

Descripción del Problema

Para mantener la estabilidad de la embarcación durante su tránsito por costas y mar abierto, se utilizan tanques de lastre, los cuales son llenados con agua de mar en el punto de partida, siendo transportado por el mismo buque hasta el lugar de destino donde se descarga, eliminando no sólo el agua presente, sino además todos los materiales y organismos que lleva consigo.

Las zonas costeras poseen una amplia variedad de organismos viviendo a diferentes profundidades, donde se cuentan desde plantas microscópicas a formas juveniles, animales como cangrejos, mariscos varios y peces. El agua capturada por los sistemas de lastre de los buques pueden captar una gran variedad de la biota presente en el sector, trasladándola a otros sectores del mundo en condiciones tales que permite la sobrevivencia de los mismos al viaje.

La razón de introducción de especies en nuevos ambientes se ha incrementado en forma exponencial debido a este fenómeno (Carlton, 2001). Los impactos económicos negativos de las invasiones de especies marinas foráneas son considerables: sólo la producida por el mejillón cebrá a escala mundial se estima en US\$500M cada año (Ruiz et al., 2001).

El método recomendado actualmente para el control de especies exóticas es el intercambio de agua de lastre en el mar abierto (IMO, 2003), convención redactada por la Organización Marítima Internacional (IMO). Éste método involucra reemplazar el agua costera con la de océano durante el viaje, ya sea el volumen completo de los tanques o por dilución. Sin embargo, éste método no es siempre biológicamente efectivo, o no es posible realizarlo por razones de seguridad para la embarcación misma, tripulación y/o su contenido. En Chile, el cambio de agua de lastre (tanto para embarcaciones extranjeras como de cabotaje provenientes de zonas bajo marea roja u otro fenómeno similar) se debe realizar fuera de aguas territoriales, a más de 12 millas de la costa.

De acuerdo a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, en Chile existen más de un centenar de lugares en los cuales recalán o zarpan buques nacionales y/o internacionales. Cada uno de ellos presenta un potencial peligro de introducción de especies foráneas al sector, que en algunos casos pueden devastar la flora y fauna presente, expandiéndose a los alrededores. Esto es especialmente cierto con especies que provienen de países con latitudes similares al puerto en cuestión, donde las temperaturas pueden permitir una mejor adaptación.

Debido a la gran cantidad de costa presente en el país, y la presencia de numerosos puertos de relevancia internacional, es de gran importancia contar con un sistema de tratamiento de las aguas de lastre provenientes de otras zonas que permita elevar el nivel de seguridad biológica, disminuyendo los riesgos de traslado e introducción de especies foráneas, con las graves consecuencias económicas, ambientales y sociales que esto acarrea.

Fundamento de la Tecnología Desarrollada

La aplicación del método de intercambio de agua de lastre en alta mar, especificada por la Organización Marítima Internacional, no es siempre posible debido a problemas de seguridad o restricciones geográficas. Además, en muchos casos no resulta biológicamente eficiente, en cuanto a la remoción y expulsión de los organismos y sedimentos alojados en el tanque. Esto ha resultado en el desarrollo de tecnologías para reducir el riesgo de contaminación, aplicados de acuerdo a lo que se quiere eliminar.

Los tratamientos químicos con biocidas son los más comúnmente aplicados, aunque su selección se limita frente a los posibles efectos sobre el ambiente y los seres humanos, por tratarse usualmente de poderosos agentes oxidantes, como el ozono y cloro. Agentes no-oxidantes como diversos pesticidas son también utilizados, y pueden resultar altamente tóxicos para quienes los usan, además de permanecer por cierto lapso de tiempo en las aguas tratadas.

Los tratamientos físicos se limitan a la remoción del material presente, tales como peces, moluscos y sedimentos, entre otros. Para la eliminación de microorganismos y plancton, organismos más pequeños que escapan a los procesos de filtración común, la elevación de la temperatura del agua de lastre durante el viaje es una opción, pero seriamente limitada debido a los costos que involucra el calentamiento de la masa de agua, cuya temperatura debe ser mantenida por el tiempo necesario, y las constantes pérdidas al exterior debido al contacto con el agua de mar.

Otra forma, actualmente bajo investigación, es la utilización de radiación ultravioleta (UV). Este método es sumamente efectivo contra microorganismos gracias a la capacidad del UV de romper los enlaces que conforman el ADN. Esta molécula (así también como el ARN) tiene su máximo de absorción en los 254-257 [nm], causando el rompimiento de enlaces, formación de enlaces cruzados entre los ácidos nucleicos y proteínas, deteniendo efectivamente la actividad biológica presente. Debido a la capacidad natural de las células de regenerar este tipo de daño, es necesario que la exposición de los microorganismos a la radiación esté determinada de acuerdo a la intensidad de radiación y el tiempo de exposición.

Debido a que la radiación de por sí no elimina partículas más grandes (moluscos, pescados, otros materiales), y su efectividad se ve altamente disminuida por la presencia de material en suspensión, es necesario acoplarlo con otros sistema para remover esta fracción del contenido sólido más grueso. El sistema desarrollado, F8A-T, une la capacidad de la radiación UV en la eliminación de microorganismos, mientras que la parte más gruesa es retirada mediante un filtro físico.

Se ha desarrollado la ingeniería de dos modelos distintos para el sistema F8A: uno para ser implementado a bordo del buque, y el segundo para montarse sobre una

embarcación menor móvil, permitiendo dar asistencia y servicio a los diferentes buques que atracan a puerto.

Impacto

El impacto económico de la tecnología propuesta repercute en dos actores de la industria: las zonas costeras y puertos del país, y las empresas de transporte marítimo.

La disminución del riesgo de contaminación por especies foráneas es siempre un objetivo en todo intercambio comercial, siendo la vía marítima más difícil en este aspecto que la terrestre, y ambas igualmente imposibles de erradicar una vez ocurrida. La capacidad de transporte del agua a través de grandes distancias hace del proceso de deslastrado fuera de las 12 millas una situación riesgosa, particularmente si el buque se acerca a la costa navegando desde el oeste con ola y viento del SSW.

La contaminación que pudiese ocurrir como consecuencia de los agentes biológicos trasladados en el agua de lastre puede repercutir en la actividad económica de cualquier sector costero: pérdida o desaparición de peces, moluscos y algas, incorporación de especies no productivas, afectando no sólo la zona directa (acuicultura, pescadores, pueblos, ciudades), sino la región y en último término, el país completo.

Es de interés de autoridades portuarias así como de empresas navieras el obtener un sistema seguro de gestión y tratamiento de las aguas de lastre. En el primer caso se busca reducir el impacto ambiental descrito anteriormente en las costas del país, especialmente en puertos, zonas en que el tráfico marítimo es particularmente alto. En el segundo caso, la reducción del impacto ambiental permitirá a la empresa entrar a una mayor cantidad de puertos alrededor del mundo, ventaja que impacta directamente con el nivel de ventas y posicionamiento estratégico de la empresa frente a sus competidores en temas de transporte marítimo.

Por otro lado, las empresas navieras reducen el riesgo de cambiar aguas en alta mar (con las consecuentes pérdidas económicas y de vidas), y evitan maniobras riesgosas o descargas problemáticas cerca de la costa. Adicionalmente, al tener un módulo de tratamiento incorporado en la embarcación, serán capaces de tratar sus propias aguas de lastre, y no verse constreñidos con las capacidades de tratamiento de un puerto en particular, o los cobros que pueda realizar. Alternativamente, si no están obligados a disponer de un equipo instalado a bordo, pueden contratar el servicio de la embarcación menor provista de un equipo F&A-T y deslastrar mientras realizan su maniobra de descarga y carga.

La tecnología F8A, entonces, apunta a servir a dos sectores de la misma área productiva: empresas de transporte marítimo, y autoridades y encargados de administrar los puertos en donde los primeros recalán.

Investigación

Con el apoyo de CORFO y la asesoría del Núcleo de Biotecnología Curauma de la Universidad Católica de Valparaíso se está investigando y certificando este Segundo Uso del Filtro F-8A, para con esta tecnología resolver este complejo problema de la técnica, común a todos los puertos internacionales.