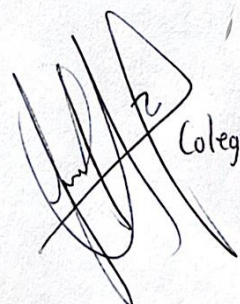


# Muestreo de Bentos en el área dársena de Puerto Caldera, Puntarenas, Costa Rica.

**Elaborado por:  
Gustavo Rojas-Ortega**

 Colegiado: # 2314

**Noviembre, 2022**




**DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL.**

**Muestreo de bentos en el área dársena de Puerto Caldera, Puntarenas, Costa Rica.**

Yo, Gustavo Rojas Ortega, cédula costarricense seis, cero tres ochenta, cero siete veinte y cuatro, de profesión biólogo marino, por este medio declaro que soy el responsable de la elaboración del Muestreo de bentos en el área dársena de Puerto Caldera, Puntarenas, Costa Rica, en conjunto con la empresa consultora Gestión Ambiental de Proyectos, GAPRO, S.A.

Doy esta declaración, el doce de diciembre del dos mil veinte y dos.

  
**Gustavo Rojas Ortega**  
**Cédula 6-038-0724**

## Introducción

El Golfo de Nicoya se ubica en la costa Pacífica de Costa Rica (10°N y 85°W), representa uno de los estuarios más largos de Centro América, con unos 1530 km de largo. Se extiende por 80 km desde el río Tempisque, siendo el más importante de la costa Pacífica (Nielsen y Quesada, 2006). Además, desembocan ríos importantes como el Tárcoles y Tempisque (Gómez y Monge-Nájera, 2008). Su mitad interior es poco profunda, de 4 a 20 metros, bajos fangosos como el de Isla de Chira. Entre el puerto de Puntarenas y la Isla San Lucas hay una fosa (conocida por los pescadores como "el hueco") que alcanza una profundidad de unos 50 m; además, al sur de Puntarenas, en la boca del Golfo, la profundidad aumenta progresivamente de 20 hasta 200 m. Por otra parte, el golfo está sujeto a variaciones estacionales determinadas por variaciones en la precipitación, correspondientes a la época seca y época de lluviosa del país (Brenes, *et al.* 2001).

Además, el Golfo de Nicoya se encuentra protegido del oleaje por manglares, especialmente en sus márgenes occidental y oriental interior, cubriendo una extensión de 15 176ha, poco más de 1% de la superficie del golfo (Jiménez, 1994).

Durante la temporada lluviosa en los meses de marzo a diciembre, la entrada de agua dulce al Golfo excede a la pérdida por evaporación, siendo las contribuciones de agua dulce por precipitación-directa y por la descarga de los ríos, que son nueve veces mayor durante la temporada de lluvias que durante el verano. Esta diferencia en la contribución estacional de agua dulce al Golfo determina los regímenes de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto para cada época del año (Brenes, *et al.* 2001).

Durante el mes de abril, un mes antes del máximo de temperatura superficial del mar el Golfo se caracteriza por tener un campo salino que presenta su máximo estacional. El mínimo de salinidad se ha observado en octubre mientras que las temperaturas superficiales han mostrado sus valores más bajos entre noviembre y enero. Un frente salino superficial muy bien definido es encontrado al este de las Islas Negritos, producto del encuentro de las aguas dulces provenientes del Río Grande de Tárcoles y las aguas de carácter oceánico que se introducen por la costa occidental del Golfo. Finalmente, el análisis de las distribuciones verticales de temperatura y salinidad muestran a un Golfo cuya parte interna es altamente estratificada en época lluviosa, y ligeramente estratificada o bien mezclada durante la época seca. La parte externa del Golfo presenta una estratificación permanente durante todo el año. El sedimentos del fondo en el golfo se han identificado generalmente como finos, suaves y enriquecidos orgánicamente, especialmente en la parte interna (Maurer & Vargas, 1984).

Los organismos bentónicos es el conjunto de individuos que habita o se encuentran asociados al fondo de los cuerpos de agua. De acuerdo al hábitat específico epibentos son los organismos que habitan sobre la superficie del sustrato. El bentos puede estar constituido por una gran diversidad de especies pertenecientes a diversos phyla como: Porifera (esponjas), Annelida (gusanos poliquetos), Arthropoda (Crustacea), Cnidario (coral negro, coral pétreo) Echinodermata (estrellas y pepinos de mar) y Mollusca (pulpa y calamar).

Para Costa Rica, en lo referente a sustratos blandos, la mayoría de los estudios de macrofauna y meiofauna son de playas fangosas del Golfo de Nicoya, como Punta Morales. Las playas de arena de la costa pacífica han sido estudiadas por Dexter (1974) con tres playas del Pacífico Norte, tres del Golfo de Nicoya y dos en el Pacífico Central, para las cuales reporta distribución y densidad de 52 especies (Corrales-Ugalde y Sibaja-Cordero, 2015). Sin embargo, estudios del bentos son en sitios con fondos arenosos o lodosos son pocos, destacando por otro lados el estudios del bentos en sitios donde el bentos tiene formaciones de arrecifes.

Las zonas cercanas a la costa están compuesta por especies residentes y especies transitorias, las cuales difieren en una gran variedad de rasgos, desde la forma del cuerpo hasta su conducta y fisiológica. Los peces intermareales residentes están constituidos mayoritariamente por especies bénticas las cuales pasan toda su vida en este ambiente, mientras que las especies transitorias visitan la zona intermareal principalmente tanto en períodos de marea alta como en épocas reproductivas habitando, sin embargo, la mayor parte de su ciclo vital en la zona submareal. Además, existen especies transitorias que ocupan la zona intermareal solo en una etapa de su vida, frecuentemente como juveniles, por lo que estos ambientes se consideran como importantes zonas de reclutamiento para algunas especies. En ecosistemas acuáticos, los peces son un componente importante de las redes tróficas debido a que ocupan todos los nichos tróficos posibles encontrando desde piscívoros, omnívoros, invertívoros y algívoros–detritívoros, actuando como conductores de materia y energía a través del ecosistema (Quijada & Caceres, 2000). Sin embargo, debido a la nula visibilidad en la columna de agua en el sitio fue imposible observar peces.

El bentos constituye un eslabón importante al interior de la red trófica de los ecosistemas acuáticos. Su papel funcional reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y consumidores terciarios. A pesar de la importancia, poco se sabe de su potencial como indicadores de cambios ambientales y el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas. Es de considerar que en Costa Rica los organismos epibentónicos han recibido poca atención, resultando muy escasos los estudios de este grupo desde el punto de vista taxonómico y nulos los estudios ecológicos.

## **Metodología**

Se ubicaron tres estaciones de muestreo (Anexo I), en los cuales se realizaron inmersión mediante buceo para obtener muestras de sedimentos en cada punto.

Para el muestreo de organismos epibentónicos se realizaron tres repeticiones por cada estación, las muestras fueron recolectadas con un barreno cilíndrico de PVC de 5,6 cm de diámetro y 20 cm de largo; el sedimento recolectado fue depositado en bolsas plásticas y posterior se le agrego una solución de formalina al 36% (10%) y etanol al 70% (90%).

Cada muestra se pasó a través de tamices de 600, 500 y 300 $\mu$ m, las cuatro fracciones resultantes se colocaron en etanol al 70%. Cada fracción se revisó con un microscopio estereoscópico con el fin de identificar todas las especies presentes en la muestra. Cada organismo se identificó al taxón más bajo posible. En los taxones donde no se logró su identificación hasta especie (debido a su tamaño o estado) se le asignó un número de especie dentro de la respectiva familia o género, esto con el fin de identificar qué se trataba de especies diferentes, lo cual se determinó comparando algunos aspectos anatómicos entre sí, que permitieron dicha diferenciación. Las especies resultantes se plasmaron en un cuadro donde se indica el número de estación y el número de criba utilizada para los organismos epibentónicos.

## **Resultados**

### ***Descripción de la zona***

Los fondos encontrados en los tres puntos de muestreo presentaron una alta carga de sedimentos finos, alcanzando una profundidad de más de los 20 cm muestreados; el sedimento de consistencia fangosa estuvo compuesto principalmente por limos y arcillas (más del 60 %). Lo que provocó que la visibilidad fuera mínima por la cantidad de sedimentos suspendido, desde el primer metro en la columna de agua; lo que imposibilitaba tener visibilidad para identificar organismos en la columna de agua y en el fondo ya que la visibilidad fue menor a 10 cm.

El filo Mollusca fue el que domino, con representantes de la clase Bivalvia y Gastropoda. Es importante resaltar que en los individuos pertenecientes a la clase Bivalvia, se encontraron únicamente restos de valvas, no se localizó tejido vivo adherido a la concha y en algunos la valva no estaba completa, lo cual permite asumir que dichos organismos ya estaban muertos en el momento de realizado el muestreo.

En los tres puntos analizados se encontró algún tipo de organismo bentónico no vivo (restos de conchas) (Cuadro 1), pertenecientes a las clases Bivalvia y Gastropoda. La mayor

cantidad de especies epibentónicas identificadas tuvieron un tamaño mayor a 600µm y solo uno en el tamaño de 500 µm, y no se localizó ningún organismo de tamaño menor a 300 µm.

Cuadro 1. Taxones identificados en cada estación de muestreo y con el respectivo número de criba, en los casos donde no aplica (N/A) son individuos identificados en el sitio.

Estación	Filo o División	Clase	Familia	Especie	Criba (µm)
1	Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	<i>Laevicardium sp.</i>	600
1	Mollusca	Bivalvia	Ungulinidae	<i>Diplodonta sp.</i>	600
1	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Especie 1	600
1	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Especie 2	600
1	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Especie 3	600
1	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Especie 4	600
1	Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	<i>Crepidula excavata</i>	600
2	Mollusca	Gastropoda	Fissurellidae	<i>Fissurella sp.</i>	600
2	Mollusca	Gastropoda	Epitoniidae	<i>Amaea sp.</i>	600
2	Mollusca	Gastropoda	Olivellidae	<i>Olivella volutella</i>	600
2	Mollusca	Gastropoda	Turritellidae	<i>Turritella sp.</i>	600
2	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Brachidontes sp. 1</i>	600
2	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Brachidontes sp. 2</i>	600
2	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Mytella sp.</i>	600
2	Mollusca	Gastropoda	Tornidae	Especie 1	500
3	Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	<i>Crepidula excavata</i>	600
3	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Brachidontes sp.1</i>	600
3	Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	<i>Brachidontes sp.2</i>	600
3	Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Especie 1	600
3	Mollusca	Bivalvia	Ungulinidae	<i>Diplodonta sp.</i>	600
3	Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	<i>Crepidula excavata</i>	600

## Discusión

El sitio analizado es un sitio altamente modificado debido a la instalación del Muelle de Caldera en el lugar; por lo que el ecosistema ha sido alterado previamente y es constantemente impactado por la llegada de buques al muelle que entran por el Golfo de Nicoya.

El comportamiento de las corrientes en la región media del Golfo, específicamente en Caldera hace que se produzca un afloramiento continuo, provocado por la fuerza de la corriente de la marea y el viento que mezclan la superficie con agua del fondo rica en nutrientes. Lo anterior puede estar relacionado con el aporte de nutrientes provenientes de la corriente, de los afloramientos que ocurren en la zona, y principalmente de los arrastres del manglar de Mata de Limón y el constante movimiento de las embarcaciones; lo que provee una elevada disponibilidad de alimento y sedimentos disueltos en la columna de agua, esto sumado a las posibles condiciones hidrológicas (Sibaja-Cordero, *et al.* 2006; Nova-Bustos, *et al.* 2010). Sin embargo, la alta carga de sedimentos y probablemente las lluvias de la época lluviosa típica durante el mes de octubre, provocaron que el fondo estuviera totalmente cubierto de sedimentos finos principalmente por limos y arcillas que se suspenden fácilmente, provocando condiciones no apropiadas para la presencia de organismos.

La composición del macro bentos está dado por organismos tanto vegetales como animales relacionados al fondo del mar, fijos o semienterrados, que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde el límite de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas (Villamar, 2009). La protección del hábitat donde se desarrollan estos organismos es de gran importancia debido a la poca movilidad que tienen, siendo especialmente vulnerables a eventos que alteren el lugar.

El número de especies de la infauna generalmente es menor que el de la epifauna, porque hay menos nichos disponibles. Los animales infaunales más abundantes son los que se alimentan de depósitos o depositívoros, que ingieren el abundante detrito que cae de las capas superficiales del mar, o los que se nutren con partículas en suspensión o suspensívoros, que filtran del agua circundante el abundante plancton o las partículas de detrito suspendidas. Un número menor de especies son depredadoras, principalmente gusanos, crustáceos, moluscos y equinodermos y por otro lado, los peces bentónicos (o demersales) o asociados al fondo marino son predominantemente carnívoros. En el caso de los sustratos submareales duros, la situación es la opuesta ya que pueden tener un relieve considerable, lo que determina la presencia potencial de muchos diversos hábitats.

La poca presencia de organismos en fondos con granos de sedimentos pequeños suelen ser menos propicios para los organismos, debido a la alta movilidad del sustrato, lo que hace casi imposible mantener estructuras perdurables; por lo que solo organismos microscópicos se pueden desarrollar; provocando una baja presencia de organismos.

Suele señalarse a las características del sedimento, especialmente textura, contenido de materia orgánica y estabilidad del bentos, como los principales factores abióticos determinantes de la abundancia y distribución de los invertebrados bénticos marinos (Gray 1981) y a las relaciones de competencia intra e interespecífica y a la depredación como los principales factores bióticos limitantes; por lo que la poca estabilidad en el sitio analizado no permite el establecimiento de especies en el fondo; además, de la alta carga de sedimentos en suspensión que puede provocar saturación en las branquias, hendiduras branquiales, poros respiratorios, ósculos, filamentos del penacho branquial, y otras estructuras especializadas para la respiración (Rojas y Vargas, 2008). En anexo 1 se presenta la granulometría encontrada en las muestras.

Es importante notar la similitud observada en las especies entre las tres estaciones analizadas; ya que, al ser un hábitat homogéneo estructuralmente permite la coexistencia de pocas especies, dado que ofrecen poca cantidad de microhábitats y nichos (Kostylev et al., 2005; Levin, 1992). Además, el sitio al ser muy dinámico en la entrada de buques, hace que sea un sitio alterado constantemente, dificultando el establecimiento de organismos bentónicos.

Es de esperar que durante el proceso de dragado ocurra una eliminación de la fauna y flora epibentónica de manera temporal, debido a la acción de remoción del sustrato en la que se encuentran adheridos los organismos. Se ha descrito que después de esta etapa hay organismos que pueden repoblar la zona; sin embargo, esto dependerá de las condiciones y características de cada medio (Robinson *et al.*, 2005) y del tiempo de recuperación después de la perturbación. Sin embargo, se puede notar que durante la época seca es cuando se mantendrá una mayor estabilidad en el sitio, situación contraria durante el invierno, que es cuando se da un mayor aporte de sedimentos por el Manglar de Mata de Limón y de playa Caldera que son arrastrados por las corrientes y en la actualidad se han acumulado frente al muelle.

El destino de los sedimentos descargados en cuerpos de agua costeros, depende principalmente de las corrientes geostróficas, corrientes generadas por los vientos y mareas, de los patrones de operación de las descargas y de las propiedades de los sedimentos. Uno de los mayores problemas generados durante un dragado es la suspensión de partículas pequeñas en el agua, que pueden ser transportadas a las playas cercanas por las corrientes hasta su precipitación en la costa; lo que provoca un aumento en la turbidez y la disminución de la visibilidad; a su vez no permite la penetración de la luz en la columna de agua (Holdings, 2007).



## **Conclusiones**

La necesidad de información sobre las comunidades bentónicas cada vez es más necesaria, para poder integrar un marco de referencia sobre las condiciones del sistema, siendo fundamental para el estudio de la meiofauna.

El fondo marino en el muelle de Caldera está formado principalmente de arcilla y limos, capas de sedimentos provenientes del Manglar de Mata de Limón.

La distribución de embarcaciones de gran calado en la zona, provoca una alta movilidad de los sedimentos más pequeños provocando baja visibilidad en la columna de agua y poca estabilidad de las partículas de sedimentos en el fondo.

Las estructuras del muelle propician un estrato por colonizar, con el tiempo la infraestructura propia un sitio de refugio para organismos.

El repoblamiento de especies epibentónicos es un proceso que se puede dar lento, por el material que puede quedar suspendido, lo que imposibilita que especies nuevas colonicen el fondo que va a quedar disponible, la colonización ocurrirá por estrategias R después de una estabilización del ambiente.

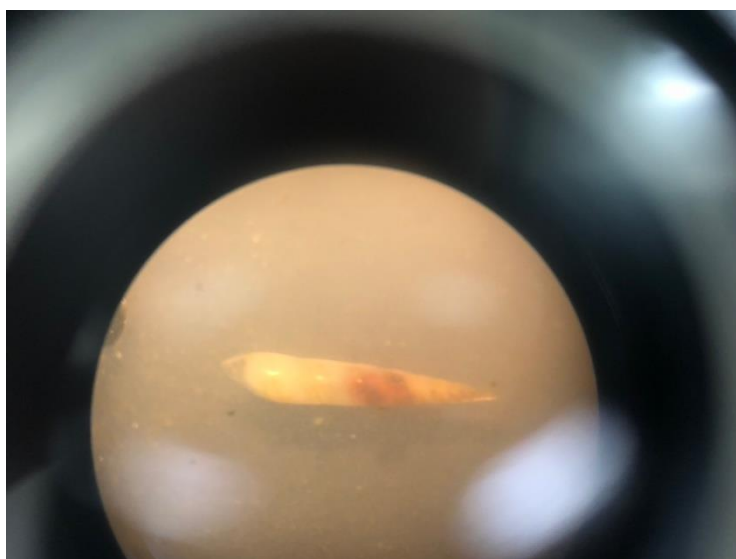
Las similitud en diversidad entre las tres estaciones, están asociadas a la baja complejidad estructural del hábitat y a las perturbaciones constantes en el sitio.

Finalmente, los estudios periódicos que integre el bentos, y de análisis de los patrones de abundancia y composición de especies después de las actividades de dragado, siempre puede dar más información de la capacidad regenerativa del lugar.

## Anexos



Anexo 1. Juego de tamices de 600  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .



Anexo 2. Vista al estereoscopio de *Turritella* sp.

## **Bibliografía**

- Brenes, C. L; S. León y J. Chaves. (2001). Variación de las propiedades termohalinas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 49.
- Corrales-Ugalde, M. y Sibaja-Cordero, J. (2015). Macrofauna bentónica de las playas de arena del Área de Conservación Osa, Puntarenas, Pacifico Sur de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 63:1
- Gómez, P. y Monge-Nájera, J. (2008). La biodiversidad marina en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Posgrado y Sociedad*, 8(2), 1-19.
- Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge Univ. Press, Cambridge, Inglaterra.
- Holdings, URS. (2007). Estudio de Impacto Ambiental Categoría III Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas. Canal de Panamá.
- Jiménez, J.A. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. Ed. Fundación UNA, Heredia, Costa Rica.
- Kostylev, V. E., Erlandsson, J., Mak, Y. M., & Williams, G. A. (2005). The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: Fractal application on rocky shores. *Ecological Complexity*, 2(3), 272–286.
- León, P. (1973). Ecología de la ictiofauna del Golfo de Nicoya, Costa Rica, un estuario tropical. *Rev. Biol. Trop.* 21.
- Levin, S. A. (1992). The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture. *Ecology*, 73(6), 1943-1967.

- Quijada, P. & C. Caceres. (2000). Patrones de abundancia, composición trófica y distribución espacial del ensamble de peces intermareales de la zona centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73.
- Maurer, D. & J.A. Vargas. 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Mar. Biol.* 81: 97-106
- Nielsen, V. y Quesada, M. A. (2006). Informe Técnico Ambientes Marino Costeros de Costa Rica.
- Nova-Bustos, N., A., Hernández-Zanuy y R., Viquez-Portuguez. (2010). Distribución y abundancia de las ascidias de los fondos rocosos de la Bahía de Cuajiniquil, Costa Rica.
- Robinson, J.E., R.C. Newell, L.J. Seiderer & N.M. Simpson. 2005. Impacts of aggregate dredging on sediment composition and associated benthic fauna at an offshore dredge site in the southern North Sea. *Mar. Environ. Res.*, 60: 51-68
- Rojas, R. E., & Vargas, J. A. (2008). Abundancia, biomasa y relaciones sedimentarias de *Americonuphis reesei* (Polychaeta: Onuphidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 59-82.
- Rojas, R.E. (2008) : Estudio de línea base: Prospección ecológica rápida en ambiente marino. Puerto Caldera. Costa Rica
- Villamar, F. 2009. Estudio de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante en la zona intermareal y submareal de la bahía de Santa Elena (Ecuador) durante el año 2007. *Acta Oceanográfica del Pacífico*: 15:1:128-138p

## ANEXO I. Puntos muestreados para la toma de sedimentos.

Punto muestreo	Latitud	Longitud
1	9°54'47.77''N	84°43'08.97''O
2	9°54'45.85''N	84°43'15.67''O
3	9°54'48.37''N	84°43'13.58''O

## ANEXO II. Granulometría de los sedimentos encontrados en el fondo marino.

El principal impacto directo en la dársena del puerto que se ha observado es la disminución o incluso la defaunación temporal del sustrato. Sin embargo, en cada muestreo se ha observado recuperación de las poblaciones lo cual indica que las poblaciones presentes tienen capacidad de recuperarse, aunque disminuyendo la diversidad y la abundancia. Un tema importante es que la textura granulométrica del sustrato en estos muestreos predomina como arcillas y limos, aunque las condiciones locales (actividades sobre la calidad del agua) y los aportes de los sedimentos siguen teniendo el mismo origen. En muestreos anteriores la predominancia fue de arenas finas, lo cual en este muestreo alcanzó entre el 19 y el 34% del porcentaje de sedimentos analizados. Algunos autores afirman (Rojas, 2008) que mientras la granulometría se mantenga y las condiciones de la calidad del agua también, producto del efecto de las actividades del puerto y el trasiego que se da entre cada campaña de dragado, la tasa de cambio de la biota no será muy evidente. El cuadro 1 siguiente muestra la granulometría encontrada en estos muestreos:

**Cuadro 1: Granulometría de sedimentos en sustrato monitoreado.**

		Porcentaje encontrado
	Grava	0,87
	Grava fina	0,48
1	Arenas gruesas	1,51
	Arenas medias	1,63
	Arenas finas	34,2
	Arcilla + limos	61,31
	Grava	0,62
2	Grava fina	1,71
	Arenas gruesas	1,58
	Arenas medias	1,05



	Arenas finas	26,61
	Arcilla + limos	68,43
	Grava	1,02
	Grava fina	1,38
3	Arenas gruesas	2,74
	Arenas medias	11,28
	Arenas finas	19,33
	Arcilla + limos	64,25

Fuente: Muestreos realizados por Biol. Gustavo Rojas

Un impacto derivado de la re-suspensión de los sedimentos que se remueven del fondo en los dragados, puede provocar el traslado especialmente de las partículas de pequeño diámetro representadas por limos y arcillas que en el caso de los puntos de estudio representan el alrededor del 64% en los tres puntos de muestreos. Sin embargo, solo aquellas partículas que alcancen tamaños menores a los 75  $\mu\text{m}$  pueden escapar a zonas adyacentes llevados por corrientes de deriva costera, ya que serían nuevamente puestos en contacto con la columna de agua. Este efecto duraría el tiempo que demoren las corrientes en permitir nuevamente la sedimentación de los finos. Debido a que los dragados ocurren con frecuencia baja el efecto se considera de importancia media a baja.

Con respecto a la calidad del agua se investigaron los parámetros DBO 5,20, DQO, pH, Sólidos Suspendidos y alcalinidad.

Los resultados muestran aguas con relativamente baja demanda bioquímica de oxígeno en resultados de medición de cinco días a 20° C . Igual resultados da la demanda química de oxígeno lo cual indica aguas poco contaminadas y con un nivel estable de sólidos suspendidos de bajo a medio. Son aguas muy alcalinas probablemente por el tipo de sedimentos que se mantienen en agua producto de la caída de productos durante los trasiegos.

**Cuadro 2. Resultados de calidad del agua**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	LIMITE
DBO5,20	4,1	mg/L O <sub>2</sub>	4,0
DQO	39	Mg/L	10
pH	8,03	Unidades de pH	5 a 9
Sustancias activas al azul de metileno	≤0,10	mg/L	0,10 mg/L
Alcalinidad	122	Mg/L CaCO <sub>3</sub>	20 mg/L CaCO <sub>3</sub>

Fuente: Resultados Análisis laboratorio AGQ-Lambda-octubre 2022.

### **ANEXO III. COMPARACION MUESTREOS ANTERIORES**

Los resultados del muestreo manifiestan alteración moderada, que podría ser atribuida, parcial pero no exclusivamente, a las repercusiones sobre el medio que normalmente tienen las actividades portuarias (principalmente contaminación por hidrocarburos, metales pesados, derivados de “antifouling”, vertidos orgánicos, etc.) y a la modificación del hábitat por obra civil (que induce a cambios en corrientes, acumulación de sedimentos, etc.). Sin embargo, no puede descartarse la posibilidad de que el cambio ambiental se deba también de manera compartida a impactos ocurridos en una escala espacial más amplia, que podría abarcar incluso decenas de kilómetros de costa. Por ejemplo, la ausencia algunas especies puede deberse a sobreexplotación de estos recursos por recolección comercial o recreativa y no necesariamente a la contaminación local. (Rojas 2008).

La variación y ausencia de Filos en el muestreo en dársena muestra la misma dominancia de Mollusca con la misma diversidad de especies aunque en menor abundancia, lo cual demuestra que es la especie que soporta mejor la eliminación total del hábitat y logra recuperarse entre periodos de dragado.