
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



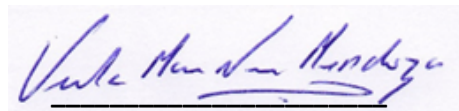
Dr. Héctor Alonso Aponte Ubillús
Presidente del jurado



Blgo. Freddy Daniel Barona Narváez
Miembro del jurado



Mg. Catherine Mariela Coronado León
Miembro del jurado



Dra. Ursula María Neira Mendoza
Asesora

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 19 de febrero del 2024

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

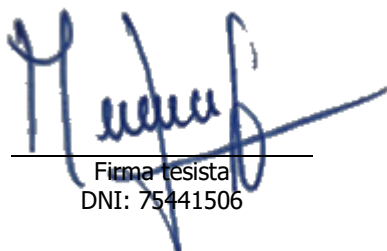
De nuestra consideración,

Yo: María de Pilar Cholan Zegarra, egresada de la carrera de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora de tesis Dra. Ursula María Neira Mendoza, declaramos que este informe final de tesis titulado: Determinación del flujo de masa total en el material particulado de la Bahía del Callao, sustentado para obtener el título de Bióloga Marina es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista
DNI: 75441506



Firma del asesor de tesis
DNI: 06445352

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Determinación del flujo de masa total en el material particulado de la Bahía del Callao

Autores. Maria del Pilar Cholan Zegarra

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2301921059).

Resultado de la evaluación. 3%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



**Export of particulate matter from central Peru (Callao, 12° S) during the 2023
coastal El Niño**

María Cholan^a, Ursula Mendoza^{a,b,*}, Bobby Leigh^{c,d}, Víctor Aramayo^{b,d}, Federico Velazco^b, Patricia Ayón^b, Ernesto Fernández^b, Luis Escudero^b, Salma García^f & Michelle Graco^b

^aCarrera de Biología Marina, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Panamericana Sur, km 19, Lima, Peru

^bDirección General de Investigaciones en Oceanografía y Cambio Climático, Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle S/N – 07021, 1 Callao, Peru

^cEscuela Profesional de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores S/N, Castilla, 20002 Piura, Peru

^dFacultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, P. O. BOX 1898, Lima 100, Peru

^eDirección General de Investigaciones en Hidroacústica Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca, Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle S/N – 07021, 1 Callao, Peru

^fIndependent Scholar, Instituto del Mar del Perú, Esquina Gamarra y General Valle S/N – 0.7021, 1 Callao, Peru

*Corresponding author

E-mail address: umendoza@imarpe.gob.pe (U. Mendoza)

Highlights

- In the presence of the Coastal El Niño event, a decrease in total mass flux is observed compared to normal oceanographic conditions.
- Fecal pellets have a low fish contribution, possibly associated with the occurrence of the Coastal El Niño event.
- Fish fecal pellets have a higher sinking rate than zooplankton fecal pellets.

Abstract

The total mass flux (TMF) of particulate organic material at the surface and its subsequent export to the seafloor is a crucial process for the metabolic functioning of marine ecosystems because it permanently provides organic compounds that support life both in the water column and on the bottom. The compounds come in two forms: particulate organic carbon and dissolved organic carbon. The objective of this work was to determine the TMF and the contribution of fecal pellets in Callao Bay (12° S, Peru) under coastal El Niño (EN) 2023 conditions. A mechanical sediment trap (at 32 m) and temperature sensors (at 5, 10 and 15 m), fixed on a mooring line during the austral summer until autumn 2023 (179 days), were installed for TMF quantification and its characterization in relation to fecal pellets at Callao Bay. The average TMF was $157 \pm 20.53 \text{ mg m}^{-2}\text{day}^{-1}$; this low value would be associated with the oceanographic conditions of the 2023 coastal EN event. Fecal pellets of zooplankton and fish were identified. Zooplankton pellets presented two different shapes (cylindrical and ovoid) and their flux recorded a mean of $1.99 \pm 0.40 \text{ mg m}^{-2}\text{day}^{-1}$, with a contribution of $1.26 \pm 0.09\%$ to the TMF. Fish pellets presented only one shape (cylindrical) and showed a flux of $9.68 \text{ mg m}^{-2}\text{day}^{-1}$, with a contribution of 6.77% to the TMF. There is a notable difference between the contributions of zooplankton pellet flux and fish pellet flux to the TMF. Size and volume

directly influence the sinking velocity of fecal pellets. Zooplankton pellets, being small (0.1 to 0.4 mm) and having smaller volumes, have a slow sinking velocity with a mean of $18.34 \pm 16.25 \text{ m day}^{-1}$; whereas, fish pellets being larger (1 to 2 mm) with higher volumes, sediment faster with a mean of $668.53 \pm 713.82 \text{ m day}^{-1}$. These findings show a decay of the TMF and the low production of zooplankton and fish fecal pellets, in addition to their rapid sinking, under the effects of 2023 coastal EN off the Peruvian coast.

Keywords: vertical flux, fecal pellets, sinking velocity, zooplankton, Callao Perú.

1. Introduction

The Southeast Pacific is considered one of the most productive regions in the world, extending along the Peruvian and Chilean coast (Pennington et al., 2006; Zuta & Guillén, 1970). In particular, the coastal upwelling off Peru is characterized by high productivity (3 and 4 g C m⁻²day⁻¹) and a high concentrations of chlorophyll a (1.5 to 4.3 mg m⁻³) in the 150 km wide coastal strip (Calienes et al., 1985; Chávez et al., 1989; Kämpf & Chapman, 2016). This high productivity coincides with an enormous availability of nutrients along forcing factors (trade winds) and the extension of the continental shelf (Zuta & Guillén, 1970). Also, being categorized as highly productive (>300 g C/m²/year) (Kämpf & Chapman, 2016), the Peruvian coast is an important source of partial CO₂ year-round, reaching an annual flux of 5.7 mol m⁻²year⁻¹ from the ocean to the atmosphere (Friederich et al., 2008), generating in turn high sedimentation rates of organic matter to the benthos and functioning as a carbon sink (Chen, 2004).

The production of particulate organic material (POM) from the surface and its subsequent export to the bottom is a crucial process for the metabolic functioning of marine ecosystems (Karl et al., 1988), because it represents a source of organic compounds for the water column (Alheit & Niquen, 2004). The POM sinks, transporting components