

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

***ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN
DEL CONVENIO BWM PARA GESTIÓN
DEL AGUA DE LASTRE***

Alumno/Alumna *García Álvarez, Elena*
Director/Directora *Martínez Lozares, Aitor*
Departamento *CIENCIAS Y TÉCNICAS DE LA
NAVEGACIÓN, MÁQUINAS Y CONSTRUCCIONES
NAVALES*
Curso académico *2017/2018*

Bilbao, 5 de septiembre de 2018

Índice

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. Introducción	8
2. Revisión bibliografía y estado del arte	9
3. Objetivos	9
4. Beneficios.....	9

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

5. Causa	12
6. Impacto.....	13
6.1. Medioambiental	
6.2. Económico	
6.3. Salud	
6.4. Cultural	
7. Tipos de invasores.....	15
7.1. Organismos acuáticos	

CAPÍTULO III: MARCO REGULATORIO

8. Normativas especiales	20
9. Internacional.....	20
9.1. RESOLUCIÓN A.868 (20)	
9.2. Convenio BWM	
10. Asociación GLOBALLAST.....	27
11. Estados Unidos.....	29
12. Española	30
12.1. Ley 41/2010 del 29 de diciembre sobre Protección del Medio Marino	
12.2. Real Decreto 630 (2013): CATÁLOGO ESPAÑOL DE ESPECIES TÓXICAS INVASORAS	

CAPÍTULO IV: MEDIDAS PLANTEADAS

13. Consideraciones	34
14. Intercambio de agua de lastre.....	35
15. Método secuencial.....	35
16. Método 'flow'.....	37
17. Método de intercambio natural	39
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	45

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

1. BWM: Ballast Water Management
2. BWRB: Ballast Water Record Book
3. FPSO: Floating Production Storage and Othoading
4. FSI: Flag State Implementation
5. FSU: Floating Storage Unit
6. GEF: Global Environment Facility
7. IMO: International Maritime Organization
8. MEPC: Marine Environment Protection Committee
9. MSC: Maritime Safety Committee
10. NISA: National Invasive Species Act
11. NAISA: National Aquatic Invasive Species Act
12. OMS: Organización Mundial de la Salud
13. PSC: Port State Control
14. ROPME: Regional Organisation for Protection of the Marine Environment
15. USCG: United States Coast Guard
16. UNCED: United Nations Conference on Environment and Development
17. ZEE: Zona Económica Exclusiva

LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Ilustraciones

1. Proceso de lastrado de un buque. **Fuente:** PINIELLA, F.
2. Plaga de "Eichhorniacrassipes " en California.
3. Distribución de virus en puertos por agua de lastre. **Fuente:** Yiseul Kim, Tiong Gim, Joan B. Rose. *Transporting Ocean Viromes: Invasion of the Aquatic Biosphere* PLOS ONE, April 7, (2016).
4. Tipos de organismos invasores. **Fuente:** Web IMO.
5. Alga que afecta a los ecosistemas. **Fuente:** Web IMO.
6. *Undariapinnatifida*. **Fuente:** Google Imágenes.
7. Parte de la fauna que afecta a los ecosistemas. **Fuente:** Web IMO.
8. Mejillón cebra en la cuenca del Ebro. **Fuente:** Google Imágenes.
9. Lugares de demostración del programa GLOBALLAST. **Fuente:** Web IMO/GLOBALLAST
10. Proceso de contaminación biológica por introducción de especies invasoras. **Fuente:** Google Imágenes.

Tablas

1. Directrices 2014 para la elaboración del Convenio BWM
2. Países contratantes del Convenio BWM
3. Regulaciones en la Sección A del Anexo del Convenio BWM
4. Métodos permitidos para los buques contenidos en el Convenio BWM
5. Requisitos de IMO que debe cumplir el agua de lastre

Resumen

Castellano

El siguiente estudio trata de explicar la contaminación que se produce a través del agua de lastre de los buques que, a pesar de ser menos conocida, en la actualidad ha trascendido su importancia a partir de la entrada en vigor del convenio BWM.

Se analiza desde la perspectiva de la regulación, tanto a nivel internacional, como comunitario y en concreto en nuestro país; también desde un punto de vista biológico, el impacto que tiene este tipo de contaminación por las especies. Y, por último, una visión más técnica sobre los métodos existentes para prevenir en la medida de lo posible que se produzca.

English

The following research tries to explain pollution originated by ballast water from merchant vessels, which, although it is less known by the general public, became a major topic since the BWM convention entered in force.

It is analyzed from a legal point of view, both from international and from EU laws, and more accurately, from a Spanish law point of view. Also the biological side is studied: The impact produced by this kind of pollution by invasive species. Finally a technical explanation of the current methods to prevent it as much as possible is included.

Euskara

BWM hitzarmen indarrean jarri zenetik aurrera itsasontzietako lastreko urak sorturiko kutsadurari garrantzi gehiago ematen ari zaio, hori dela eta, askorentzat gaia ezezaguna izan arren, ikerketa honetan zehar hori aztertzen saiatuko da.

Aurretik aiparitutako hitzarena hiru ikuspuntu desberdinetatik jorratuko da: erregulazio aldetik, Nazioarteko, Europar batunekoa eta Estatu mailan; ikuspuntu biologikotik, lastreko urak barnean daramatzan espeziak, bere bizitokitik beste bizitoki batera eramaterakoan sortzen duen kutsadura. Hirugarren eta azken puntu bezala, bor-borrean dauden teknikak sakonki aztertuko dira, aurretik aipaturiko kutsadura hori ahal den neurrian ekiditzeko.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El comercio marítimo transporta alrededor del 80% de las mercancías que se mueven por el mundo, y transfiere alrededor de diez billones de toneladas de agua de lastre cada año. [6]

El agua de lastre de los buques es cualquier material utilizado para aportar “peso” o equilibrio a un objeto, también definida por la IMO como "el agua, con las materias en suspensión que contenga, cargada a bordo de un buque para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad y los esfuerzos del buque". Un proceso que es fundamental para la operatividad segura de los barcos, tanto durante el viaje, como en las operaciones de carga y descarga; además de reducir los estreses del casco en caso de condiciones medioambientales desfavorables.

Hasta el momento no se tenía en cuenta si estas aguas de lastre estaban contaminadas ni cuál era la calidad de las mismas. Toda esta agua acumulada por días o meses es descargada en otro puerto, país, otros mares u océanos, donde las condiciones climáticas, la orografía del lugar o la situación geográfica determinan un ecosistema marino distinto al del lugar de latoma.

Los estudios realizados en varios países han puesto de relieve que muchas especies de bacterias, plantas y animales pueden sobrevivir en el agua de lastre y en los sedimentos transportados por los buques incluso después de viajes de varios meses de duración.

En algunos casos existe la posibilidad de que el organismo sea una especie dominante generando peligros, tales como la extinción de especies nativas, efectos en la biodiversidad local, efectos en las industrias costeras que extraen agua y en la salud pública.

Durante las operaciones de carga/descarga o en situaciones de necesidad de calados, el agua acumulada en los tanques se descarga a la mar a la vez que se va cargando con mercancías las bodegas, nos encontramos ante un proceso con unos grandes riesgos potenciales de contaminación biológica; y es que, durante la carga y descarga del agua de lastre, se produce una transferencia de organismos entre distintas partes del mundo y en ecosistemas diferentes. Convirtiendo al transporte marítimo en una vía importante para la introducción de especies en nuevos entornos. Se estima que 10000 especies se encuentran en tránsito entre distintas partes del mundo. [2]

Cuando en los barcos se lleva a cabo el proceso de lastrado en puerto, organismos microscópicos y sedimentos se introducen en los tanques de lastre. Aunque muchos de ellos, la mayoría, mueren debido a las condiciones de oscuridad, suciedad y los largos viajes, algunos también son capaces de sobrevivir. Cuando se deslastra, son liberados en otro ecosistema. En caso de existir condiciones de adaptación de estas especies, sobrevivirían y se reproducirían convirtiéndose en especies invasoras.[8]

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO DEL ARTE

Los antecedentes de las primeras invasiones se centran en la *Odontellasinensis*, un alga asiática del plancton que se reproduce con extrema facilidad y que invadió el Mar del Norte en 1903. Fue el primer registro de introducción de un alga por agua de lastre y que llevó a los científicos a reconocer que podrían estar introduciéndose especies no autóctonas en nuevas áreas.

No obstante, esta problemática no comenzó a estudiarse hasta los años setenta por la comunidad de científicos. A finales de los ochenta, Canadá y Australia fueron afectadas por especies invasoras y expresaron su preocupación por el tema en el Comité de Protección del Medio Ambiente Marino (MEPC) de la Organización Marítima Internacional (IMO).

La problemática de estas especies y organismos acuáticos en el agua de lastre se llevó por primera vez a la IMO en 1988 y, desde entonces, el MEPC, el Comité de Seguridad Marina (MSC) y subcomités técnicos son conscientes de ello y han desarrollado guías y convenios apropiados para combatir los peligros del transporte de especies en el agua de lastre de los barcos.

En 1989, Canadá realizó directrices para un plan de intercambio de agua de lastre voluntario para entrar en St Lawrence y los Grandes Lagos. El primer paso en regulación dentro de Estados Unidos para prevenirlo fue el Acta de Prevención y Control de Especies Acuáticas Invasoras (NANPCA) en 1990.

3. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el tema que, a pesar de llevar afectando los ecosistemas marinos durante décadas, se ha tratado de forma global muy recientemente, empezando a imponerse ahora medidas para prevenirlo. En mi opinión, cada día somos más conscientes de cómo nuestras acciones están afectando al medio en el que vivimos y de cómo nos puede perjudicar a medio plazo.

Por ello pienso que es de gran necesidad que el marino, armador, las navieras o la gente en general sea consciente de todo lo referente a esta cuestión, abramos los ojos y encontremos remedios para combatirlos.

Cada día se imponen condiciones más estrictas en lo que a contaminación se refiere y el medio marino no se excluye de este.

4. BENEFICIOS

La elección del trabajo ha sido a partir de las asignaturas de Seguridad y Protección Marítima y Transporte Marítimo y Gestión Medioambiental ambas impartidas en el máster. Aprendimos diversos temas entre los cuales consideré este muy interesante

tanto desde el punto de vista técnico como medioambiental y en lo que a regulación se refiere.

Era un tema que hasta entonces desconocía por lo que me llevó a investigar bastante sobre el mismo, recopilando información a partir de varios libros y páginas que trataban esta temática y el problema que plantea, para así poder abordarlo.

Siguiendo con la regulación que existe actualmente y que nos afecta, que además se encuentra de gran actualidad a nivel internacional, profundicé en otras normativas específicas en distintos países, pudiendo así compararla.

Por último, era fundamental tratar aspectos técnicos y cómo ha afectado económicamente esta regulación, con datos actuales.

Y para finalizar, después del estudio de la situación, he redactado mis conclusiones.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

5. CAUSA

Como se ha mencionado antes, los buques llevan lastre para mejorar la navegabilidad y la seguridad.

Los buques diseñados para llevar grandes cantidades de carga deben llevar agua de lastre para mantener la estabilidad cuando navegan con carga ligera o sin ella. Antiguamente, los barcos usaban distintos materiales como lastre (rocas, arena, metal o agua). La mayoría de ellos eran de difícil manejo, así el agua de mar empezó a utilizarse más como lastre. Existe una gran disposición de agua de mar, además de que resulta fácil de obtener a bordo y descargar.

Por ello, en la actualidad, los buques transportan agua de lastre cuando la capacidad de carga no ha sido empleada al máximo o carecede esta última. Esta acción consiste en el bombeo de agua tomada directamente del puerto de origen para ser almacenada en los tanques de lastre y, finalmente, descargada en el puerto de destino con el fin de embarcar mercancías según el tipo de buque. Dicho procedimiento permite al barco compensar su capacidad de carga con su estructura original para garantizar la integridad de la misma durante la travesía.

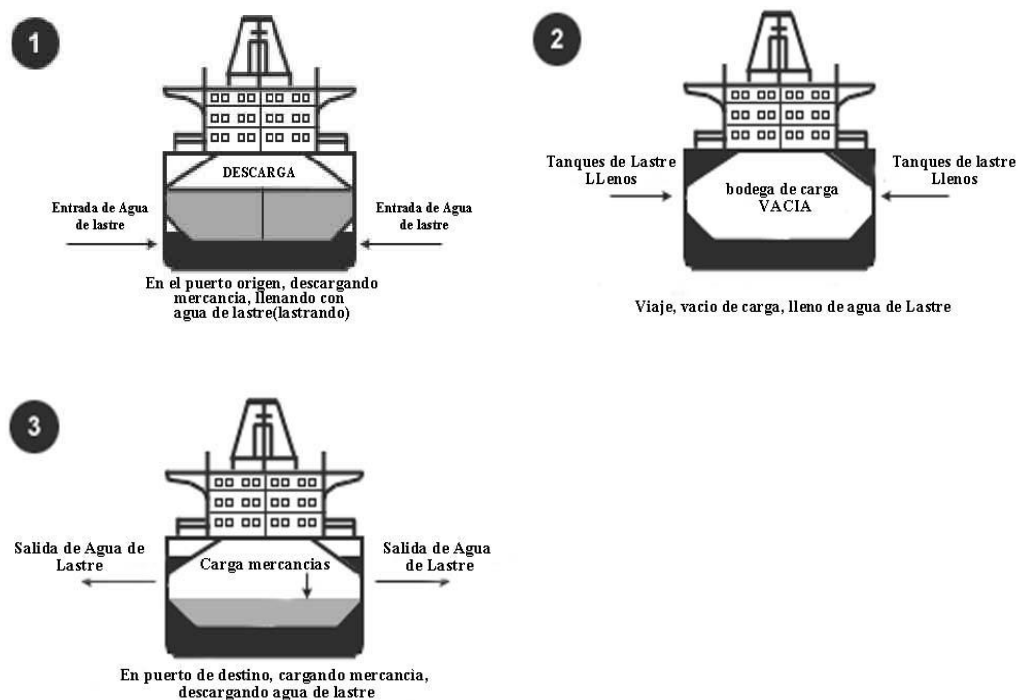


Ilustración 1. Proceso de lastre de un buque.

De esta manera, se produce un proceso paulatino de contaminación por el agua de lastre.

6. IMPACTO

6.1. Medioambiental

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) afirmó que en los últimos cien años el impacto de las especies invasoras ha sido particularmente grande en islas, además de predecir que en las próximas décadas aumentará especialmente en aguas interiores y costeras. [14]

Su impacto incluye la pérdida de la biodiversidad local causada por la propia especie invasora, se puede producir sobrecrecimiento de ésta, mezcla con otras especies, además de parásitos y enfermedades.

Un ejemplo de esto sería el mejillón del Mediterráneo, *Mytilus galloprovincialis*, desplazado en los barcos, y que se ha establecido en diversas regiones templadas, como en el sur de África donde ha desplazado a las propias especies de mejillones nativos o en el Cantábrico donde ha sustituido casi por completo al *Mytilus edulis*. [3]

Cambios en el funcionamiento de los ecosistemas: se produce una modificación de la cadena alimentaria y una disminución de la calidad del agua.

Nos encontramos que la planta acuática *Eichhornia crassipes*, originaria de Sudamérica, ha afectado a las aguas del sudeste de Asia. Sus densas matas obstruyen las vías de agua de lagos y ríos. Produce una reducción de los niveles de oxígeno en el agua haciendo disminuir la cantidad de peces en las vías de agua lo que, a su vez, afecta a la industria del pescado.



Ilustración 2. Plaga de "Eichhornia crassipes" en California.

6.2. Económico

En la economía puede resultar por los recursos biológicos que proceden de la pesca y maricultura, interfiriendo con el pescado, dañando la infraestructura (fouling), costes en el tratamiento, limpieza y control.

Sería el caso del cangrejo verde europeo (*Carcinusmaenas*), primero transportado a Estados Unidos en los huecos de los cascos. Se considera que responsable en parte de la ruina en 1950 de la pesca de la almeja de Nueva Inglaterra (se redujo su captura en un 85% entre 1938 y 1959). [8]

6.3. Salud

En la salud y el bienestar de las personas: la expansión de fitoplancton tóxico y el aumento de floraciones algales nocivas (bloom de algas) tienen relevancia en lo relativo a la salud. Por ejemplo, en la costa del Pacífico en México brotes de Intoxicación Paralítica por Moluscos debido a la introducción de *Gymnodiniumcatenatum*, causó sobre 30 muertes y 500 hospitalizados. También el cólera (*Vibrio cholera*), se conoce por mutar en nuevas cepas y viajar en el agua de lastre; como en Perú donde, en 1991, debido al agua de lastre se introdujo una cepa muy virulenta de cólera desde Asia que se tradujo en una epidemia afectando a miles de personas.[18]

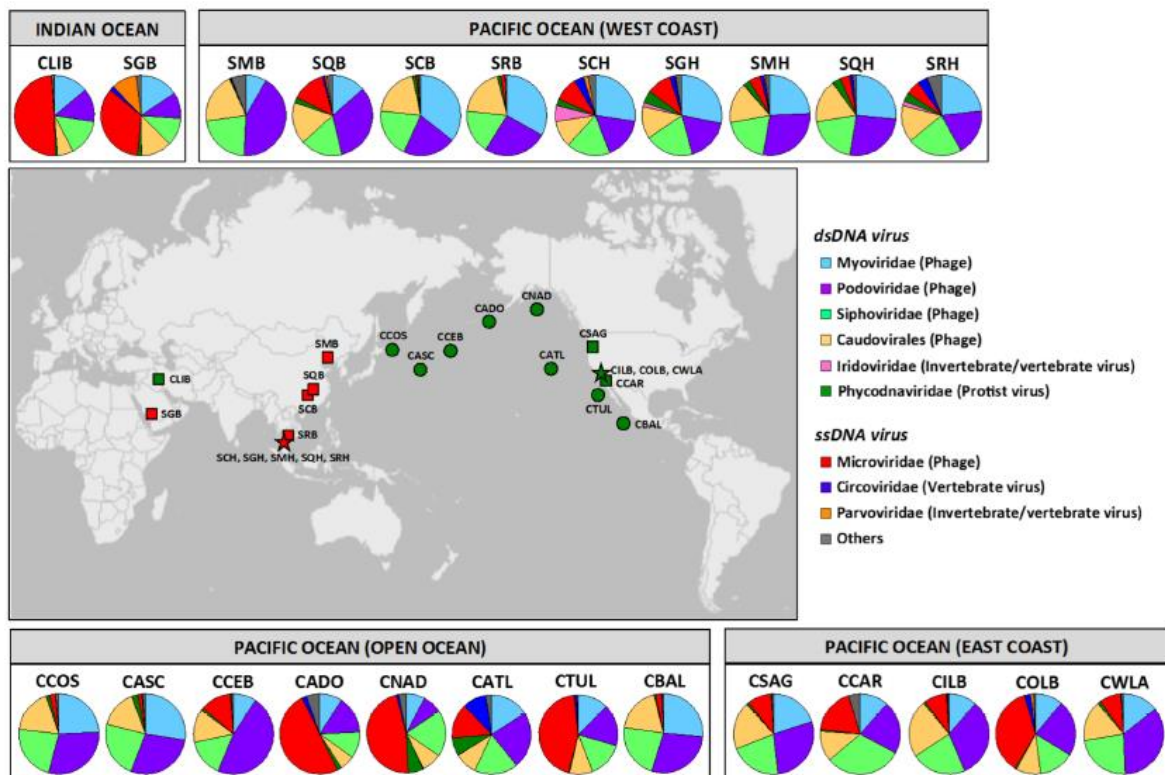


Ilustración 3. Distribución de virus en puertos por agua de lastre.

6.4. Cultural

En la cultura por desaparición de las especies nativas usadas para subsistir por la degradación de hábitats.

7. Tipos De Invasores



Ilustración 4. Tipos de organismos invasores.

7.1. Organismos Acuáticos

Flora

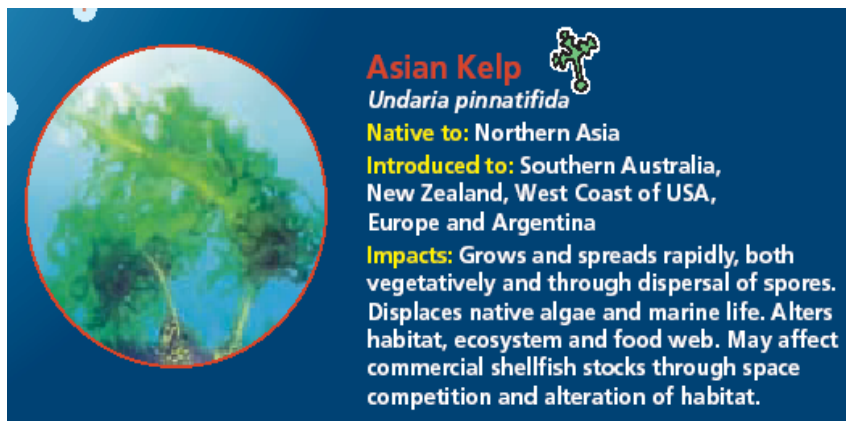


Ilustración 5. Alga que afecta a los ecosistemas.

Los antecedentes de las primeras invasiones se centran en la *Odontellasinensis*, un alga asiática del plancton que se reproduce con extrema facilidad y que invadió el Mar del Norte en 1903. Fue el primer registro de introducción de un alga por agua de lastre.

Posteriormente se detectaron otros casos similares en todo el mundo, como el de la llamada alga asesina (*Caulerpataxifolia*).

Todo empezó en 1970, a raíz de ciertos experimentos llevados a cabo en Stuttgart para dotar de mayor resistencia y tamaño a la especie tropical originaria, con el propósito de obtener una variación genética que pudiera utilizarse para decorar acuarios. En 1984 el Museo Oceanográfico de Mónaco, que ya contaba en sus acuarios con la nueva variedad genética, introdujo el alga asesina en las costas francesas del Mediterráneo en un accidentado proceso de limpieza de tanques. Entonces, comenzó el desastre: la Riviera francesa, las costas italianas y las islas españolas, se ven invadidas por una nueva especie que todo lo arrasa a su paso. Más tarde, el fatal organismo comienza a extenderse hasta lugares tan remotos como Croacia. En muy poco tiempo llegó a ocupar el fondo marino a lo largo de 3.300 hectáreas de costa.

La *Caulerpataxifolia* siguió extendiéndose y, poco después, en 1992, alcanzó el litoral levantino español introducida en las aguas de lastre de los buques.

En la actualidad el alga asesina constituye un serio problema ambiental, ya que a su rápido crecimiento hay que sumar una gran capacidad para reproducirse y su resistencia a medios muy diversos. Todas estas características le permiten desarrollarse con velocidad y sustituir a otras especies autóctonas, como la Posidonia (*Posidonia oceánica*), al tiempo que provoca la desaparición de otras muchas debido a las toxinas que produce, inocuas para el ser humano pero letales para multitud de organismos acuáticos.

El empobrecimiento de las poblaciones a las que desplaza puede alcanzar un 75%, la mayoría de las algas indígenas entran en regresión y suelen desaparecer de la zona.

La *Undariapinnatifida*, es un alga marina japonesa que se introdujo en Australia. En 1988 se detectó su presencia en las costas de Francia y Nueva Zelanda. Esta especie invade las zonas de alimento de muchas especies y puede producir un gran daño a la agricultura.[5]



Ilustración 6. Undariapinnatifida.

Fauna



North Pacific Seastar 
Asterias amurensis
Native to: Northern Pacific
Introduced to: Southern Australia
Impacts: Reproduces in large numbers, reaching 'plague' proportions rapidly in invaded environments. Feeds on shellfish, including commercially valuable scallop, oyster and clam species.



Zebra Mussel 
Dreissena polymorpha
Native to: Eastern Europe (Black Sea)
Introduced to: Western and northern Europe, including Ireland and Baltic Sea; eastern half of North America
Impacts: Fouls all available hard surfaces in mass numbers. Displaces native aquatic life. Alters habitat, ecosystem and food web. Causes severe fouling problems on infrastructure and vessels. Blocks water intake pipes, sluices and irrigation ditches. Economic costs to USA alone of around US\$750 million to \$1 billion between 1989 and 2000.

Ilustración 7. Parte de la fauna que afecta a los ecosistemas.

Una de sus primeras consecuencias de la invasión de polizones indeseables fue la llegada a Europa del mejillón cebra (*Dreissenapolyomorpha*) un pequeño bivalvo de agua dulce originario de la cuenca del mar Caspio. El mejillón cebra colonizó los muelles de Londres en los años veinte del siglo XIX, introducido por la navegación fluvial, y desde allí se extendió poco a poco por todo el continente. En 1988 fue visto por primera vez en un pequeño lago de Detroit (Estados Unidos), detectándose, en esa fecha, una densidad de 200 ejemplares por metro cuadrado; al año siguiente la densidad aumentó hasta los 4.500 individuos por metro cuadrado en dicho lago, mientras que en otro lago alcanzó la cifra de 750.000 por metro cuadrado en pocos meses y, desde los Grandes Lagos, ha penetrado en diversos ríos norteamericanos de tal forma que el mejillón cebra ha infestado alrededor del 40% de los canales internos.

En el año 2001, en el curso bajo del Ebro, se cree que a causa de una embarcación que traía aguas de lastre infestadas con larvas de mejillón cebra.

Los primeros datos conocidos de la situación de esta especie en el Ebro, en septiembre de 2001, daban la cifra de unos 500 mejillones cebra por metro cuadrado; al cabo de unos meses la densidad de sus poblaciones llegó a ser muy grave.

A pesar de su pequeño tamaño, provoca graves desequilibrios ecológicos porque, se alimenta de fitoplancton, compite con ventaja frente a otras especies, cubriendo y tapizando todo el sustrato que encuentra a su paso. [4]



Ilustración8. Mejillón cebra en la cuenca del Ebro.

También en la cuenca del Ebro, se ha confirmado la presencia de almeja china (*Curbiculafluminea*) en el Canal Imperial de Aragón desde el año 2006. Los ejemplares detectados tienen un tamaño en torno a dos centímetros, cuando la especie no suele pasar de cinco en los estadios de mayor desarrollo. Este molusco es susceptible de provocar graves daños ambientales cuando coloniza un ecosistema acuático, ya que pone en peligro la existencia de otras especies al alterar la cadena alimentaria. También puede dañar las infraestructuras de los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, aunque en menor medida que el mejillón cebra. [4]

CAPÍTULO III:
MARCO REGULATORIO

9. NORMATIVAS ESPECIALES

Algunas normativas especiales aplicadas unilateralmente desde 1990 en distintos países del mundo son las siguientes:

En Argentina, en el puerto de Buenos Aires: desde 1990 "se designan las áreas costeras en las cuales las descargas van a estar prohibidas".

En Australia, en todos los puertos: desde 1992 se lleva a cabo el intercambio de aguas de lastre en alta mar. En el Estado de Victoria desde 2006 especifica requisitos de reportar el agua de lastre para armadores y capitanes.

En Bermuda no se permite descargar agua de lastre que no sea de aguas territoriales.

En Brasil comenzó la regulación en 2005 de ser obligatorio intercambiar agua de lastre a por lo menos 200 millas de cualquier costa, o a 50 millas con al menos una profundidad de 200 metros.

En Canadá, en el río San Lorenzo (Grandes Lagos): desde 1989 el intercambio de aguas se lleva a cabo en alta mar, y en zonas de profundidad mayor a 2000 metros. Hay otras medidas para Vancouver.

Chile, en todos los puertos: desde 1995 el intercambio de aguas de lastre se realiza en aguas profundas y obliga a llevar unos registros en los Diarios de Navegación y Máquinas.

Israel, en todos los puertos: desde 1994 dependiendo del lugar donde haya sido tomada el agua de lastre tomarán unas medidas. Para el Puerto de Eliat deben intercambiar aguas fuera del Mar Rojo.

Nueva Zelanda, en todos los puertos: desde 1998 el intercambio de agua de lastre se llevará a cabo en alta mar o llevarán agua dulce en los tanques de lastre o dependerán de que haya un equipo homologado de recepción en tierra.

Reino Unido, Flotta Terminal: desde 1998 la descarga del lastre se llevará a cabo en una instalación de recepción. Están exentos los buques gaseros.

EE.UU. en todos los puertos: desde 1998 el intercambio de agua de lastre se realiza fuera de su ZEE. [3]

10. INTERNACIONAL

10.1. RESOLUCIÓN A.868 (20)

La Resolución A. 868(20) junto con la Guía para el control y la gestión de aguas de lastre para minimizar el traspaso de organismos acuáticos y patógenos fueron redactadas en 1997 con bastante anterioridad al Convenio Internacional (2004), y en 1993 se encuentra la Resolución A.774 (18) que supone el inicio de la regulación en la gestión del agua de lastre y que hoy en día se encuentra actualizada y derogada por esta otra que tratamos. En 1992, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo y Medioambiente (UNCED) en su agenda nº21 pidió a la IMO el desarrollo de reglas específicas para prevenir la transferencia de especies invasoras, naciendo la primera resolución A.774 (18) de 1993. Sin embargo, pasado un tiempo, el comité del MEPC,

reconociendo sus limitaciones, propuso la escritura de una nueva resolución, y un ejemplo de ello son las especificaciones que a través de la resolución 774 se compromete a llevar a cabo el propio comité y subcomité (*Sub-Committee on Ship Design and Equipment*) en referencia al desarrollo de disposiciones de vinculación jurídica, directrices y elementos sobre aspectos de seguridad en el intercambio de agua de lastre, los cuales se distribuyeron a través de la Circular 329 y 806, del MEPC y MSC respectivamente, en junio de 1997, cinco meses antes de la publicación de la resolución A.868. Esta resolución pide que a través del MEPC se trabaje en una regulación más extensa capaz de suponer un nuevo capítulo del Convenio MARPOL.

Las directrices asociadas para la elaboración del Convenio de 2004 fueron las siguientes:

D1	SEDIMENTOS/SEDIMENTS	MEPC.152(55) 13 October 2006
D2	MUESTREO DEL AGUA DE LASTRE/BALLAST WATER SAMPLING	MEPC.173(58) on 10 October 2008
D3	CUMPLIMIENTO EQUIVALENTE DE LA GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE/BALLAST WATER MANAGEMENT EQUIVALENT COMPLIANCE	MEPC.123(53) on 22 July 2005
D4	DESARROLLO DE PLANES DE GESTIÓN/BWM. AND DEVELOPMENT OF BALLAST WATER MANAGEMENT PLANS	MEPC.124(53) on 22 July 2005
D5	MEDIOS DE RECEPCIÓN DEL AGUA DE LASTRE/BW. RECEPTION FACILITIES	MEPC.153(55) on 13 October 2006
D6	INTERCAMBIO DEL AGUA DE LASTRE/BW.EXCHANGE	MEPC.124(53) on 22 July 2005
D7	EVALUACIÓN DE RIESGOS A LAS EXENCIONES/RISK ASSESMENT UNDER REGULATION A-4.	MEPC.162(56) on 13 July 2007
D8	APROBACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA DE LASTRE/APPROVAL OF B.W.M.SYSTEMS	MEPC.125(53) on 22 July 2005
D9	APROBACIÓN DE SISTEMAS DE AGUA DE LASTRE QUE USAN SUSTANCIAS ACTIVAS/APPROVAL OF B.W.M. SYSTEMS THAT MAKE USE OF ACTIVE SUBSTANCES	MEPC.169(57) on 4 April 2008
D10	APROBACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS PROGRAMAS DE TRATAMIENTOS DE AGUA DE LASTRE PROTOTIPO/APPROVAL AND OVERSIGHT OF PROTOTYPE B.W. TREATMENT TECHNOLOGY PROGRAMMES.	MEPC.140(54) on 24 March 2006
D11	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTÁNDAR/B.W.DESIGN AND CONSTRUCTION STANDARS	MEPC.149(55) on 13 October 2006
D12	CONTROL DE LOS SEDIMENTOS A BORDO/SEDIMENTS CONTROL ONSHIPS	MEPC.209(63) on 2 March 2012
D13	MEDIDAS ADICIONALES INCLUYENDO SITUACIONES DE EMERGENCIA/ADDITIONAL MEASURES INCLUDING EMERGENCY SITUATIONS	MEPC.161(56) on 13 July 2007
D14	DESIGNACIÓN DE AREAS PARA EL INTERCAMBIO DE LASTRE/DESIGNATION OF AREAS FOR B.W.E	MEPC.151(55) on 13 October 2006

Tabla1. Directrices 2014 para la elaboración del Convenio BWM[1]

A través de la Guía aprobada sabemos que en los estudios llevados a cabo se demostraba la existencia de bacterias tras la descarga de agua de lastre en un puerto nuevo, las especies que habían podido sobrevivir en el medio creado dentro del tanque podrían llegar a establecerse en los nuevos territorios suponiendo un riesgo para la población autóctona y para el medio marino. Muchas de estas especies son capaces de sobrevivir durante meses en un entorno propicio como el agua de lastre transportada a bordo, y ese efecto, es producido también mediante otros medios de transferencia (fouling), debida al lastre de los barcos parecía ser la causa más propicia. IMO, bajo el reconocimiento de la OMS, redactó una Guía para asistir a los Gobiernos y a sus autoridades, capitanes, operadores, armadores, operadores de puerto y a cualquier parte interesada en la gestión de este aspecto de la seguridad.

6 FORMACIÓN Y ENSEÑANZA

6.1 La formación de los capitanes y, en su caso, de las tripulaciones de los buques debe incluir el estudio de la aplicación de procedimientos de tratamiento y gestión del agua de lastre y los sedimentos basándose en la información contenida en las presentes Directrices. También debe impartirse formación sobre la forma de efectuar las anotaciones en los diarios y libros registro pertinentes. Los gobiernos deben asegurarse de que sus organizaciones de formación marítima incluyen estos temas en sus programas de estudios.

6.2 La aplicación de métodos y procedimientos para la gestión del agua de lastre constituye actualmente la clave de la solución para reducir al mínimo la introducción de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos.

6.3 Se recomienda a los gobiernos que incluyan entre los requisitos de formación para las titulaciones el conocimiento de las obligaciones relativas al control de la contaminación del mar ocasionada por organismos acuáticos perjudiciales.

Por primera vez, y de la misma manera que en el Convenio Internacional, se habla del Plan de Gestión sobre el Agua de Lastre, (Ballast Water Management Plan, BWMP) que sustituirá a la forma aprobada en la anterior resolución como *Ballast Water Control Report Form* y que supuso el inicio del registro del posterior Libro de Registro aprobado por el Convenio Internacional. También se incluyen las especificaciones con las que deben contar estos planes, así como otras directrices sobre qué lugares evitar a la hora de la toma del lastre, medidas de precaución y por supuesto las zonas requeridas para llevar a cabo el intercambio en la mar, toda esta información se acompañan por el Apéndice 2 *Guidance on safety aspects of ballast water exchange at sea*, en el que se incluyen por ejemplo las precauciones de seguridad o la familiarización que deberían tener las personas implicadas en la gestión.

7.1 Procedimientos que deben seguir los buques

7.1.1 Todo buque que lleve agua de lastre debe ir provisto de un plan de gestión del agua de lastre para ayudar a reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos. La finalidad del plan debe ser aportar procedimientos seguros y eficaces para la gestión del agua de lastre.

7.1.2 El plan de gestión del agua de lastre debe ser específico para cada buque.

10.2. Convenio BWM

A nivel internacional se han desarrollado una serie de normas jurídicas relativas al tratamiento de las aguas de lastre, dando como resultado un Convenio adoptado por la OMI en 2004, el *Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, 2004 (BWM Convention)*. Tiene como objetivo prevenir los efectos potenciales de la expansión de los organismos acuáticos peligrosos. [1]

Es de aplicación a:

"los buques que tengan derecho a enarbolar el pabellón de una Parte;

y los buques que, sin tener derecho a enarbolar el pabellón de una Parte, operen bajo la autoridad de una Parte"; esto incluye a artefactos y plataformas flotantes, las FSUs y FPSOs.

Por otro lado establece como excepciones:

- los buques que no lleven agua de lastre por su construcción.
- los buques que operen únicamente en aguas territoriales, salvo que se determine que la descarga de este agua afecte negativamente de alguna manera.
- los buques que operen en alta mar, en aguas de una Parte, salvo autorización expresa.
- los buques de guerra.
- los buques con agua de lastre precintada que no se descarga.

El 8 de septiembre de 2017 entró en vigor tras cumplir dos requisitos fundamentales, primero por haber sido ratificado al menos por 30 países y segundo que esos países representara el 35% del tonelaje bruto mundial y así fue con la incorporación de Finlandia.

Exige una actuación de los barcos sobre su agua de lastre en cada viaje, intercambiándola o tratándola con un sistema de tratamiento aprobado.

Los estados contratantes del Convenio BMW actualmente (agosto de 2018) son 76 y representan el 77.08% del tonelaje bruto mundial, siendo estos:

Albania	Fiji	Kiribati	Nigeria	Sudáfrica
Albania	Egipto	Kenia	Nigeria	Sierra Leona
Antigua y Barbuda	Estonia	Kiribati	Niue	Singapur
Argentina	Fiji	Líbano	Noruega	Sudáfrica
Australia	Finlandia	Liberia	Palaos	España
Bahamas	Francia	Lituania	Panamá	Suecia
Bangladesh	Georgia	Madagascar	Perú	Suiza
Barbados	Alemania	Malasia	Filipinas	Siria
Bélgica	Ghana	Maldivas	Portugal	Tonga
Brasil	Grecia	Malta	Qatar	Turquía
Bulgaria	Grenada	Islas Marshall	Corea del Sur	Trinidad y Tobago
Canadá	Honduras	México	Rusia	Tuvalu
Congo	Indonesia	Mongolia	San Cristóbal y Nieves	Emiratos Árabes
Islas Cook	Irán	Montenegro	Santa Lucía	
Croacia	Jamaica	Marruecos	Arabia Saudí	
Chipre	Japón	Países Bajos	Serbia	
Dinamarca	Jordania	Nueva Zelanda	Seychelles	

Tabla 2. Países contratantes del Convenio BWM

Cualquier gobierno que ha firmado el Convenio puede exigir a los barcos registrados en un país que no es parte cumplir con los requerimientos de este, dentro de sus aguas territoriales.

El Convenio consta 22 artículos y un Anexo que se compone de cinco partes diferenciadas:

□ Sección A

Incluye definiciones, aplicación y excepciones.

Regulación	Título
A-1	Definiciones
A-2	Aplicación general
A-3	Excepciones
A-4	Exenciones
A-5	Cumplimiento equivalente

Tabla 3. Regulaciones en la Sección A del Anexo del Convenio BWM

□ Sección B

Ocupa la gestión y los requisitos para los barcos, que se condensarían en la siguiente tabla:

Capacidad de agua de lastre	Fecha de construcción de los buques		
	Antes de 2009	En 2009 o Posterior	En 2012 o posterior
Hasta 1500 m ³	D-1 mínimo/D-2 a partir de 2016	Mínimo D-2	
Entre 1500 y 5000 m ³	D-1 mínimo/D-2 a partir de 2014		
Superior a 5000 m ³	D-1 mínimo/D-2 a partir de 2016	D-1 mínimo/D-2 a partir de 2016	Mínimo D-2

Tabla 4. Métodos permitidos para los buques contenidos en el Convenio BWM

□ Sección C

Cubre las medidas adicionales que se pueden imponer a los barcos.

□ Sección D

Cubre las normas para la gestión de agua de lastre:

- D-1: el intercambio de agua de lastre debería hacerse con una eficiencia del 95%.
- D-2: se exige una concentración mínima de organismos tras efectuar el tratamiento según el tamaño y las especificaciones del buque.

Tipo de organismo	Requisitos IMO
≥50 μm	<10 organismos/m ³
≥50 μm	<10 organismos/ml
<i>Vibrio cholera</i>	<1 cfu/100 ml, o <1 cfu/1 gram (peso húmedo)
<i>Escherichia coli</i>	<250 cfu/100 ml
Intestinal <i>Enterococci</i>	<100 cfu/100 ml

Tabla 5. Requisitos de IMO que debe cumplir el agua de lastre

□ Sección E

Abarca lo relativo a inspecciones y requisitos de certificación para la gestión de agua de lastre. Da las directrices para una inspección inicial y anual, intermedia y renovaciones de las inspecciones y certificados.

Como síntesis de lo anterior, se expone en la siguiente tabla, las exigencias en distintos países.

Estado	Puertos	Barcos	Intercambio	Tratamiento	BWM Plan	BWRB	Entrada en vigor
Argentina	Todos	Todos	Si	Si	Si	Si	1998
Australia	Todos	Todos	Si		Recomendado		2001
Brasil	Todos	Todos	Si		Si	Si	2006
Área ROPME	Todos en el área	Todos los barcos que entren	Si				2009
Canadá	Todos	Todos	Si	Si	Si		2000
Chile	Todos	Todos	Si			Si	1995
Egipto	Aleandría	Todos	Si				
Georgia	Todos	Todos	Si	Si			
Israel	Todos	Todos	Si				
Lituania	Klaipeda y terminal Butinge Oil	Todos	Si		Aconsejado	Aconsejado	
Nueva Zelanda	Todos	Todos	Si	Si	No	Si	1998
Noruega	Todos	Todos	Si	Si	Si	Si	2010
Panamá	Canal de Panamá	Todos	Si				1999
Perú	Todos	Todos	Si		Si	Si	
Rusia	Novorossiysk	Todos	Si				2006
Turquía	Todos	Todos	Si				
Ucrania	Todos	Todos	Si			Si	
EE.UU.	Todos	Todos	Si	Si		Si	2004
Reino Unido (Islas Orkney)	Todos los puertos en el Scapa Flow	Todos					

Hecha a partir de [19-29]

11. ASOCIACIÓN GLOBALLAST

Aunque han existido otras iniciativas, la Organización Marítima Internacional (IMO) junto a *Global Environment Facility* (GEF) y el Programa de Naciones Unidas (UNDP) junto con gobiernos y agentes del sector son los que han llevado a cabo el programa más importante en materia de asesoramiento en aguas de lastre.

El título completo del proyecto fue *Removal of Barriers to the Effective Implementation of Ballast Water Control and Management Measures in Developing Countries*, aunque comúnmente se le conoció como programa *Global Ballast Water Management Programme*, o abreviado "GloBallast".

Desarrollado por la OMI entre los años 2000-2007 es un programa de desarrollo global, enfocado a su vez a países con menos desarrollo tecnológico y económico a los que se ha intentado asesorar en el control de la contaminación de aguas de lastre por la introducción de especies. Su esquema global se basa en seis focos o subregiones como son el Caribe, el Mediterráneo, el Mar Rojo y el Golfo de Adén, la zona sur-este del Pacífico, la costa oeste de África y el pacífico sur a través de más de 70 países asociados:

- | | | |
|-----------------|-----------|---------------|
| 1. Sepetiba | Brasil | Sudamérica |
| 2. Dalián | China | Asia del Este |
| 3. Bombay | India | Asia del Sur |
| 4. Kharg Island | Irán | Oriente |
| 5. Saldanha | Sudáfrica | África |
| 6. Odessa | Ucrania | Europa Este |



Ilustración 9. Lugares de demostración del programa GLOBALLAST.

Los objetivos del programa se basaron principalmente en asistir a países en vía de desarrollo para reducir la transferencia de organismos nocivos a través del agua de

lastre, implementar las directrices de IMO en materia de gestión de aguas de lastre y preparar a los países para implementar el Convenio BWM.

El programa abarcó un período de 4 años, desde 2000 a 2004, con un presupuesto de US\$ 10.2 millones:

- US\$ 7.39 mill. del GEF.
- US\$ 2.8 mill. cofinanciado por los 6 países pilotos.

El programa fue implementado por las Naciones Unidas (UNDP) aunque fue ejecutado directamente por IMO y GEF, con una Unidad de Coordinación (PCU) formada por tres personas de la División de Medioambiente de la Organización Internacional Marítima (MED- IMO) en Londres. [30]

12. ESTADOS UNIDOS

Tras una invasión de mejillón cebra y otras especies en los Grandes Lagos, que puso de manifiesto el movimiento de especies acuáticas que se estaba produciendo de forma global, se celebró un Congreso en 1990. Este dio como resultado la Ley de 1990 sobre Control y Prevención de Especies Exóticas Nocivas Acuáticas. Con ella se estableció que todos los barcos que fueran a entrar en los Grandes Lagos cambiaran su agua de lastre en la mar. [10]

Más tarde, en 1996, se revisó esta regulación pasando a llamarse Ley Nacional de Especies Invasoras (NISA). Mucho más estricta, determinaba que todos los barcos a una distancia de 200 millas de la Zona Económica Exclusiva de Estados Unidos debían cambiar su agua de lastre además de informar de dónde lo iban a realizar.

Años después, en 2003, tras haber expirado la NISA en 2002 y tras una serie de medidas aprobadas en la cámara del Congreso para mejorarla, se elaboró la Ley Nacional de Especies Acuáticas Invasoras (NAISA).

La Guardia Costera de Estados Unidos (USCG) fue la encargada de proponer reglas específicas para el tratamiento de aguas de lastre dentro de las aguas del país. La USCG escribió una evaluación detallada del impacto potencial al medio ambiente del tratamiento propuesto, además de los costes que ello conllevaría.

Con ello establece dos fases para aplicar las normas de la que están exentos:

- Petroleros comerciales de las Fuerzas Armadas.
- Barcos de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos.
- Barcos que operan únicamente en la zona, debido a ser viajes cortos.

Tipo de organismo	1ª Fase exigencias USCG	2ª Fase exigencias USCG
$\geq 50 \mu\text{m}$	<10 organismos/ m^3	<1 organismos/ 100 m^3
$\geq 10 \mu\text{m}$ to $\leq 50 \mu\text{m}$	<10 organismos/ml	<1 organismos/100 ml
$\leq 10 \mu\text{m}$	N/A	<1000 bacterias y 10000 virus/100 ml
	<1 cfu/100 ml, o	
<i>Vibrio cholerae</i>	<1 cfu/1 gram (peso húmedo)	<1 cfu/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	<250 cfu/100 ml	<126 cfu/100 ml
<i>Intestinal Enterococci</i>	<100 cfu/100 ml	<33 cfu/100 ml

Se puede apreciar que la primera fase de exigencias por parte de la USCG está basada en la Regla D-2 del Convenio BWM.

13. ESPAÑOLA

13.1. Ley 41/2010 del 29 de diciembre sobre Protección del Medio Marino

La ley 41/2010 del 29 de diciembre de Protección del Medio Marino supone la transposición de la Directiva Europea 2008/56/CE del 17 de junio de 2008 sobre el "Marco de Acción Comunitaria para la Política del Medio Marino" o Directiva marco sobre la estrategia marina, en la que se recoge la implicación que se ha de tener sobre el medio marino como patrimonio a proteger y conservar con el objetivo de mantener la biodiversidad y la diversidad, así como la homogeneización en forma de marco común.

Por este motivo, a través de la Directiva se promueve la integración de las diferentes consideraciones medioambientales, proporcionando un pilar medioambiental para la futura política marítima de la Unión Europea y se aboga por cubrir las actividades humanas que causan impacto en el medio marino. Se insta a cada Estado a elaborar las propias estrategias enfocadas directamente a sus aguas marinas, consiguiendo así un reflejo nacional de la perspectiva regional en la que se encuentren. [12]

Como regiones marinas la regulación europea entiende el Nordeste Atlántico, el Mar Báltico, el Mar Mediterráneo y el Mar Negro, y por ello cada una de estas zonas posee diferentes acuerdos internacionales para la protección contra la contaminación, los cuales han sido aprobados en diferentes decisiones del Consejo, suponiendo así Convenios sobre protección. De la misma manera la comunidad europea y los Estados miembros actuarán siempre bajo lo estipulado a través de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, CNUDM, en materia de contaminación y protección; por ejemplo, cuando frente a casos de contaminación en aguas de jurisdicción de un parte no se provoquen daños más allá de sus aguas marinas a fin de evitar trasladar los daños o riesgos de una zona a otra.

Dentro de este marco europeo encontramos también la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de las aguas en cuyo artículo 4 se dispone: *proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficial con objeto de lograr un buen potencial ecológico y un buen estado químico de las aguas.*

Pese a suponer una regulación de ocho años anteriores, declara la necesidad de reducir progresivamente la contaminación procedente de sustancias prioritarias así como la supresión gradual de los vertidos, emisiones y pérdidas de sustancias peligrosas.

En el caso español, la trasposición de la Directiva Europea de 2008 por la que se crea un marco general es la Ley 41/2010 de Protección del Medio Marino, cuyo objetivo de cara a 2020 se establece en el artículo 1: *establece un marco en el que los Estados miembros deberán adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino a más tardar en el año 2020.*

En su preámbulo, la ley de protección establece los términos jurídicos de actuación para España, donde se encuentran el mar territorial, la zona económica exclusiva en el Atlántico y Cantábrico, la zona de protección pesquera del Mediterráneo y a la plataforma continental.

En el caso de las aguas costeras, su planificación y protección queda recogida en los planes hidrológicos, por lo que la Ley de Protección se aplicará en los aspectos que no se hayan contemplado en éstos, pudiéndose tratar de puntos relativos por ejemplo a la declaración de áreas marinas protegidas.

En la presente ley se busca regular los principios y mecanismos relativos a la planificación del medio marino y su protección, por lo que en el Convenio Internacional 2004 se verá reforzada su efectividad una vez entrara este en vigor a través de esta regulación nacional.

13.2. Real Decreto 630 (2013): CATÁLOGO ESPAÑOL DE ESPECIES TÓXICAS INVASORAS

A través del Real Decreto 630 del año 2013 se introduce una revisión del Real Decreto 1628 del 2011 anterior regulador del Catálogo español de especies exóticas invasoras, estableciendo como tales a las especies que se introducen o se establecen en un ecosistema o hábitat natural suponiendo un agente de cambio y amenaza para la diversidad nativa. Esta misma definición es la utilizada por la OMI a la hora de incluir la gestión del agua de lastre de los buques dentro de uno de los problemas que afectan al medio ambiente derivados de la navegación internacional y punto de partida de la instrumentación internacional para la gestión del agua de lastre.

En esta definición se incluirá la plataforma continental ampliada que España pueda obtener en aplicación del procedimiento previsto en el artículo 76 de la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

A través de esta herramienta se recogen las principales causas de pérdida de biodiversidad en favor de las especies invasoras exóticas, circunstancia que en el caso español puede venir agravada en hábitats como islas y aguas continentales, así como suponer graves problemas en la economía. Fue por ello, que ya en 1993 se ratificara el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica por el que se establecen medidas que impidan la introducción de especies invasoras que amenacen los ecosistemas, aunque en esa década el problema todavía no se relacionara con la gestión de abordó.

Podemos ver en su artículo 10, ‘Medidas de lucha contra las especies exóticas invasoras’, cómo es la Dirección General de la Marina Mercante (como organismo competente de la Administración General del Estado) la que tiene la obligación de aplicar las medidas

de prevención, control y gestión de las especies incluidas en el catálogo en lo que respecta a las especies detectadas en el agua de lastre, aplicando así las medidas establecidas por la Organización Marítima Internacional sobre lo dispuesto en el Convenio de 2004, así como sus directrices y criterios que se recojan en los sucesivos convenios regionales de protección del medio marino.

De la misma manera dentro de los objetivos del marco de acción comunitaria (Directiva del Marco del Agua) se establece que los Estados miembros deberán adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental basándose para ello en once descriptores entre los que se encuentra uno específico relativo a las especies alóctonas. [17]

CAPÍTULO IV:

MEDIDAS PLANTEADAS

13. CONSIDERACIONES

A pesar de que hasta ahora ninguno de los diseños desarrollados ha demostrado tener una eficacia suficiente, se considera que la solución puede estar en una combinación de los medios existentes.

Entre las directrices que establece IMO (IMO, 1997) dicta que el agua de lastre debería evitarse en situaciones como: poca profundidad, turbidez del agua, zonas cercanas de vertidos urbanos, zonas de escasa o lenta renovación de agua, debido a que podrían permanecer organismos descargados de otra embarcación, o cerca de donde se está dragando. Además, tampoco debería hacerse durante la noche, ya que los organismos bentónicos, del fondo del ecosistema marino, salen a la columna de agua. Tampoco en áreas con fitoplancton tóxico (algas peligrosas, como las llamadas Marea Roja).

También se considera fundamental el tiempo que las especies permanecen en el agua de lastre, ya que la ausencia de luz suele ser determinante para su supervivencia .

Se busca que los métodos respondan de forma positiva a unos parámetros, es decir que sea:

- Seguro (seguridad del buque y su tripulación).
- Medioambientalmente aceptable (que no cause mayor daño el remedio que el que solventa).
- Factible con respecto al diseño de los buques existentes y a los sistemas operativos.
- Aceptablemente económico.
- Biológicamente efectivo.

Los métodos generales para la gestión de agua de lastre en puerto son:

1. Proceder a una localización offshore aprobada por el Port State para llevar a cabo el intercambio.
2. Tanques cerrados a la descarga estando en aguas del puerto.
3. Bombear el agua a una instalación diseñada para la recepción de la misma en tierra.
4. Probar mediante un análisis de laboratorio que el agua de lastre es segura y aceptable.
5. Tratar el lastre in-Situ usando un método de tratamiento aprobado.

Por otro lado, en mar abierta, distinguimos métodos por eliminación mecánica y por eliminación física para tratar este problema.

14. INTERCAMBIO DE AGUA DE LASTRE

Es uno de los métodos más utilizados en la actualidad; se lleva a cabo el proceso en mar abierto, lo más alejado posible de la costa (mínimo a 200 millas y a más de 2000 metros de profundidad).

Comparado con las aguas costeras, el agua en mar abierto contiene menos organismos y especies. Hay también menos probabilidad de que estos organismos puedan adaptarse a la costa y viceversa.

Consiste en vaciar completamente los tanques de lastre y volverlos a llenar en alta mar, si es posible succionando con bombas los restos que pudieran quedar en el fondo del tanque. El problema reside en que vaciarlos tanques de lastre tan rápidamente puede infligir daños a la estructura del barco.

15. MÉTODO SECUENCIAL

Es un proceso en el cual un tanque de agua de lastre primero se vacía y luego se rellena reemplazando el agua por lo menos con un 95% de intercambio volumétrico.

Consiste un intercambio del agua del tanque a través de un flujo continuo de entrada y salida de agua oceánica. El proceso requiere que los tanques estén completamente llenos y permite cambiar el agua de lastre completamente. Con un sistema de bombeo especial, la operación tardaría en completarse entre 2 y 4 días dependiendo de la capacidad de los tanques.

Todo el agua de lastre, debería ser descargado con la aspiración de las bombas y mediante stripping o eductores si fuera posible, para evitar que queden organismos en el fondo del tanque, ya que este es relleno con agua nueva rica en oxígeno que podría hacer que los posibles organismos sobrevivieran.

No es totalmente efectivo ya que pueden sobrevivir organismos, además de ser inviable de realizar durante los temporales. Por otro lado, es un método económico que no implica costes adicionales ni desvío de la ruta establecida.

Se tienen en cuenta una serie de consideraciones de seguridad con este método [7]:

- Relativas al tiempo:

Mar alterado: golpes de mar en la proa causando daño estructural. Esto depende del calado y la proa del barco. Si los golpes se producen durante el vaciado de algunos tanques es posible minimizarlos temporalmente variando el rumbo o reduciendo la velocidad.

Sloshing en tanques, causando daño de la estructura interna del tanque.

Viento fuerte: dependiendo de la dirección del viento. Podría hacer que el barco escorara.

Bajas temperaturas que podrían congelar la entrada de aire de tanques o venteos, lo que llevaría a un daño estructural.

Seguridad de la tripulación, en caso de que el intercambio requiera operaciones manuales en cubierta.

- Relativas a las cargas internas:

Se podría exceder de los límites máximos de esfuerzos longitudinales (*Shearforce* y *Bendingmoment*). Esto podría causar daño incluso en buenas condiciones climatológicas.

Pérdida de estabilidad: el vaciado de tanques incrementa a menudo las superficies libres. También por la combinación de espacios llenos de agua de lastre y vacíos que puede inducir a cargas dinámicas.

- Relativas a la operatividad del barco:

Pérdida de visibilidad: puede reducirse temporalmente la visión de la superficie del agua por la proa debido al descenso del calado y el incremento del asiento en popa. Las enmiendas SOLAS-74/94, Capítulo V, Regla 22 especifican que esta visión no debe obstaculizarse más de dos esloras de barco, o 500 metros, 10 grados a cada banda desde la proa bajo las condiciones de calado, asiento y carga.

Menor inmersión de la hélice: si el calado se reduce en popa, la hélice podría no estar suficientemente sumergida.

Menor inmersión del timón: al igual que el caso anterior, ocurriría lo mismo con la pala del timón lo que disminuiría la capacidad de maniobra.

- Relacionado con el sistema de bombas y líneas:

Fallo del sistema: un mayor uso del sistema de lastre para este intercambio puede provocar un rápido desgaste de venteos, válvulas y bombas.

Sobre presión o vacío de tanques: que lleva a daño estructural. Durante el llenado/vaciado de cada tanque si se sobrepasa la presión con la bomba.

16. MÉTODO 'FLOW'

Al menos el 300% de la máxima capacidad del tanque debe ser bombeada con agua limpia en mar abierta en cada tanque para tener un intercambio del 95% que se considera aceptable. Para que este método sea eficiente se debe considerar lo siguiente:

- Sólo se puede emplear el método con dos parejas de tanques iguales al mismo tiempo.
- Esto se calcularía usando la capacidad de las bombas de lastre según las especificaciones, así como de los tanques y el contenido inicial de estos.

Ejemplo de este cálculo:

Un buque grande (100000 DWT) con carga en las bodegas, tiene los siguientes tanques de lastre:

Tanque	Capacidad (m³)	Contenido inicial
Pique de proa	2000	1000
WBT1P	3000	Lleno
WBT1S	3000	Lleno
WBT2P	4200	Lleno
WBT2S	4200	Lleno
WBT3P	3000	1200
WBT3S	3000	Lleno
WBT4P	4200	Lleno
WBT4S	4200	Lleno
Pique de popa	1000	800

La capacidad de las bombas según las especificaciones de fábrica es de 2500m³/h esto es cuando era nuevo. Tras años de uso, el Primer Oficial se da cuenta que la capacidad ha disminuido siendo ahora 2000 m³/h usando una sola bomba y 3700 usadas en conjunto las dos.

Ejemplo 1

Pique de proa (capacidad 2000 m³) contiene inicialmente 1000 m³ de agua de lastre con riesgo de contaminar. Se va a realizar el intercambio en mar abierta por el método 'Flow'

300% de la capacidad total (3x 2000 m³) = 6000 m³

Usando sólo una bomba, se debe bombear agua al tanque durante 3 horas. Usando las dos, el tiempo necesario sería $6000/3700 = 1,62$ horas (1h 37min)

Ejemplo 2

Se quiere realizar el método 'Flow' en los WBT1P, WBT1S, WBT2P yWBT2S.

Aceptable:

Se pueden usar las bombas de lastre simultáneamente en los WBT1P y WBT1S durante al menos 4,86 horas (capacidad total de ambos tanques P y S = 6000 m³; 4,86 horas bombeando a 3700 m³/h = 18000 m³ = 300% de la capacidad de cada tanque).

Después de llevar a cabo el intercambio en los WBT1P y S, estos se cerrarán y se pasará a los WBT2P y S simultáneamente. Los 2, con una capacidad total de 8400 m³ se bombean durante 6,81 horas con las dos bombas simultáneamente.

No se aceptaría:

Usar las dos bombas para hacer los WBT1P y S y los WBT2 P y S (capacidad total = 14400) simultáneamente durante 11,68 horas. Las bombas dan la misma cantidad de agua en total, pero con este procedimiento es imposible saber cuánta agua entra en cada tanque. Está claro que los No. 1, que están más lejos de las bombas, recibirán menos que los No. 2.

17. MÉTODO DE INTERCAMBIO NATURAL

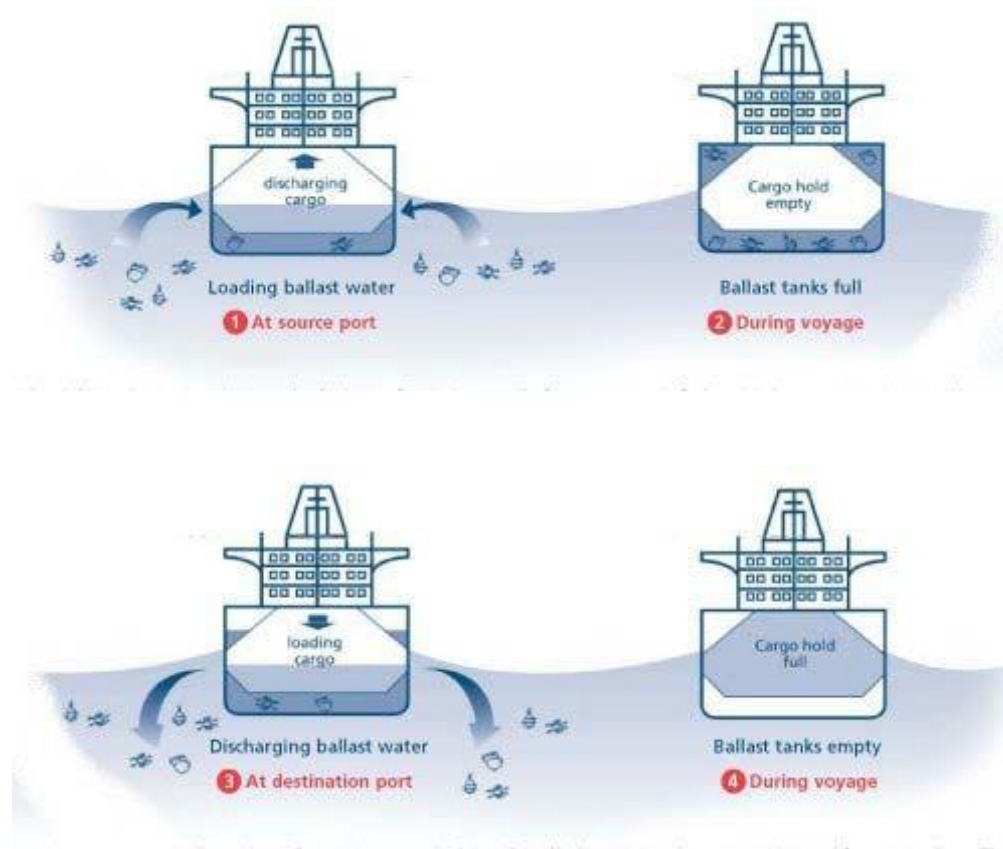


Ilustración 10. Proceso de contaminación biológica por introducción de especies invasoras.

a) Eliminación mecánica

1. Filtración

Es muy eficaz y efectivo en un 95-98% en extraer partículas mayores que la malla del filtro. Además, la limpieza de este filtro no afectaría al ecosistema ya que se lavarían en el puerto de origen tras el filtrado del agua. También es un método seguro ya que se realiza en el puerto de origen y no en alta mar.

Por otro lado, su problema reside en que no ha sido probado en grandes volúmenes de agua de lastre.

2. Centrifugación

Consiste en hacer pasar el agua y los organismos por una centrifugadora que dirige las partículas hacia el borde externo, donde son recogidas y transportadas a una cámara receptora

3. Intercambio de agua en altamar

- La segunda opción, conocida como de flujo continuo, sedimentación y flotación

Consiste en la introducción de coagulantes químicos que se unen a las partículas en suspensión produciendo sedimentación o flotación de ese material. En el caso de la flotación se requiere además inyectar aire para provocar la flotabilidad de las partículas.

4. Velocidad de bombeo

El uso de una elevada velocidad de bombeo del agua de lastre podría minimizar la supervivencia de los organismos debido al daño mecánico producido.

b) Eliminación física

1. Tratamiento con calor

El calentamiento del agua de lastre es otra de las medidas propuestas, calentando el agua con el exceso de calor producido por los motores de propulsión a una temperatura mínima de 40°C, suficiente para eliminar todos los organismos en 8 minutos.

Aunque es muy eficaz, es inviable con cantidades muy grandes de agua de lastre y se desconoce cómo podría afectar a la estructura del barco los efectos del calor. También necesitaría un rediseño de todo el sistema de bombeo.

2. Radiación ultravioleta

La Radiación Ultravioleta (RUV) se utiliza normalmente en la potabilización del agua y en el tratamiento y purificación de aguas residuales procedentes de ciudades e industrias acuícolas. El tratamiento podría hacerse en puerto a la hora de llenar o vaciar los tanques. Su efectividad depende en gran medida del tamaño de los organismos (cuanto menos volumen son menos susceptibles a la radiación).

3. Eliminación química de especies en el agua de lastre

A pesar de que son utilizados muchos biocidas en el tratamiento de aguas fecales, potabilizadores, etc. Su uso está restringido a cantidades pequeñas y su elevado coste dificulta su uso para las grandes cantidades de agua de lastre a bordo.

4. Volumen constante de agua de lastre

Consiste en llevar un volumen constante de agua en los tanques, ya que el número de especies presentes en el agua de lastre decrece conforme aumenta su permanencia en estos. Aunque, únicamente es efectivo en embarcaciones que realicen trayectos cortos.

5. Facilidades en puerto

Otra posibilidad sería el acondicionamiento de zonas apropiadas en los puertos donde cargar y descargar el agua de lastre. Se necesitarían grandes extensiones de terreno y los costos para los bombeos de agua serían muy elevados.

Como ninguno de los métodos es efectivo al 100% para solucionar el impacto ambiental, siendo a su vez seguro y con un coste económico sostenible, la solución más aceptable sería una combinación de estos.

Existen una gran variedad de métodos estudiados por los diferentes países u organismos. Sin embargo, al tratarse de investigaciones unilaterales, y sin comunicación entre las partes, cada organización ha derivado en resultados distintos debido a que los métodos de investigación eran distintos.

CONCLUSIONES

Para empezar, es importante resaltar que cada día existe una mayor conciencia sobre la contaminación, claro ejemplo de esto lo tenemos con el compromiso del Protocolo de Kyoto o el Acuerdo de París de 2016, que no inciden sobre el tema que nos ocupa, pero resaltan esta preocupación por el medio en el que vivimos.

Más concretamente, encontramos una sensibilización con la contaminación producida por las especies invasoras que aquí se ha tratado, así como las consecuencias que ello conlleva. Prueba de ello es el Convenio BWM actualmente en vigor y esos 76 países que lo han ratificado a día de hoy. Esto, tratando de buscar una solución eficaz a nivel global.

Cabe mencionar también las regulaciones que habían ido desarrollando anteriormente de forma más individual en muchos países, preocupados por los casos que ya se habían dado en sus costas y que son cada vez, más estrictas. En mi opinión, hay países que son referentes como Australia, en el que se lleva un control muy exhaustivo en todos sus puertos para garantizar que se cumple esta normativa.

El impacto, afecta no sólo al ecosistema, sino que tiene efectos en la salud de la población y en la economía de la región.

Cada día, y con medios más desarrollados, se siguen estudiando diversos métodos para combatir que estas especies invadan otros ecosistemas. Tanto desde los propios buques, como en las terminales se trata de mejorar la eficacia. Aún así, no se ha encontrado un método que sea efectivo en su totalidad, sino que es la combinación de más de uno con la que consigue una mayor eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Libros/ Artículos

[1] IMO. *Guidelines for Ballast Water Management and Development of Ballast Water Management Plan*, July, 2005.

[2] Nicholas Baxa, Angela Williamson, Max Aguerob, Exequiel Gonzalez, Warren Geevesc. 2003., *Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity*. Marine Policy, 27(4), 313–323.

[3] Anwar, N., (2011), *Ballast Water Management: Understanding the regulations and the treatment technologies*, Scotland, UK: Witherby Seamanship International.

[4] García García-Revilla, M., Fernández-Delgado, C, (2009), *La introducción por mar de especies exóticas invasoras a través del agua de lastre de los barcos: El caso de Doñana*, Córdoba, España: Universidad de Córdoba. Servicio de Publicaciones

[5] Robert C. Cope, Thomas A. A. Prowse, Joshua V. Ross, Talia A. Wittmann, Phillip Cassey. *Temporal modelling of ballast water discharge and ship-mediated invasion risk to Australia*. Royal Society Open Science (2015).

[6] Prasad, A., Prasad, T.V., *Bio-Invasion Through Ballast Water Discharge: A Review of the International Legal Framework*, ENV2014-1081.

[7] EDT Hercules Ballast Water Management Manual, Yard no. CNN 342.

[8] J.T. Carlton, J. Hodder., *Biogeography and dispersal of coastal marine organisms: experimental studies on a replica of a 16th-century sailing vessel*, Mar. Biol. 121 (1995) 721–730.

[9] Yiseul Kim, Tiong Gim, Joan B. Rose., *Transporting Ocean Viromes: Invasion of the Aquatic Biosphere*. PLOS ONE, April 7, (2016).

[10] Andrew N. Cohen, Fred C. Dobbs, Peter M. Chapman, *Revisiting the basis for US ballast water regulations*. Marine Pollution Bulletin, 118 (2017), 348-353.

[11] Danielle E. Verna, Bradley P. Harris, *Review of ballast water management policy and associated implications for Alaska*. Marine Policy, 70 (2016), 13-21.

[12] Matej David, Stephan Gollasch, *How to approach ballast water management in European seas*, Estuarine, Coastal and Shelf Science 201 (2018) 248–255.

- [13] Sohanur Rahman, *Implementation of Ballast Water Management Plan in Ships Through Ballast Water Exchange System*, *Procedia Engineering* 194 (2017) 323–329.
- [14] Millennium Ecosystem Assessment, *Biodiversity*, Cap. IV (2005) 4.3.2.
- [15] Firestone y Corbett (2005) 291-292.
- [16] PINIELLA, F., *La Seguridad del Transporte Marítimo. Retos del siglo XXI* (2017) 616-622.
- [17] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Catálogo español de especies exóticas invasoras*.
- [18] N. J. Cohen, D. D. Slaten, N. Marano, J. W. Tappero, M. Wellman, R. J. Albert, V. R. Hill, D. Espey, T. Handzel, A. Henry, R. V. Tauxe., *Preventing Maritime Transfer of Toxicogenic Vibrio cholerae*. *Emerging Infectious Diseases* Vol. 18, No. 10, October (2012).

Webgrafía

- [19] www.prefectura naval.gov.ar
- [20] <http://www.daf.gov.au/aqis>
- [21] www.dpc.mar.mil.br
- [22] <http://www.tc.gc.ca/marinesafety/oep/>
- [23] <http://www.biosecurity.govt.nz/enter/ships/ballast>
- [24] <http://www.regjeringen.no/en/dep/md.html?id=668>
- [25] www.pancanal.com
- [26] www.dicapi.mil.pe
- [27] www.nmtp.info/en
- [28] <http://www.uscg.mil/hq/cg5/cg522/cg5224/bwm.asp>
- [29] <http://www.orkneyharbours.com>
- [30] <http://archive.iwlearn.net/globalballast.imo.org/globalballast.imo.org/index.html>

ANEXOS

Anexo 1. Formato de Registro de Agua de lastre

OMB Control Number 1625-0069
Exp. Date: 31-Aug-2018

BALLAST WATER REPORTING FORM

IS THIS AN AMENDED BALLAST REPORTING FORM? YES NO

1. VESSEL INFORMATION		2. VOYAGE INFORMATION		3. BALLAST WATER USAGE AND CAPACITY	
Vessel Name:	Arrival Port:	<i>Specify Units Below (m³, MT, LT, ST)</i>			
IMO Number:	Arrival Date (D/M/YYYY):	Total Ballast Water on Board:			
Owner:	Agent:	Volume	Units	No. of Tanks in Ballast	
Type:	Last Port:		m ³		
GT:	Country of Last Port:	Total Ballast Water Capacity:			
Call Sign:	Next Port:	Volume	Units	Total No. of Tanks on Ship	
Flag:	Country of Next Port:		m ³		

4. BALLAST WATER MANAGEMENT Total No. Ballast Water Tanks to be discharged:

Of tanks to be discharged, how many: Underwent Exchange: Underwent Alternative Management:

Please specify alternative method(s) used, if any:

If no ballast treatment conducted, state reason why not:

Ballast management plan on board? YES NO Management plan implemented? YES NO

IMO ballast water guidelines on board [res. A.868(20)]? YES NO

5. BALLAST WATER HISTORY: Record all tanks to be deballasted in port state of arrival; IF NONE, GO TO #6 (Use additional sheets as needed)

Tanks/ Holds List multiple sources/tanks separately	BW SOURCE				BW MANAGEMENT PRACTICES						BW DISCHARGE			
	DATE D/M/YYYY	PORT or LAT. LONG.	VOLUME (units)	TEMP (units)	DATE D/M/YYYY	ENDPOINT LAT. LONG.	VOLUME (units)	% Exch	METHOD (ER/FT/ ALT)	SEA HT. (m)	DATE D/M/YYYY	PORT or LAT. LONG.	VOLUME (units)	SALINITY (units)
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg
			m ³	C			m ³		ER				m ³	sg

Ballast Water Tank Codes: Forepeak = FP, Aftpeak = AP, Double Bottom = DB, Wing = WT, Topside = TS, Cargo Hold = CH, Other = O

6. RESPONSIBLE OFFICER'S NAME AND TITLE, PRINTED AND SIGNATURE:

Released 12-Aug-2010

Send form by e-mail

OR

Submit form on-line

NBICReportingForm_old.pdf

Anexo 2. Ejemplo de registro de secuencia de intercambio de agua de lastre

BEP No. _____

BALLAST TANKS								FO/ DO/ FW	GMT Corr.	T R I M	EST. DRAFT		BM	SF	VIS	P R O P	TIME EST.						
A P T	6 WBT		5 WBT		4 WBT		3 WBT		2 WBT		1 WBT		FPT (U) FPT (L)	MT	m	m	AP m	FP m	%	%	m	%	h
	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S											
STEP 0																							
STEP 1																							
STEP 2																							
STEP 3																							
STEP 4																							
STEP 5																							
STEP 6																							
STEP 7																							
STEP 8																							
STEP 9																							
STEP 10																							
STEP 11																							
STEP 12																							
STEP 13																							
																					Total time:		