



VERIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE

de buques de tráfico internacional en los Puertos de
Tumaco, Coveñas y Cartagena

Informe Técnico



PERSONAL PARTICIPANTE

LUIS DE LA HOZ BARRIENTOS

Biólogo.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe- CIOH

JESÚS HOYOS ACUÑA

Biólogo.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico-CCCP

MARÍA JISSET CALVO SAAD

Ingeniera Ambiental.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe CIOH

DANIELA ROJAS SÁNCHEZ

Bióloga.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe CIOH

LISETH JOHANA ARREGOCÉS SILVA

Bióloga Marina.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe-CIOH

JENNY LISBETH PARADA GUIERREZ

Microbióloga Industrial

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico-CCCP

CHRISTIAN BERMUDEZ

Biólogo

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico-CCCP

FREDY CASTRILLÓN

Biólogo

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico-CCCP

VERIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE de buques de tráfico internacional en los Puertos de Tumaco, Coveñas y Cartagena

Informe Técnico 2020



Citar como: Dirección General Marítima. 2020. Verificación de la gestión del agua de lastre de buques de tráfico internacional en los Puertos de Tumaco, Coveñas y Cartagena. Informe Técnico. Dirección General Marítima. Cartagena. 35 p.

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA.....	5
Toma de muestras	5
Procesamiento de muestras.....	6
RESULTADOS.....	9
<i>Coveñas y Cartagena</i>	9
Variable física	9
Componente Microbiológico	10
Componente Biológico	10
<i>Tumaco</i>	14
Componente Biológico	14
DISCUSIÓN	15
<i>Coveñas y Cartagena</i>	15
Variable física	15
Componente Microbiológico.....	16
Componente Biológico	16
<i>Tumaco</i>	18
Componente Biológico	18
Componente Microbiológico.....	20
CONCLUSIÓN	21
BIBLIOGRAFÍA	21

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los flujos de comercio internacional han crecido muy por encima de las actividades de producción y consumo, el transporte de mercancías por buques de líneas regulares asciende a un total de aproximadamente 1650 millones de toneladas. Estos buques tienen determinadas rutas que están debidamente desarrolladas y están complementadas con las operaciones de transbordo, transfiriendo toneladas de agua de lastre, facilitando el desplazamiento de especies entre los puertos (González, 2007).

El transporte marítimo internacional es una de las principales causas de la transferencia de especies invasoras marinas. Aproximadamente el 80% del comercio mundial se realiza a través de vía marítima (UNTACD, 2008) y con ello se transfiere alrededor de 10 billones de toneladas de agua de lastre por año (Prasad, 2014). De este modo, gran variedad de especies marinas es transportadas diariamente en el agua de lastre, y aunque la gran mayoría no sobreviven, otras, sin embargo, pueden llegar a establecerse en nuevos ambientes (OMI, 2013; OMI, 2014). Gavilán *et al.* 2005)

Los impactos generados por la introducción de especies, han sido reconocido en diversos ámbitos debido a las afectaciones en los ecosistemas, a nivel económico, industrial, así como, en el sistema de salud público. De este modo, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha venido trabajando en la construcción de diferentes lineamientos para prevenir las bioinvasiones marinas, entre los que se destaca el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, 2004 (Convenio BWM). Colombia a través de la Resolución 477 de 2012 de la Dirección General Marítima (DIMAR) (DIMAR, 2012), ha vinculado voluntariamente las recomendaciones de la OMI sobre la gestión del Agua de lastre, así como mediante la elaboración de la Estrategia Nacional y Plan de Acción para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques 2016 – 2020 (DIMAR, 2020).

A partir del cumplimiento de la normatividad nacional y los Convenios y acuerdos firmados y/o ratificados, Colombia a través de la función de la DIMAR contenida en el Decreto ley 2324 del 1984 y Decreto 5057 de 2009, amparan y establecen las medidas y el procedimiento de control para verificar la gestión del Agua de Lastre a bordo de naves y artefactos navales nacionales y extranjeros en aguas jurisdiccionales colombianas. Es así como, a través de los Centros de Investigaciones de la DIMAR se han desarrollado e implementado técnicas analíticas enfocadas en la verificación de la Gestión de agua de lastre, que soporten técnicamente la toma de decisiones y las posibles sanciones de acuerdo al marco normativo nacional e internacional.

Para tal fin, los Centros de Investigaciones de la DIMAR adelantaron durante el 2020 como parte del subproyecto de investigación “Herramientas para fortalecer el ejercicio de la autoridad marítima nacional en contribución al cumplimiento de la resolución DIMAR 477 de 2012”, el seguimiento de la gestión de agua de lastre de las embarcaciones de tráfico internacional que arribaron a tres puertos principales colombianos. En el actual documento, se presentan los resultados de la

verificación de la gestión de agua de lastre a buques que arribaron a los puertos de Coveñas, Cartagena y Tumaco durante el año 2020, teniendo en cuenta lo contemplado en el Capítulo II de la Resolución 477 de 2012. Adicionalmente, se incluye la caracterización microbiológica y biológica realizada al agua de lastre, debido a que algunos autores como Aguilar y Martínez (2012) sugieren que no es suficiente el uso de parámetros indicadores (físicos o químicos) para concluir una adecuada gestión de agua de lastre de acuerdo a la Regla B-4 y la regla D-1.

METODOLOGÍA

Toma de muestras

Embarcaciones que arribaron a puertos colombianos (Coveñas, Cartagena y Tumaco) (Anexo 1) fueron monitoreadas a través de la toma de muestra de agua en tanques para la determinación de variables físicas (salinidad), componente biológico (fitoplancton y zooplancton) y microbiológico. Para lo anterior fue necesario emplear diversas técnicas de muestreo (Tabla 1) considerando criterios de seguridad del personal, tipo de acceso a los tanques de lastre, presencia de sistema de tratamiento, entre otros (Cañón, 2009). Para la toma de muestras físicas y microbiológicas se tuvieron en cuenta dos tipos de muestreo, lanzamientos con una botella Niskin con capacidad de 5L y mediante un dispositivo de acero inoxidable de 15cm de largo y 0,5cm de diámetro. Para las muestras biológicas, se realizaron arrastres verticales a profundidades entre tres y cinco metros a través de redes cónicas con 30 cm de diámetro de boca y tamaño de poro de 20 μ m para fitoplancton y 80 μ m para zooplancton, donde la profundidad total del arrastre corresponde al producto del número de lances por la profundidad de la toma de muestra, otra técnica empleada fue a través de la línea de descarga, colocando una manguera sobre la red cónica por un periodo de 10 min hasta lograr un volumen final de 1 L de la muestra sin fijación.

Las muestras microbiológicas fueron almacenadas en botellas de borosilicato de 1000 ml previamente esterilizadas, mientras que las muestras para análisis de variables físicas fueron almacenadas en botellas de 500 mL. Las muestras biológicas fueron recolectadas en botellas nalgene color ámbar con capacidad de 250mL y 1L. Para el caso del componente biológico, se contó como muestras preservadas y sin preservar; para las primeras fue necesario adicionar formaldehído al 36% neutralizado con tetraborato de sodio con concentración final del 4% (Vivanco y Seguel, 2009).

Tabla 1. Técnicas y equipos de tanques monitoreados en buques que arribaron a puertos colombianos (Coveñas, Cartagena y Tumaco) en el año 2020. N/M: No fue posible la toma de muestra; N/A: No aplica.

Área	Puerto	Buque	Tanque	Tipo de muestreo		Profundidad de la toma de muestra (m)	Preservación	
				Microbiológico	Biológico		Microbiológico	Biológico
Coveñas	CENIT Terminal, Coveñas	Eagle Kinarut	3BS			5 m		
			6BS	Botella Niskin	Redes plancton	5 m	N/A	Formaldehido
			6P			5 m		
Cartagena	Mamonal, Cartagena	Velos Aquarius	3 PORT WGT			3 m		
			4 PORT WGT	Botella Niskin	Redes Plancton	3 m	N/A	Formaldehido
			3 STBD WGT			3 m		
			4 STBD WGT			3 m		
	Mamonal, Cartagena	Velebit	WBT 4P			1 m		
			WBT 2P	Botella Niskin	Redes Plancton	1 m	N/A	Formaldehido
			WBT 2S			1 m		
	Mamonal, Cartagena	Jackeline C.	3SWBT			1 m		
			5SWBT	Dispositivo de acero inoxidable	N/M	1 m	N/A	N/M
			5BWBT			1 m		
	Mamonal, Cartagena	*Silver Manoora	5WBTS	Botella Niskin	Redes Plancton	5 m	N/A	Formaldehido
			5WBTP			5 m		
Mamonal, Cartagena	*Aurora N.	T5P			1 m			
		T4P	Botella Niskin	Redes Plancton	1 m	N/A	Sin preservar	
		T3S			1 m			
Tumaco	CENIT Terminal, Tumaco	Athens Star	4P	N/M	Redes Plancton	3 m	N/M	Sin preservar
			4S			3 m		
	CENIT Terminal, Tumaco	Scout Bayern	4P	N/M	Redes Plancton	3 m	N/M	Sin preservar
			3S			3 m		
	CENIT Terminal, Tumaco	*Ardmore Cherokee	Overflow	N/M	Linea de descarga	3 m	N/M	Sin preservar
	CENIT Terminal, Tumaco	Shangai Dawn	5S	N/M	Redes Plancton	3 m	N/M	Sin preservar
2P			3 m					

*Buque con sistema de tratamiento de agua de lastre

Procesamiento de muestras

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de la DIMAR sede Caribe y Pacífico. Tanto los procedimientos de campo como en laboratorio, siguieron los protocolos establecidos por el laboratorio de la DAMAR con el fin de garantizar la integridad de las muestras y obtener resultados confiables.

Componente Microbiológico

Las muestras microbiológicas fueron analizadas inmediatamente ingresaron al laboratorio, la técnica utilizada para cada uno de los microorganismos se muestra en la Tabla 2 y Figura 2.

Tabla 2. Técnicas de análisis utilizadas para *Vibrio Cholerae*, *E. Coli* y *Enterococcus* y máximo admisible (para buques con sistema de tratamiento a bordo)

Parámetro	Técnica	Norma de referencia	Descripción general	Máximo admisible *
<i>Vibrio cholerae</i>	Filtración por membrana	SM 9260H "modificado"	Enriquecimiento: Agua peptonada alcalina al 1%. Agar: TCBS, BHI, CromoAgar. T° de incubación: 35±2°C Tiempo de incubación: 18 a 24 horas. Pruebas bioquímicas: Cuerda y oxidasa.	$\frac{< 1}{100 \text{ mL}}$
<i>Escherichia Coli</i>	Filtración por membrana	SM 9222D	Agar: m-FC T° de incubación: 44,5 ± 0,2°C Tiempo de incubación: 24±2 horas Confirmatorias en: Caldo EC-MUG en un baño de agua a 44,5 ± 0,2°C durante 24±2 horas con tubos durham. Caldo Lauril Triptosa incubar a 35 ± 0,5°C por 24 ± 2 horas, si es necesario a leer nuevamente 48 ± 3 horas de incubación con tubos durham. Caldo Brilla incubar a 35 ± 0,5°C por 24 ± 2 horas, si es necesario a leer nuevamente 48 ± 3 horas de incubación Producción de Indol incubar a 35 ± 0,5°C durante 4-6 horas (hasta 24 horas dependiendo del medio de cultivo usado) Crecimiento en Citrato Incubar a 35 ± 0,5°C durante 48 hora.	$\frac{< 250}{100 \text{ mL}}$
<i>Enterococcus</i>	Filtración por membrana	SM 9230C	Agar: m-Enterococcus, BHI. T° de incubación: 35±0,5°C Tiempo de incubación: 48± 3 horas. Confirmatorias en: Caldo BHI e incubar a 35 ± 0.5 °C entre 24 ± 2 y 48 ± 3 horas. Trascurrido el tiempo de la incubación del caldo BHI realizar siembras en: Agar Bilis Esculina: Incubar a 35 °C ± 0.5 °C por 48 ± 3 horas. Caldo BHI: Incubar a 45 ± 0.5 °C por 48 ± 3 horas. Caldo BHI con 6.5% NaCl: Incubar a 35 °C ± 0.5 °C por 48 ± 3 horas.	$\frac{< 100}{100 \text{ mL}}$

SM: Standard Methods for the examination of water and wastewater

*Acuerdo artículo 6 de la Resolución DIMAR 477/2012.

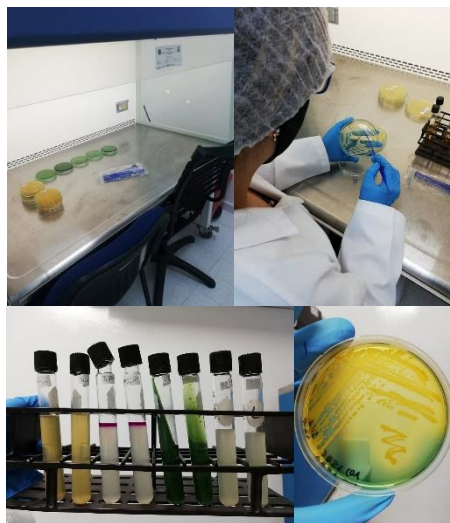


Figura 2. Procesamiento de muestras para la determinación de *Vibrio Cholerae*, *E. Coli* y *Enterococcus*.

Teniendo en cuenta lo referido en el a regla D-1 del Convenio BWM y el artículo 5 de la Resolución 477 de 2012, la toma de muestras a los buques que no manifestaron sistema de tratamiento a bordo, se realizó como parte de la investigación científica en el marco del proyecto “Prevención de la contaminación biológica transferida por el tráfico marítimo internacional a través de la bioincrustación y otros vectores (agua, sedimentos de lastre)”. Por lo tanto, los resultados de la inspección pormenorizada realizada a estos, no se reportan en virtud del cumplimiento a la D-1.

Componente Biológico

Las muestras fijadas con formaldehído, fueron sedimentadas por 24 horas en tubos falcon con capacidad de 50 ml, con el fin de concentrar los organismos fitoplanctónicos. Posteriormente, se revisó la muestra resultante bajo microscopio invertido; las muestras no preservadas fueron revisadas de manera inmediata al llegar al laboratorio.

La abundancia planctónica se determinó a partir del volumen filtrado a través de la red (Tabla 1), mediante la ecuación:

$$V (m^3) = \frac{\pi \cdot (D)^2 \cdot distancia}{4}$$

Donde:

V (m³) = Volumen del cilindro

π = Pi

D (m) = Diámetro de la boca de la red

Distancia (m) = Altura o profundidad del arrastre

Los resultados presentados corresponden a los taxones registrados y densidades estimadas para cada embarcación; para esto, se sumaron las densidades registradas en cada uno de los tanques del buque. Para muestras fijadas, se realizó la conversión del total de organismos contados por alícuota en relación al volumen sedimentado, mientras que, para muestras sin fijar, se realizó en relación al volumen de muestra tomado. Para obtener el resultado final, se estandarizó por unidad de volumen y se expresó la abundancia relativa en células por metro cúbico (cel/m^3) para fitoplancton y organismos por metro cúbico ($\text{org.}/\text{m}^3$) para zooplancton.

Para la identificación de organismos fitoplanctónicos se tomaron como referencia los trabajos y claves taxonómicas de Cupp (1943), Bicudo y Bicudo (1970), Taylor (1976), Rabenhorst (1889), Balech (1988), Ojeda-Rodríguez (1998), Tenenbaum *et al.* (2004) y Vidal (2010) de aguas estuarinas. Además, se utilizaron bases de datos digitales (Guiry & Guiry, 2020; WoRMS Editorial Board, 2020) para la verificación de especies, su nomenclatura taxonómica y distribución geográfica.

La identificación de organismos zooplanctónicos se basó en los trabajos y claves taxonómicas de Kofoid y Campbell (1929) y Boltovskoy (1981).

RESULTADOS

Coveñas y Cartagena

Variable física

Los datos de salinidad reportados oscilaron entre 31,4 y 35,7 PSU, con un promedio de 33,2 PSU. Los valores más bajos correspondieron a la Moto Nave Velos Aquarius, seguido de Silver Manoora, mientras que, Eagle Kinarut y Velebit fueron los buques que reportaron los valores más altos de salinidad (Figura 3). En el anexo 2, se reportan los datos de salinidad de los tanques por cada buque).

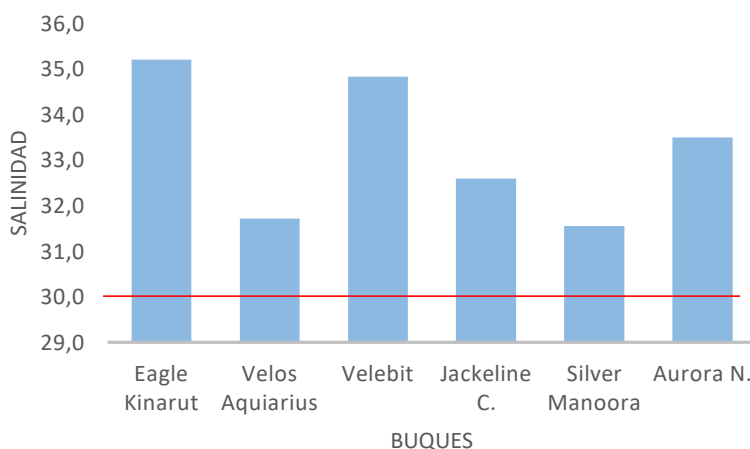


Figura 3. Valores promediados de salinidad de buques monitoreados para la verificación de la Gestión de agua de lastre en los puertos de Cartagena y Coveñas.

Componente Microbiológico

En la Tabla 3 se relacionan los datos obtenidos de los parámetros microbiológicos *Vibrio Cholerae*, *E. Coli* y *Enterococcus*, en los puertos de Coveñas y Cartagena.

Las muestras analizadas, evidenciaron la ausencia de *Vibrio cholerae* en los tanques muestreados aleatoriamente. Por otra parte, para el caso de *Enterococcus* se evidenció su presencia en 3 de los 6 buques muestreados.

Para el caso de *E. Coli*, en los tanques del Buque Silver Manoora y Aurora N con sistema de tratamiento, los resultados obtenidos no sobrepasaron el valor admisible por la resolución DIMAR 477 de 2012. En la figura 3 se relacionan algunas imágenes del procesamiento de muestras realizadas para determinar los resultados reportados.

Tabla 3. Resultados microorganismos analizados en las muestras de buques muestreados durante la vigencia 2020.

BUQUES	M.T. EAGLE KINARUT			VELOS AQUARIUS				VELEBIT		
	3BS	6BS	6P	3 PORT WGT	4 PORT WGT	3 STBD WGT	4 STBD WGT	WBT 4P	WBT 2P	WBT 2S
<i>Escherichia coli.</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Enterococcus intestinales</i>	2	22	23	<1	9	3	5	<1	<1	<1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Ausencia			Ausencia				Ausencia		

BUQUES	JACKELINE			SILVER		AURORA N		
	3 SWBT	5 SWBT	5 BWBT	5 WBTS	5 WBTP	T5P	T4P	T3S
<i>Escherichia coli.</i>	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Enterococcus intestinales</i>	152	97	53	<1	7	<1	<1	<1
<i>Vibrio Cholerae</i>	Ausencia			Ausencia		Ausencia		

Componente Biológico

Comunidad Fitoplanctónica

Se identificaron 43 organismos fitoplanctónicos de las muestras obtenidas (5 buques), la mayor cantidad de individuos fueron diatomeas y dinoflagelados. Se reportan 24 diatomeas, 17 dinoflagelados, 1 silicoflagelado y 1 cianófito (Anexo 3).

En la **Motonave Eagle Kinarut** fueron identificados 31 taxones, de los cuales la mayor riqueza estuvo dada principalmente por las diatomeas (16 especies), codominando por los dinoflagelados (13 especies) y en menor cantidad los silicoflagelados y cianófitas con un solo taxón.

En términos de abundancia se obtuvieron 1.910 células por metro cúbico (cel/m³), observando que las diatomeas fueron el grupo dominante para el buque y con el mayor aporte de taxones a la comunidad, debido a que 1.061 cel/m³, es decir el 55,5% correspondió a este grupo. Por su parte, los dinoflagelados alcanzaron 778 cel/m³ representando el 40,7%, seguido de las cianófitas con 47 cel/m³ representando el 2,5%, por último, y no menos importantes estuvieron los silicoflagelados con 24 cel/m³ (1,2%) (Figura 4).

Los organismos más representativos para la motonave fueron *Hemiaulus sp.*, *Pseudosolenia calcaravis* y *Rhizosolenia hebetata* para el grupo de las diatomeas, mientras que, para los dinoflagelados, las especies *Triplos hircus* y *Triplos pentagonus* fueron las más representativas; especies como *Protoperidinium pyrum*, *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum compressum* y *Oscillatoria sp.* fueron reportadas, sin embargo, sus abundancias no fueron altas.

En la **Motonave Velos Aquarius** fueron identificados 25 taxones en total, siendo las diatomeas, el grupo de mayor riqueza (14 especies) y codominando por los dinoflagelados con 11 especies.

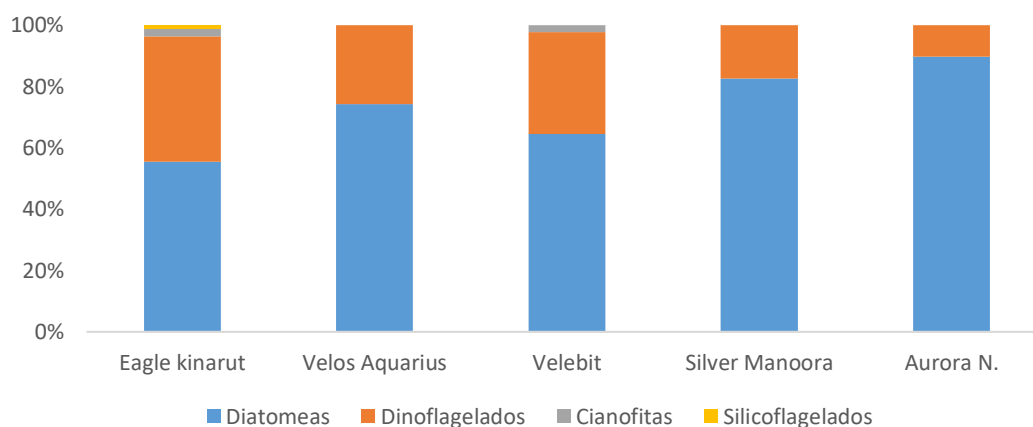


Figura 4. Abundancia de grupos fitoplanctónicos identificados en buques que arribaron a puertos colombianos (Coveñas y Cartagena) en el año 2020.

Con relación a la abundancia se obtuvieron 6.055 cel/m³, observando que las diatomeas fueron el grupo dominante para el buque y con el mayor aporte de taxones a la comunidad con 4.492 cel/m³, representando el 73,2% de la comunidad, mientras que los dinoflagelados alcanzaron 1.563 cel/m³ representando el 26,8% (Fig. 4).

La motonave registró mayores abundancias de las especies *Bacteriastrum furcatum*, *Hemiaulus membranaceus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Navicula sp.* y *Bacteriastrum hyalinum*, representativas

del grupo de las diatomeas y *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum* sp., *Tripos furca* y *Protoperidinium pyrum*, del grupo de los dinoflagelados.

En la **Motonave Velebit** fueron identificados 20 taxones en total, de los cuales la mayor riqueza estuvo dada principalmente por las diatomeas (10 especies), seguida por los dinoflagelados (9 especies) y en menor cantidad las cianófitas con un solo taxón.

En términos de abundancia se obtuvieron 5.357 cel/m³, observando que las diatomeas fueron el grupo dominante para el buque y con el mayor aporte de taxones a la comunidad con 3.452 cel/m³, representado con el 64,4%, seguido por los dinoflagelados con 1.786 cel/m³ representando el 33,3%, por último, estuvieron las cianófitas con 119 cel/m³ representando el 2,2% de la población (Figura 4).

Los organismos más representativos para la motonave fueron *Navicula* sp., *Bacteriastrum hyalinum*, *Bacteriastrum furcatum*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Hemiaulus membranaceus* y *Coscinodiscus* sp. para el grupo de las diatomeas, mientras que, para los dinoflagelados, las especies *Dinophysis caudata* y *Prorocentrum micans*.

En la **Motonave Silver Manoora** fueron identificados 10 taxones, de los cuales la mayor riqueza estuvo dada principalmente por las diatomeas (6 especies), codominando por los dinoflagelados (4 especies).

En términos de abundancia se obtuvieron 972 células por metro cubico (cel/m³), observando que las diatomeas fueron el grupo dominante para el buque y con el mayor aporte de taxones a la comunidad, debido a que 803 cel/m³, es decir el 82,6% correspondió a este grupo. Por su parte, los dinoflagelados alcanzaron 169 cel/m³ representando el 17,4% (Figura 4).

Los organismos más representativos para la motonave fueron *Thalassionema nitzschioides* y *Chaetoceros lorenzianus* para el grupo de las diatomeas, mientras que, para los dinoflagelados, las especies *Tripos candelabrum*, *Dinophysis caudata* y *Tripos furca* fueron las más representativas).

En la **Motonave Aurora N.** fueron identificados 7 taxones, de los cuales la mayor riqueza estuvo dada principalmente por las diatomeas (6 especies), seguida por los dinoflagelados con 1 sola especie.

En términos de abundancia se obtuvieron 6.838 cel/m³, observando que las diatomeas fueron el grupo dominante para el buque y con el mayor aporte de taxones a la comunidad con 6.130 cel/m³, representado con el 89,6%, seguido por los dinoflagelados con 707 cel/m³ representando el 10,4% (Figura 4).

Los organismos más representativos para la motonave fueron *Odontella sinensis* y *Coscinodiscus gigas* para el grupo de las diatomeas, mientras que, para los dinoflagelados, la especie representativa fue *Tripos furca*.

Comunidad Zooplanctónica

Se identificaron 20 taxones pertenecientes a 13 grandes grupos, tres de ellos con presencia de formas de desarrollo (Polychaeta, Echinoderma y Peces). Adicionalmente se identificaron formas naupliars de crustáceos y larvas de decápodos. Únicamente los pterópodos de la familia Limacinidae estuvieron presentes en todas las embarcaciones (Anexo 4).

La embarcación con el mayor número de taxones fue el buque Velebit seguido de Eagle Kinarut. Buques con sistema de tratamiento como Silver Manoora y Aurora N. mostraron una menor riqueza de taxones; adicionalmente, en estas embarcaciones fue común encontrar exuvias (cutícula exterior) de crustáceos.

En la Figura 5 se observa la predominancia de los copépodos en la mayoría de los buques, con abundancias relativas hasta del 90 % en el buque Eagle Kinarut. Dentro de este grupo, la familia Oithonidae y las formas naupliars alcanzaron elevadas abundancias en los buques Velebit (3390 y 4312 org/ m³) y VA (454 org/ m³). Por otra parte, los rotíferos de la familia Brachionidae representaron el 75 y 6 % de la abundancia en los buques Aurora N. y Velos Aquarius, respectivamente. La contribución por parte de los pterópodos osciló entre el 2 y 13 % mientras que la de los quetognatos entre el 1 y 12 %. Grupos como los polycystinos, tintínidos, cladóceros y ostrácodos contribuyeron en baja proporción en algunos buques.

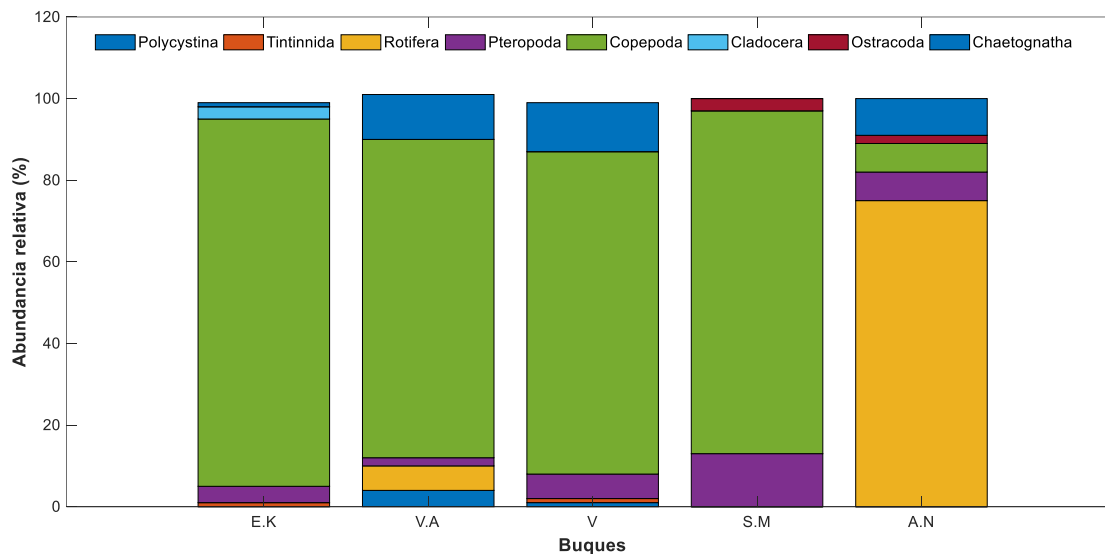


Figura 5. Abundancia relativa (%) de los principales grupos zooplanctónicos en los buques monitoreados.

En cuanto a la abundancia total de organismos (Anexo 3), el buque Velebit presentó valores hasta dos órdenes de magnitud mayores respecto a las otras embarcaciones. En los buques Eagle Kinarut, Velos Aquarius y Aurora N. el comportamiento de esta variable fue similar, pese a que este último buque contaba con sistema de tratamiento.

Tumaco

Componente Biológico

Comunidad Fitoplanctónica

En general, la composición fitoplanctónica fue representada por un total de 76 especies pertenecientes a 41 géneros, dominando por las diatomeas con 59 especies y 30 géneros divididas en las siguientes clases taxonómicas: Coscinodiscophyceae (20 especies y 11 géneros), Mediophyceae (28 especies y 10 géneros) y Bacillariophyceae (11 especies y 9 géneros); Los dinoflagelados (clase Dinophyceae) estuvieron conformados por 13 especies y 7 géneros, por último, las cianobacterias (Cyanophyceae) y los silicoflagelados (Dictyochophyceae) con 2 especies y 2 géneros, respectivamente. La clase Mediophyceae dominò con 37%, seguida de Coscinodiscophyceae con 26%, Bacillariophyceae 14 %, Dinophyceae 17 y Cyanophyceae y Dictyochophyceae 3% cada una (Figura 6).

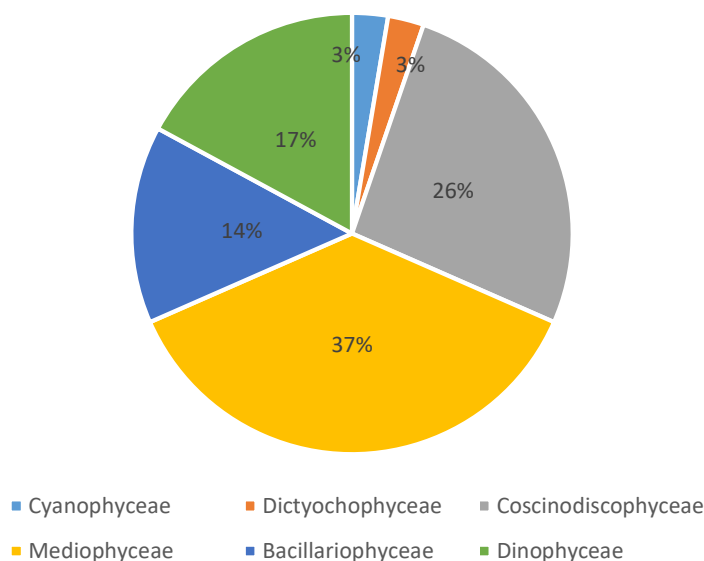


Figura 6. Composición fitoplanctónica presentes en buques de aguas de lastre en el puerto de Tumaco, 2020.

En la Anexo 5, se evidencia las diferentes clases de organismos fitoplanctónicos presentes en los buques inspeccionados. En la motonave **Athens Star** se obtuvieron 47 especies para el tanque 4P y 29 especies para 4S, dentro de las cuales, se reportan especímenes considerados productores de Florecimientos Algales Nocivos, entre ellos la especie introducida *Trieres sinensis*. El buque **Scout Bayern** registró 36 especies para el tanque 4P, de los cuales 14 son consideradas nocivas y 21 para 3S, donde 8 han sido registradas como productoras de floraciones nocivas. Con respecto a la embarcación **Shangai Dawn**, estuvo representada por 21 especies en el tanque 5S, mientras que para el tanque 2P, se reportaron 25 organismos fitoplanctónicos, registrándose para los tanques del buque 7 y 10 especies productoras FAN, respectivamente. Finalmente, y no menos importante, la moto nave **Ardmore Cherokee** registró 8 especies, de las cuales 3 son considerada nocivas.

Componente microbiológico

En la Tabla 4 se listan los resultados de los ensayos microbiológicos realizados al agua de lastre de los buques de tráfico internacional que arribaron al puerto de Tumaco durante el 2020. En virtud de la regla D-1 del Convenio BWM y el artículo 5 de la Resolución 477 de 2012, la toma de muestras a los buques Athens Star, Scout Bayern y Shangai Dawn correspondió a la labor investigativa en el marco del proyecto denominado “Prevención de la contaminación biológica transferida por el tráfico marítimo internacional a través de la bioincrustación y otros vectores (agua, sedimentos de lastre)” y no a la inspección pormenorizada respecto a la D-1, por lo tanto, los resultados no se reportan en cumplimiento a un requisito.

Tabla 4. Resultados ensayos microbiológicos agua de lastre de buques inspeccionados en 2020.

BUQUES	Athens Star		Scout Bayern		Ardmore Cherokee	Shangai Dawn	
	4P	4S	4P	3S	Sistema de tratamiento a bordo	5S	2P
Coliformes totales	<1	*	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Escherichia coli</i>	<1	*	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Enterococcus intestinales</i>	<1	*	220	56	<1	<1	<1
<i>Vibrio spp</i>	Ausencia	*	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

*Sin datos debido a rotura de la botella de muestreo

DISCUSIÓN

Coveñas y Cartagena

Variable física

La OMI ha desarrollado regulaciones para reducir el riesgo de introducción de especies como el intercambio de agua de lastre en mar abierto referente a la Regla B-4 “Cambio de Agua de Lastre” y Regla D-1 “Norma para el Cambio del Agua de lastre” del Convenio de agua de lastre (Arregocés y Cañón, 2015). Se considera que salinidades en el agua de lastre menores a 30 unidades, después de efectuado el recambio de agua por el buque, indican que la medida no fue satisfactoria. Los buques monitoreados tanto en Cartagena como Coveñas, reportaron valores de salinidad superiores a 30,0 PSU, evidenciando una adecuada gestión de agua de lastre y cumplimiento de las Reglas B-4 y D-1.

Si bien la verificación de la concentración de salinidad del agua de lastre proporciona información sobre el cumplimiento de la Regla B-4, algunos autores consideran que es difícil concluir la conformidad del cambio de agua de lastre únicamente a partir de parámetros físicos y/o químicos en concordancia con la regla D-1 (Aguilar y Martínez, 2012).

La eficacia de esta acción puede variar dependiendo de diversos factores como el tipo de buque, duración del viaje, método de intercambio, composición de especies en los tanques (DiBACCO *et al.*, 2012); incluso las condiciones del área y factores ambientales en el momento de realizar el cambio de agua pueden influir, como por ejemplo cercanía a una zona de influencia continental, factores

como la precipitación pluvial y las escorrentías, los cuales pueden ocasionar disminución de la salinidad (Parada *et al.*, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se presenta la caracterización biológica y microbiológica realizada al agua de los tanques de lastre.

Componente Microbiológico

La bacteria *V. cholerae* a pesar de estar presente en todos los buques inspeccionados, sus registros fueron menores a 1 UFC/100mL, lo que puede estar relacionado a las condiciones ambientales en las que se encontraba. Los microorganismos en general requieren ciertas condiciones ambientales y disponibilidad de nutrientes especiales para su crecimiento y desarrollo, y dependiendo de la familia y género se van volviendo más específicas. Esta bacteria es nativa de sistemas marinos y estuarinos y no es tan común aislar este género en estado viable (Martínez *et al.*, 2018).

Por otra parte, los recuentos de *E. Coli* y de *Enterococcus*, en las muestras colectadas en las motonaves Silver Manoora y Aurora N no sobrepasaron el límite de referencia establecido en la D-1 y en el artículo 6 de la Resolución 477 de 2012.

Cabe resaltar que los buques Silver Manoora y Aurora N., contaban con sistema de tratamiento a bordo, lo cual permite evidenciar, el cumplimiento satisfactorio frente a la Regla D-2 y a la normatividad nacional relativa al agua de lastre. Lo anterior, confirma la importancia del sistema de tratamiento de agua de lastre en la eliminación de los microorganismos no deseados ya que para ambos buques los resultados obtenidos se mantuvieron en <1 UFC/100mL en los análisis microbiológicos realizados.

Componente Biológico

Comunidad fitoplanctónica

La colecta de muestras de aguas de lastre en la que los organismos no sean sub o sobreestimados representa una tarea compleja (Gollasch *et al.*, 2015) ya que el protocolo de muestreo empleado debería permitir la obtención de una muestra representativa de toda la descarga de agua de lastre de un mismo tanque o de una combinación de tanques a ser descargados (OMI, 2013).

El análisis de las muestras de fitoplancton revela el dominio de las diatomeas y los dinoflagelados en todos los buques; las especies de diatomeas son de hábitat marino, con una distribución circumglobal. Muchas de estas se consideran generalista, oportunista y que, a pesar de sus grandes densidades, no forman floraciones algales nocivas (Smodlaka *et al.*, 2018). Cabe anexar que los taxones de los géneros mencionados cuando se encuentran en condiciones adversas, como el caso de los tanques de lastre (ausencia de radiación solar), pueden formar estructuras o esporas de resistencia que les permite sobrevivir por largos periodos de tiempo en los sedimentos hasta que las condiciones sean favorables y les permita reproducirse nuevamente (Avaria *et al.*, 1999). Para el

caso de los dinoflagelados, muchas especies de este grupo presentan estructuras como flagelos que les permite desplazarse a diferentes áreas, con el fin de evitar la competencia (Margalef, 1983).

A través del seguimiento realizado a la gestión de agua de lastre, se registraron algunas especies en el agua de lastre que fue deslastrada en los puertos del Caribe colombiano y, que actualmente son consideradas especies nocivas y tóxicas (OMI, 1997), tales como, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Odontella sinensis*, *Tripos furca*, *Tripos hircus*, *Dyctiocha* sp., *Prorocentrum micans* y *Oscillatoria* sp. (Reguera *et al.*, 1998; Gavilán *et al.*, 2005; Rangel y Vidal, 2008), sin embargo, son consideradas comunes para la bahía de Cartagena (Gavilán *et al.*, 2005) (Suárez, 2007).

Cabe resaltar, que los taxones registrados que pueden generar floraciones algales nocivas deben ser mantenidos en constante monitoreo, en especial sus abundancias y la relación con las variables físico-químicas, debido a que la dinámica de las condiciones ambientales de los sistemas costeros pueden llegar a favorecer la proliferación de estos organismos causando floraciones algales que pueden llegar a ser tóxicas, ocasionando grandes impactos en un ecosistema (Avaria *et al.*, 1999).

Si bien, a pesar de que muchas especies de la comunidad del fitoplancton son consideradas cosmopolitas reportándose estructuras similares tanto en aguas oceánicas como estuarinas, su abundancia es disímil, evidenciándose que el número de especies tienden a disminuir desde los trópicos hacia las latitudes altas (Escribano y Castro, 2004). Por lo anterior, se considera que puede ser viable el análisis de la abundancia de la comunidad planctónica presente en los tanques de lastre, como complemento a la regla D-1, ya que, según Santander *et al.*, (2003) a través de la abundancia de especies, es posible tener un acercamiento de las condiciones ambientales del ecosistema de donde provienen.

Comunidad Zooplanctónica

En contraste con los sistemas de bombeo, las muestras colectadas con red parecen capturar mejor las características de la comunidad planctónica (David *et al.*, 2007), por lo cual se asume que las muestras analizadas contienen un buen número de las especies presentes en el volumen total de los tanques analizados.

Las muestras zooplanctónicas de agua de lastre analizadas son taxonómicamente diversas, con presencia de formas de vida mero y holoplanctónicas. La composición grupal de la comunidad zooplanctónica listada en el presente estudio es acorde con lo reportado por David y colaboradores (2007) para aguas de lastre del Mar Mediterráneo y DiBacco *et al.* (2012) en puertos canadienses, quienes mencionan la presencia de crustáceos, moluscos y poliquetos, tanto adultos como en estadios larvales o juveniles.

Dentro del grupo de los protozoos es común registrar foraminíferos y ciliados como los tintínidos (Gollasch *et al.*, 2002). En particular, el género *Favella* es catalogado como nerítico (Pierce y Turner, 1993; Dolan y Pierce, 2013), por lo que su presencia en los tanques analizados en el buque Velebit permite inferir que el intercambio de aguas de lastre se realizó cerca de la zona costera.

El mayor aporte a la abundancia total de organismos por parte de los copépodos ha sido reportado también por David *et al.* (2007) y Ghabooli *et al.* (2016). En particular los copépodos presentan altas abundancias en este tipo de aguas con cifras de hasta 1.5×10^3 org /m³ (Meave-del-Castillo, 2014). Los copépodos del orden Calanoida son generalmente más abundantes (David *et al.*, 2007); sin embargo, en estas muestras predominó el orden Cyclopoida, particularmente con las familias Oithonidae y Corycaeidae. Los copépodos oithonidos están entre los grupos numéricamente dominantes tanto en ecosistemas estuarinos y costeros como oceánicos (Ferrari y Ambler, 1992). Del mismo modo, la familia Corycaeidae es encontrada con frecuencia en aguas cálidas tropicales y templadas de los océanos Atlántico e Indo Pacífico; no obstante, su contribución numérica no suele ser elevada (Vidjak y Bojanić, 2009). Las bajas abundancias de Harpacticoida en los tanques analizados pueden deberse a las preferencias bentónicas de estos organismos, con pocos representantes de vida planctónica (Medellín-Mora y Navas, 2010). La presencia mayoritaria de formas naupliares es congruente con lo reportado por David *et al.* (2007) y Gollasch *et al.* (2000).

La elevada cantidad de taxones y mayores abundancias reportadas para el buque Velebit respecto a los demás monitoreados, pueden obedecer a la toma de lastre en un puerto cercano (Pozos Colorados, Santa Marta registrado como último puerto de origen de la embarcación). De acuerdo con Bernal y Zea (2000), en esta localidad son abundantes los copépodos y quetognatos; grupos registrados dentro de los tanques de lastre de dicha embarcación. Adicionalmente, la presencia de un número elevado de organismos pudo verse favorecida por el corto tiempo transcurrido entre la toma de agua de lastre en Pozos Colorados y el traslado hacia Cartagena (3 días), ya que se ha documentado que el declive abrupto en la supervivencia de organismos zooplanctónicos tropicales en los tanques de lastre se presenta alrededor del día 4 después del intercambio (Gollasch *et al.*, 2000; Simard *et al.*, 2011).

Tumaco

Componente Biológico

Comunidad fitoplanctónica

En el presente estudio, se identificaron especies pertenecientes al grupo de las diatomeas céntricas (*Chaetoceros lorenzianus* y *C. peruvianus*), diatomeas pennadas (*Odontella sinensis* actualmente denominada *Trieres sinensis*, *T. mobiliensis*, *Nizstchia sigmoidea* y *Rhizosolenia setigera*).

De igual forma, para las muestras de aguas de lastre de los buques que arribaron al puerto de Tumaco, fueron identificadas especies nocivas y tóxicas. los géneros *Oscillatoria* y *Anabaena*, del grupo de las cianobacterias, estuvieron presentes en las muestras colectadas en los tanques de los buques. Organismos de este grupo se caracterizan por su fácil adaptación a diferentes ecosistemas acuáticos. En algunos casos, las especies que se sabe que producen metabolitos tóxicos no lo hacen. Sin embargo, las investigaciones sugieren que la mayoría de las floraciones de cianobacterias observadas son tóxicas por naturaleza.

Con respecto a las diatomeas, se observaron algunos especímenes pertenecientes a las clases Coscinodiscophyceae y Bacillariophyceae, tales como *Coscinodiscus centrales*, *Planktoniella*, *Thalassiosira* sp., *Hemiaulus sinensis* y *Rhizosolenia* sp. Las diatomeas pueden aprovechar la disponibilidad de luz para favorecer el crecimiento rápido y dominar el ensamblaje de fitoplancton, formando un "floreCIMIENTO". Su ecología es clasificada como r-estrategas oportunistas, aunque algunas etapas de su ciclo de vida pueden ser más como los estrategas K (Fryxell & Villac, 1999). El éxito de algunas especies de diatomeas también puede explicarse por su capacidad de formar largas cadenas, que son difíciles o imposibles de ingerir para algunos pastores. Sus frústulos también proporcionan protección mecánica contra algunas clases de pastores porque se requiere una fuerza excepcional para perturbarlos (Hamm *et al.*, 2003).

Durante las jornadas de muestreos la diversidad de especies de dinoflagelados fue baja. Se observaron algunos representantes, tales como: *Podolampas bipes*, *Tripos eugramma*, *Margalefidinium* sp., *Amphisolenia bidentata* y *Gonyaulax spinifera*.

Las proliferaciones causadas por los dinoflagelados son comunes en algunas partes del mundo, como se ha documentado en México (Cortés Altamirano y Nuñez Pasten, 2000) y en la Bahía de Chesapeake (EE.UU.) (Hallegraeff *et al.*, 1995). Eventos de floraciones de dinoflagelados han sido asociadas a mortalidades de peces (Taylor, 1995), larvas de moluscos (ostra (Landsberg, 2002), crustaceos (Cortés & Alonso, 1997) e invertebrados (Hallegraeff *et al.*, 1995).

Los florecimientos algales nocivos (FAN), por lo general están asociadas a toxinas que pueden causar daños fuertes a animales y seres humanos. Las FAN también reducen el valor recreativo de las aguas superficiales, influyendo así en el turismo y en la calidad de vida de los residentes y visitantes. Desde principios de este siglo se han realizado varios informes y estudios para ilustrar el alcance del problema en los diferentes sistemas acuáticos, nuestra comprensión actual y las necesidades futuras de investigación (Bellona *et al.*, 2004).

Por otra parte, en las muestras de los buques se encontraron organismos fitoplanctónicos, probablemente sean no nativos, tomando como referencia la base de datos AquaNIS (<http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis>), se identificaron especies pertenecientes al grupo de las diatomeas céntricas (*Chaetoceros lorenzianus* Grunow 1863 y *C. peruvianus* Brightwell 1856), diatomeas pennadas (*Odontella sinensis* actualmente denominada *Trieres chinensis* (Bailey) Ashworth & C.E. Theriot 2013, *Trieres mobiliensis* (Bailey) Ashworth & C.E. Theriot 2013, *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith 1853 y *Rhizosolenia setigera* Brightwell 1858) (Figura 7).



Figura 7. Especies con potencial invasor según AquaNIS encontradas en agua de lastre descargada en el puerto de Tumaco. a. *Chaetoceros peruvianus* Brightwelli 1856, b. *Chaetoceros lorenzianus* Brightwelli 1856, c. *Trieres chinensis* (Bailey) Ashworth & C.E. Theriot 2013, d. *Trieres mobiliensis* (Bailey) Ashworth & C.E. Theriot 2013 y e. *Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W. Smith 1853 (Magnificación 400X).

Componente Microbiológico

El buque Scout Bayern provenía del puerto Nuevitas en Cuba; el formato de notificación de aguas de lastre presentó algunas inconformidades en el diligenciamiento, lo que dio paso a una inspección pormenorizada relacionada con la regla D-1 del convenio BWM. Sin embargo, la inspección indicativa realizada por la capitania de puerto de Tumaco arrojó una gestión del agua de lastre adecuada, reportando valores de salinidad por encima de los 30 PSU.

Los resultados microbiológicos de este buque, pueden corresponder a contaminaciones cruzadas de los tanques de lastre, especies microbianas propias del océano con características bioquímicas similares a las descritas en el convenio, entre otras razones que deben ser materia de análisis. Debido a la falta de metodologías que permitan la identificación de los toxicógenos O1 y O139, no fue posible concluir que la presencia del género *Vibrio* en el agua de lastre del buque Scout Bayern representara un riesgo para la salud pública alrededor de la regla D-1 del convenio. Es importante mencionar que muchas cepas de este género se encuentran naturalmente en el agua de mar y poseen características bioquímicas similares a la patógena materia de estudio en el marco de la gestión del agua de lastre.

El buque Ardmore Cherokee contaba con sistema de tratamiento a bordo para realizar la gestión del agua de lastre; los análisis biológicos y microbiológicos demostraron la efectividad del sistema para dar cumplimiento a la regla D-2 del convenio, artículo 6 de la Res. 477 de 2012.

CONCLUSIÓN

A través de la verificación para el cumplimiento de la eficiencia del cambio de agua de lastre, se evidenció que los buques inspeccionados reportaron valores de salinidad superiores 30,0 PSU, indicando una adecuada gestión con relación al manejo del agua de lastre para el cumplimiento de la regla D1 y las disposiciones de la Regla B-4 del Convenio. Lo anterior fue corroborado a través de la verificación de la norma de eficacia D-2 para los buques que manifestaron gestión a través de algún tipo de sistema de tratamiento abordo. Sin embargo, se debe tener especial cuidado al realizar el procesamiento microbiológico y es fundamental el juicio de personal experto para identificar resultados debidos a posible contaminación cruzadas de los tanques de lastre.

Si bien, se identifica la necesidad de implementar medidas para la verificación de la Regla D2 numerales 1 y 2 relacionada con el límite de organismos viables por un volumen de agua determinada que pueden ser descargados, esta necesidad es contemplada dentro de la Fase II del proyecto “Herramientas para fortalecer el ejercicio de la autoridad marítima nacional en contribución al cumplimiento de la resolución Dimar 477 de 2012” en el que se enmarca el presente informe, y en el que se considera la verificación de la técnica, tanto para el componente biológico como microbiológico.

Por último, la caracterización biológica y microbiológica permitió tener un acercamiento de las condiciones ambientales del ecosistema de procedencia de los organismos reportados en los tanques lastre, como en el caso del Buque Velevit; de la misma manera, permitió identificar la presencia de especies catalogadas como invasoras para la región, como se presentó en uno de las muestras analizadas de los buques que arribaron a Tumaco. Frente a lo anterior, cabe resaltar las consideraciones realizadas por algunos autores que sugieren que no es suficiente el uso de parámetros indicadores (físicos o químicos) para concluir una adecuada gestión de agua de lastre en el cumplimiento de la Regla D-1.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, E. y Martínez Frnacesc. 2012. Análisis del tratamiento de agua de lastre: Estudio de dicho tratamiento del crucero “Radiance of the Seas”, alternativas y valoración. Trabajo de grado. Facultad de Náutica-Universitat Politecnica de Catalunya. 99p.

Arregocés-Silva, L. y Cañón-Páez, M. 2015. Descripción del tráfico marítimo en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano y sus implicaciones en la introducción de especies por agua de lastre. Boletín. Científico CIOH 33,187-194.

Avaria, S, Caceres, M., Muñoz, P., Palma, S. y Vera, P. 1999. Plan Nacional sobre floraciones de algas nocivas en Chile. 31 pp.

Bellona, C. Drewes, J., Xu, P. and Amy, G. 2004. Factors affecting the rejection of organic solutes during NF/RO treatment—a literature review. Water Research, 38: 2795–2809.

Bernal, A., y Zea, S. 2000. Estructura de la comunidad de zooplancton en condiciones de descarga continental y de afloramiento costero en Santa Marta, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 29, 3-26.

Bicudo, C. y Bicudo, R. 1970. Algas de águas continentais brasileiras. Sao Paulo, Brasil: FUNBEC.
Boltovskoy, D (Ed). 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.

Cañon, M. 2009. Primeros avances, caso Colombia. Pp. 73-108. En: Dimar-CIOH. (2019). Dossier para el control y la gestión del Agua de Lastre y sedimentos de buques en Colombia. Dirección General Marítima-Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed. Dimar, Serie publicaciones especiales Cioh Vol. 3. Cartagena de Indias, Colombia. 116 pp.

Cupp, E. 1943. Marine Plankton diatoms of the west coast of the North america. Los Angeles. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of the California.

David, M., Gollasch, S., Cabrini, M., Perkovič, M., Bošnjak, D., y Virgilio, D. 2007. Results from the first ballast water sampling study in the Mediterranean Sea – the Port of Koper study. Marine Pollution Bulletin 54, 53–65.

DiBacco, C., Humphrey, D., Nasmith, L., y Levings, C. 2012. Ballast water transport of non-indigenous zooplankton to Canadian ports. ICES Journal of Marine Science 69(3),483–491.

DIMAR, Estrategia Nacional y Plan de Acción para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques 2016 – 2020.

DIMAR, Resolución 477 "Por la cual se adoptan y establecen las medidas y el procedimiento de control para verificar la gestión del Agua de Lastre y sedimentos a bordo de naves y artefactos navales nacionales y extranjeros en aguas jurisdiccionales colombianas", 2012.

Dolan, J. y Pierce, R. 2013. Diversity and distributions of tintinnids, En: Dolan, J.R., Montagnes, J., Agatha, S., Coats, D.W., Stoecker, D.K. (Eds.). John Wiley & Sons. Ltd, pp. 214–243.

Escribano, R., & Castro, L. (2004). Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos Tomo 1, Capítulo 14. Werlinger, C. (Editor). Plancton y Productividad. Chile pp. 287-312.

Ferrari, F., y Ambler, J. 1992. Nauplii and copepodids of the cyclopoid copepod *Dioithona oculata* (farran, 1913) (oithonidae) from a mangrove cay in Belize. Proceedings of the Biological Society of Washington 105(2), 275-298.

Fryxell G., and Villac M. 1999. Toxic and harmful marine diatoms. In: Stoermer EF, Smol JP (eds) The diatoms. Applications for the environmental and earth sciences. Cambridge Univ Press, Cambridge, pp 419–428.

Gavilán, M., Cañon, M. y Tous, G. 2005. Comunidad fitoplanctónica en la Bahía de Cartagena y en aguas de lastre de buques de tráfico internacional. Boletín Científico CIOH No 23: 60-75.

Ghabooli, S., Zhan, A., Paolucci, E., Hernandez, M., Briski, E., Cristescu M., MacIsaac, H. 2016. Population attenuation in zooplankton communities during transoceanic transfer in ballast water. *Ecology and Evolution* 6(17), 6170-6177.

Gollasch S., David, M., Francé, J., y Mozetič, P. 2015. Quantifying indicatively living phytoplankton cells in ballast water samples — recommendations for Port State Control. *Marine Pollution Bulletin* 101(2), 768-775.

Gollasch, S., Lenz, J., Dammer, M., y Andres, H.G. 2000. Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea. *Journal of Plankton Research* 22 (5), 923–937.

Gollasch, S., Macdonald, E., Belson, S., Botnen, E., Christensen, J.T., Hamer, J.P, Houvenagheer, G., Jelmert, A., Lucas, I., Masson, D., Mccollin, T., Olenin, S., Persson, A., Wallentinus, I., Wetsteyn, L.P. y Wittling, T. 2002. Life in ballast tanks. En: Leppäkoski, E., et al. (Eds.). *Invasive Aquatic Species of Europe*. Kluwer Academic Publishers, pp 217-231.

Gonzalez, F. 2007. Efectos del proceso de especialización del transporte marítimo. *Economía UNAM* 4 (11): 96-117.

Guiry, M., & Guiry, E. 2020. Algaebase. (National University of Ireland) Retrieved. Recuperado de <http://www.Algaebase.org>.

Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson & A.D. Cembella. 1995. *Manual of Harmful Marine Microalgae*. Intergovernmental Oceanographic Commission. 551 p.

Hamm CE, Merkel R, Springer O, Jurkojc P, Maier C, Prectel K, Smetacek V (2003) Architecture and material properties of diatom shells provide effective mechanical protection. *Nature* 421:841–843.

Kofoed, C.A. & Campbell, A.S. 1929 A Conspectus of the Marine and Fresh-water Ciliata belonging to the suborder Tintinninea, with descriptions of new species principally from the Agassiz Expedition to the eastern tropical Pacific 1904-1905. *University of California Publications in Zoology* 34, 1–403.

L. E. Escobar et al., “A global map of suitability for coastal *Vibrio cholerae* under current and future climate conditions,” *Acta Trop.*, vol. 149, pp. 202–211, 2015.

Landsberg, J. 2002. The Effects of Harmful Algae Blooms on Aquatic Organisms. *Rev. Fish. Sci.* 10 (2): 1-412.

M. Díaz -Pérez, C. Rodríguez- Martínez, R. Zhurbenko “Aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia en la actualidad”. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*; 48(2)147-161, 2010. <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v48n2/hie06210.pdf>

Margalef, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.

Martínez, M., González, M. y Castillo, L. 2018. Identificación de *Vibrio cholerae* y enterococos en aguas costeras del litoral habanero”. Revista: Hig. Sanid. Ambient. 18 (3): 1651-1656.

Meave-del-Castillo, M.E. 2014. Plancton marino introducido por agua de lastre. En: Mendoza, R. y Koleff, P. (Coords.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 289-308.

Medellín-Mora, J., y Navas, G. 2010. Listado taxonómico de copépodos (Arthropoda: Crustacea) del Mar Caribe Colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras 39 (2), 265-306.

Mendoza, R., Ramírez-Martínez, C., Aguilera, C., y Meave del Castillo, M.E. 2014. Principales vías de introducción de las especies exóticas. En: Mendoza, R. y Koleff, P. (Coords.). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 43-73.

Manassero, M. Navarro, M. Rocchi, H. di Bella, A. M. G., A. V. Ocaña Carrizo, F. Novillo, D. Furiasse, A. Monterisi. 2016. Análisis de 117 episodios de bacteriemia por enterococo: estudio de la epidemiología, microbiología y sensibilidad a los antimicrobianos” Revista Argentina de Microbiología, Volume 48, Issue 4, 298-302 p.

OMI. 2014. Orientaciones sobre los reconocimientos biológicos portuarios de referencia. Monografía GloBallast – Serie No. 22,» Unidad de coordinación del Proyecto de asociaciones GloBallast, Londres.

OMI. 2013. Determinación y gestión de los riesgos relacionados con los organismos transportados en el agua de lastre de los buques. Monografía GloBallast – Serie No. 21,» Unidad de coordinación del proyecto de asociaciones GloBallast, Londres.

OMI. BWM.2/Circ.42. 2013. Orientaciones sobre el muestreo y el análisis del agua de lastre para su utilización con carácter experimental de conformidad con lo dispuesto en el Convenio BWM y en las Directrices (D2).

Organización Marítima Internacional (OMI). Directrices para el control y la gestión del agua de lastre de los buques a fin de reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos. Resolución A868 (20) de 1997.

Pierce, R.W. y Turner, J.T. 1993. Global biogeography of marine tintinnids. Marine Ecology Progress Series 94, 11–26.

Parada, J., Payán, C. y Casanova, R. 2014. Caracterización microbiológica y fisicoquímica del agua de lastre de buques de tráfico internacional que arribaron al puerto de Tumaco durante 2013. Bol. Cient. CIOH; 32:211-222.

Prasad, A. 2014. Bio-Invasion Through Ballast Water Discharge: A Review of the International Legal Framework. ENV2014-1081.

Rabenhorst, L. 1889. Kryptogamen-flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Vol. 3. Germany: E. Kummer.

Rangel, L. y Vidal, L. 2008. Fitoplancton nocivo y tóxico presente en las aguas de lastre de los buques que arriban al puerto de Santa Marta, Caribe colombiano. Boletín Científico CIOH.26: 179-186.

Reguera B, Blanco J, Fernandez M, Wyatt T, editors.1998. Harmful algae. Spain: Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.

Simard, N., Plourde, S., Gilbert, M., y Gollasch, S. 2011. Net efficacy of open ocean ballast water exchange on plankton communities. Journal of Plankton Research 33 (9), 1378–1395.

Santander, E.; Herrera, L.; Merino, C. 2003. Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20°18'S): II. Composición específica y abundancia celular. Rev. Biol. Mar. y Oceanografía. Chile. 38(1):13-25.

Smodlaka, M., Baričević, A., Ivančić, I., Kuzliat, N., Medić, N., Pustijanac, E., Novak, T., Gasliparović, B., Marić, D. & Pfannkuchen, M. (2018). Insights into the life strategy of the common marine diatom *Chaetoceros peruvianus* Brightwell. PLoS ONE 13(9): e0203634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203634>

Suárez, V. 2007. Biodiversidad del fitoplancton en aguas de lastre de buques de tráfico internacional y en los principales muelles cargueros de la bahía de Cartagena – Colombia. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 130 pp.

Taylor F.J.R, and Pahlinger, U. 1987. Ecology of dinoflagellates. In: Taylor F.J.R. (ed). The biology of dinoflagellates. Botanical Monographs, vol 21. Blackwell Science Publications, Boston, pp 399–529. Taylor, F. 1976. Dinoflagellates from the international Indian Ocean Expedition.

Tenenbaum, D., Villac, M., Viana, S., Matos, M., Hatherly, M., Lima, I. y Menezes, M. 2004. Phytoplankton Atlas of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brasil. Global Ballast Water Management Programme.

UNTACD. 2008. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. El Transporte Marítimo en el 2008, Ginebra.

Vidal, L. 2010. Manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande de Santa Marta y cuerpos de agua aledaños. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, Colombia.

Vidjak, O., y Bojanić, N. 2009. Species composition and distribution patterns of the family Corycaeidae Dana, 1852 (Copepoda: Cyclopoida) in the middle Adriatic Sea. Marine Biology Research 5,427-440.

Vivanco, X. y Seguel, M. 2009. Manual técnico curso teórico practico para el muestreo, identificación y enumeración de alexandrium catenella y otros taxa nocivos. Universidad Austral de Chile. 48 p.
WHO, "Weekly epidemiological record Relevé épidémiologique hebdomadaire," 2018.

WoRMS Editorial Board 2020. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2020-11-26. doi:10.14284/170

Wright, D.A., Welschmeyer, N.A. y Peperzak, L. 2015. Alternative, indirect measures of ballast water treatment efficacy during a shipboard trial: a case study, Journal of Marine Engineering & Technology 14(1), 1-8.

Anexo 1. Buques monitoreados para la verificación de la Gestión de agua de lastre

Nombre: M.T. EAGLE KINARUT
IMO: 9422201
Tipo de buque: Petrolero
País del Ultimo Puerto: Islas Vírgenes de los Estados Unidos
Ultimo Puerto – Origen de Agua de lastre: St. Croix
País del Puerto de Arribo: Colombia
Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre: CENIT Terminal, Coveñas

Nombre: AURORA N.
IMO: 9346445
Tipo de buque: Petrolero
País último puerto: Estados Unidos
Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre: St. Croix
País Puerto de Arribo: Colombia
Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre: Mamonal, Cartagena

Nombre: VELOS AQUARIUS
 IMO: 9381756
 Tipo de buque: Petrolero
 País del Ultimo Puerto: Perú
 Ultimo Puerto – Origen de Agua de lastre: Callao
 País del Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Mamonal, Cartagena

Nombre: ATHENS STAR
 IMO: 9298313
 Tipo de buque: CRUDE OIL / OIL PRODUCT CARRIER
 País último puerto: Balboa/Panamá
 Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre: Balboa – Balboa
 /Panamá
 País Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Tumaco/Colombia

Nombre: VELEBIT
 IMO: 9455741
 Tipo de buque: Petrolero
 País del Ultimo Puerto: Colombia
 Ultimo Puerto – Origen de Agua de lastre: Pozos
 Colorados
 País del Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Mamonal, Cartagena

Nombre: SCOUT BAYERS
 IMO: 9255828
 Tipo de buque: Oil/Chemical Tanker
 País último puerto: Havana/Cuba
 Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre: Nuevita –
 Havana /Cuba
 País Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Tumaco/Colombia

Nombre: JACKELINE C.
 IMO: 9429754
 Tipo de buque: Carga general/Multipropósito
 País del Ultimo Puerto: Republica Dominicana
 Ultimo Puerto – Origen de Agua de lastre: Rio Haina
 País del Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Mamonal, Cartagena

Nombre: ARDMORE CHEROKEE
 IMO: 9707845
 Tipo de buque: Oil and Chemical Tanker
 País último puerto: Panamá
 Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre:
 Cristóbal/Panamá – Conacry/Guinea
 País Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Tumaco/Colombia

Nombre: SILVER MANOORA
 IMO: 9718844
 Tipo de buque: Petrolero/Quimiquero
 País último puerto: Nicaragua
 Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre: Corintio
 País Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Mamonal, Cartagena

Nombre: SHANGAI DAWN
 IMO: 9397793
 Tipo de buque: CRUDE OIL TANKER
 País último puerto: UNITED STATES OF AMERICA
 Ultimo Puerto – Origen Agua de lastre: CHERRY
 POINT/USA
 País Puerto de Arribo: Colombia
 Puerto de Arribo – Descarga de Agua de Lastre:
 Tumaco/Colombia

Anexo 2. Valores de salinidad registrados en tanques de lastre de buques de tráfico Internacional (Coveñas y Cartagena) -Año 2020.

Buque	Tanque	Salinidad
	3BS	34,2
Eagle Kinarut	6BS	35,7
	6P	35,7
Velos Aquarius	3 PORT WGT	31,4

	4 PORT WGT	31,8
	3 STBDWGT	31,7
	4 STBDWGT	31,8
	WBT 4P	34,8
Velebit	WBT 2P	35,0
	WBT 2S	34,7
	WBT 4P	31,7
Jackeline C.	WBT 2P	33,0
	WBT 2S	33,1
	5WBTS	31,6
Silver Manoora	5WBTP	31,5
	T5P	33,5
Aurora N.	T4P	33,4
	T3S	33,6

Anexo 3. Abundancia relativa porcentual de las especies registrados en tanques de lastre de buques de tráfico Internacional (Coveñas y Cartagena) -Año 2020.

Buques	Eagle Kinarut	Velos Aquarius	Velebit	Silver Manoora	Aurora N.	FAN
Especies						
Cianófitas						
<i>Oscillatoria sp.</i>	0,223	-	0,563	-	-	X
Diatomeas						
<i>Odontella mobiliensis</i>	0,335	0,37	0,563	-	-	X
<i>Actinocyclus sp.</i>	0,223	-	-	-	3,347	
<i>Bacteriastrium furcatum</i>	0,112	4,621	-	0,4	3,347	
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	-	2,033	2,817	-	-	
<i>Bacteriastrium sp.</i>	-	-	2,253	-	-	
<i>Odontella sinensis</i>	0,67	-	-	-	8,926	X
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	3,882	-	1	-	X
<i>Chaetoceros sp.</i>	0,223	-	-	-	3,347	
<i>Coscinodiscus gigas</i>	-	-	-	0,6	6,695	
<i>Coscinodiscus sp.</i>	0,223	1,479	1,69	0,2	-	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	-	0,185	0,563	-	-	
<i>Eucampia striata</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Gyrosigma sp.</i>	-	0,37	-	-	-	
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	-	4,252	1,127	-	-	
<i>Hemiaulus sinensis</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Hemiaulus sp.</i>	1,004	-	-	-	-	
<i>Navicula sp.</i>	-	3,142	3,38	-	-	
<i>Pleurosigma sp.</i>	0,112	0,185	-	-	-	

<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	0,67	0,185	1,127	0,4	-	
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	0,67	-	-	-	-	
<i>Rhizosolenia sp.</i>	0,223	-	-	-	-	
<i>Surirella adriatica</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,112	0,37	0,563	1,2	3,347	
<i>Tryblionella compressa</i>	0,112	0,185	2,253	-	-	
Dinoflagelados						
<i>Tripes furca</i>	0,335	0,924	1,127	0,2	3,347	X
<i>Dinophysis caudata</i>	-	0,185	1,69	0,2	-	X
<i>Dinophysis hastata</i>	0,112	-	-	-	-	X
<i>Dinophysis sp.</i>	-	0,185	-	0,2	-	X
<i>Ornithocercus magnificus</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Prorocentrum sp.</i>	0,223	1,109	0,563	-	-	X
<i>Prorocentrum gracile</i>	0,112	-	-	-	-	X
<i>Prorocentrum micans</i>	0,112	2,773	1,127	-	-	X
<i>Protoperidinium pyrum</i>	0,335	0,924	0,563	-	-	X
<i>Tripes candelabrum</i>	-	0,185	0,563	0,2	-	
<i>Tripes declinatus</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Tripes fusus</i>	0,223	0,37	-	-	-	X
<i>Tripes hircus</i>	1,004	0,37	1,127	-	-	X
<i>Tripes lineatus</i>	0,112	-	-	-	-	
<i>Tripes longissimus</i>	0,335	0,185	0,563	-	-	
<i>Tripes pentagonus</i>	0,558	-	-	-	-	
<i>Tripes sp.</i>	-	0,185	1,127	-	-	X
Silicoflagelados						
<i>Dictyocha sp.</i>	0,112	-	-	-	-	X

Anexo 4. Taxones zooplanctónicos registrados en tanques de lastre de buques de tráfico Internacional (Coveñas y Cartagena) -Año 2020.

. * Organismos no contados dentro de los grandes grupos.

Grupo	Taxón	Eagle Kinarut	Velos Aquarius	Velebit	Silver Manora	Aurora N
Foraminifera	Foraminifera	-	-	+	-	+
Polycystina	Polycystina	-	+	+	-	-
Tintinnida	<i>Favella</i> sp	-	-	+	-	-
	<i>Rhabdonella</i> sp	+	-	-	-	-
	<i>Salpingella</i> sp	-	-	+	-	-
Rotifera	Brachionidae	-	+	-	-	+
Polychaeta	Polychaeta (Larva)	+	-	+	-	-
Pteropoda	Limacinidae	+	+	+	+	+
Echinoderma	Echinodermata (Larva pluteus)	-	-	+	-	-
Copepoda	Copepoda	-	-	-	+	-
	Corycaeidae	+	-	+	-	-
	Oithonidae	+	+	+	-	+
	Harpacticoida	+	+	+	-	+
	Calanoida	+	+	+	-	-
*	Exuvias	-	+	-	+	+
Cladocera	Cladocera	+	-	+	-	-
Ostracoda	Ostracoda	-	-	-	+	+
Decapoda	Decapoda (Larva)	-	-	+	-	-
*	Crustacea (Nauplios)	+	+	+	-	+
Chaetognatha	Chaetognatha	+	+	+	-	+
Pisces	Pisces (Larva)	-	-	+	-	-
Riqueza total		9	7	15	3	7
Abundancia total (org / m³)		115	1568	10576	158	529

Anexo 5. Especies presentes en tanques de lastre de buques de tráfico Internacional, Tumaco-2020.

Buques	Athens Star		Scout Bayern		Ardmore Cherokee	Shangai Dawn		FAN
	4P	4S	4P	3S	En línea	5S	2P	
Cianophyta								
<i>Anabaena sp</i>	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Oscillatoria sp</i>	-	-	X	-	-	-	X	X
Dictyochophyceae								
<i>Dictyocha fibula</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Octatis octonaris</i>	X	X	-	-	-	-	-	X
Bacillariophyta								
Coscinodiscophyceae								
<i>Asterolampra sp</i>	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Asteromphalus sp</i>	-	-	X	-	-	-	-	
<i>Actinoptychus senarius</i>	X	-	-	-	-	-	-	
<i>Coscinodiscus centralis</i>	X	X	-	-	-	-	-	
<i>Coscinodiscus gigas</i>	X	X	-	-	-	-	-	
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	
<i>Coscinodiscus sp</i>	-	-	X	X	X	-	-	
<i>Guinardia flaccida</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Guinardia striata</i>	X	-	X	-	-	X	X	
<i>Melosira sp</i>	X	-	-	-	-	-	-	
<i>Paralia sulcata</i>	X	-	-	-	X	-	-	
<i>Rhizosolenia hyalina</i>	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	X	X	X	X	-	X	X	

<i>Rhizosolenia setigera</i>	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Lioloma pacifica</i>	X	X	X	X	-	X	-	-
<i>Lithodesmium undulatum</i>	X	X	X	-	-	-	-	-
<i>Eupydixicula turris</i>	X	X	X	-	-	X	X	-
<i>Proboscia alata</i>	X	X	-	-	-	X	X	-
Mediophyceae								
<i>Bacteriastrum furcatum</i>	X	-	X	X	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	X	X	X	-	-	X	X	-
<i>Chaetoceros affinis</i>	X	X	X	X	-	X	X	X
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	X	X	X	X	-	-	-	X
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	X	X	-	X	-	-	-	X
<i>Chaetoceros danicus</i>	X	X	X	-	-	-	X	-
<i>Chaetoceros decipiens</i>	-	-	X	-	-	-	X	X
<i>Chaetoceros dichaeus</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Chaetoceros didymus</i>	X	-	X	-	-	X	X	X
<i>Chaetoceros diversus</i>	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	X	X	X	-	-	-	-	X
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	X	-	-	X	-	-	-	X
<i>Chaetoceros sp1</i>	X	X	-	X	-	X	X	X
<i>Chaetoceros sp2</i>	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Chaetoceros sp3</i>	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Ditylum brightwellii</i>	X	X	X	-	-	X	-	-
<i>Eucampia sp</i>	-	-	X	X	-	-	X	-
<i>Planktoniella sol</i>	-	-	-	-	-	X	X	-
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Thalassiosira sp1</i>	X	X	X	-	X	X	X	X

<i>Thalassiosira sp2</i>	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Hemiaulus sinensis</i>	X	X	X	X	-	X	X	
<i>Hemiaulus sp</i>	X	-	-	X	-	X	-	
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Leptocylindrus sp</i>	X	-	-	-	-	X	X	
<i>Meuniera membranacea</i>	X	-	X	-	-	-	-	
<i>Trieres mobiliensis</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Trieres sinensis</i>	X	X	-	-	-	-	-	X
Bacillariophyceae								
<i>Asterionellopsis sp</i>	-	-	X	X	-	-	-	
<i>Fragillaria sp</i>	X	X	X	-	-	X	X	
<i>Navicula sp</i>	-	-	-	-	-	X	-	
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	-	X	-	-	-	-	-	
<i>Nitzschia sp</i>	X	-	-	X	-	-	-	
<i>Pinnularia sp</i>	X	-	X	-	-	-	-	
<i>Pseudo-nitzschia sp</i>	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Pleurosigma normanii</i>	-	-	X	X	X	-	-	
<i>Skeletonema costatum</i>	X	-	-	-	-	X	X	X
<i>Skeletonema tropicum</i>	-	X	-	-	X	-	-	X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X	X	-	-	-	-	X
Dinophyceae								
<i>Amphisolenia bidentata</i>	-	-	-	-	-	X	-	
<i>Gimnodinium sp</i>	-	-	-	-	-	x	-	
<i>Gonyaulax sp</i>	-	-	-	-	-	-	X	
<i>Gonyaulax spinifera</i>	-	-	-	X	-	-	-	
<i>Podolampas bipes</i>	X	-	-	-	-	-	-	
<i>Protoperidinium sp</i>	-	-	-	X	X	X	X	X

<i>Pyrocystis fusiformis</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripos candelabrum</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Tripos fusus</i>	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tripos eugramma</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Tripos hircus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Tripos sp1</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Tripos sp2</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-
