

Informe técnico CICESE.
Serie Embarcaciones Oceanográficas.

Informe de mantenimientos realizados durante varada en dique seco del *B/O Francisco de Ulloa* en los meses de julio y agosto de 2012.

Ing. Juan Carlos Leñero Vazquez.
(lenero@cicese.mx)



Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, División de Oceanología, Departamento de Embarcaciones Oceanográficas.

Derechos reservados © CICESE 2013

Tabla de contenido

Sección	Página
Tabla de contenido	02
Lista de tablas	03
Lista de figuras	03
Introducción	05
Agradecimientos	05
1.- Materiales y métodos.	06
2.- Bases técnicas y legales para sustentar la necesidad de varada.	06
3.- Logística administrativa para la subida y condiciones que retrasaron la subida en el tiempo asignado.	09
4.- Narrativa cronológica de los trabajos de mantenimiento realizados al buque en dique seco.	10
5.- Consideraciones para la ejecución de trabajos de mantenimiento adicionales.	37
6.- Acontecimientos posteriores al mantenimiento en dique seco y reanudación de operaciones.	38
7.- Discusión y comentarios finales.	39
8.- Bibliografía.	41

CICESE MR

Lista de tablas

		Página
I	Cruceros cancelados por causa del mantenimiento en dique seco 2012.	38

Lista de figuras

		Página
1	Lista de inspecciones de ABS para el <i>B/O Francisco de Ulloa</i> para 2012 y 2014.	08
2	Buque entrando al sincroelevador del astillero.	11
3	Buque fuera del agua, quedando en posición de mantenimiento.	12
4	Trozo de red Bongo removida del buje marino del eje de cola.	12
5	Buque siendo sometido a proceso de remoción de pintura con agua a presión.	13
6	Continuando la remoción de pintura del casco.	13
7	Se inicia la aplicación de pintura base roja (primera capa) en el casco.	14
8	Remoción de las válvulas de fondo del buque en proceso.	14
9	Toma de frente del buque. A la izquierda, la pipa de diesel para vaciado de uno de los tanques	15
10	Personal de Ultrasonido Naval e Industrial tomando calibraciones ultrasónicas al casco.	15
11	Parte interna del eje de propela, con empaque desmontado para revisión. Hacia la izquierda a la reductora, a la derecha a popa.	16
12	Terminada la aplicación de la primera capa de pintura base en costado de estribor.	16
13	Remoción de pintura de casco con agua a presión en banda de babor.	17
14	Limpieza con agua a presión de algunas de las válvulas de fondo.	17
15	Parte de las válvulas de fondo, desarmadas, revisadas y con pintura base secando.	18
16	Aplicando grasa al área expuesta de transductores antes de pintar banda de babor, para evitar que la pintura los afecte.	18
17	Aplicación de pintura base roja en el área de popa por la banda de babor.	19
18	Área sospechosa en la banda de babor, correspondiente a forro de taller de máquinas.	19
19	Realizando el marcado del área cercana a la quilla en máquinas a renovar (53cm x 55cm con placa de 5/16"), por parte del inspector titular de Ultrasonido Naval e Industrial.	20
20	Inspector de la casa clasificadora <i>ABS</i> examinando el área sospechosa en la banda de estribor.	20
21	Área de placa a renovar, por estribor, correspondiente a forro de camarote de jefe de máquinas (148cm x 50cm con placa de 5/16").	21
22	Inspector de <i>ABS</i> marcando reparación a realizar en estabilizador de popa de la banda de estribor.	21
23	Extracción de contenido de la sentina de máquinas en proceso.	22
24	Reparación de la fuga del estabilizador de popa estribor.	23
25	Nueva tubería en línea de sonda de tanque de diesel #7 estribor.	23
26	Aplicación de segunda capa de base clara a casco, costado de babor.	24
27	Algunas de las válvulas de fondo luego del mantenimiento completo.	24

28	Una de las tapas del enfriador de máquina principal, mostrando severa corrosión.	25
29	ADCP aún acoplado a la tapa del poceto, luego de ser sacado del mismo.	25
30	Aplicando la primera capa de pintura anti-vegetativa en color negro al casco.	26
31	Terminada la aplicación de pintura anti-vegetativa en la obra viva del casco.	26
32	Válvulas listas para instalar y válvula que irá a mantenimiento.	27
33	Aplicada capa de base color blanco a obra muerta, costado de babor.	27
34	Iniciado el corte de placa de casco en costado de estribor. Arriba la obra muerta sin base.	28
35	Terminada la aplicación de la capa de esmalte azul oscuro a obra viva, costado de babor.	28
36	Se termina de quitar la placa de casco dañada en costado de estribor.	29
37	Vista de corte parcial de placa doble forro interno en camarote de oficiales de máquinas.	29
38	Corte de placa de casco cerca de la quilla, bajo cuarto de máquinas.	30
39	Pintura esmalte en obra viva, costado de estribor. El nombre del buque a medio pintar.	30
40	Costado de estribor de buque pintado, ánodos de zinc colocados y números de calado pintados en color blanco.	31
41	Corte de placa en área de máquinas, terminado. Se observa corte adicional cerca de la quilla.	31
42	Personal del astillero presentando nuevo segmento de placa de área de máquinas.	32
43	Presentando la placa nueva para renovación en costado de estribor.	32
44	Avance de soldadura de placa de costado estribor.	33
45	Guardacabo colocado y pintado entre eje y propela del buque.	33
46	Placa nueva en área de máquinas, mostrando los primeros puntos de soldadura.	34
47	Terminado reemplazo de placa en costado de estribor.	34
48	Soldadura de placa nueva en área de máquinas.	35
49	Avance del rearmado de carpintería de camarote de oficiales de máquinas.	35
50	Buque en la cama de transferencia, siendo transportado al sincroelevador.	36
51	Buque en sincroelevador, en maniobra de bajada.	36
52	Distribución de días fuera de operación del <i>B/O Francisco de Ulloa</i> , Junio-Agosto 2012.	39

Introducción

El *Buque Oceanográfico (B/O) Francisco de Ulloa*, propiedad de CICESE, como plataforma de muestreo oceanográfico, ha demostrado ampliamente su valor operativo para diversos proyectos de investigación tanto de esta institución como de instituciones externas. A fin de que el buque permanezca en un estado operacional, y para cuestiones legales, es necesario que con una periodicidad máxima de 30 meses se realice una maniobra de varada del mismo. En estas varadas, aparte de realizar las inspecciones obligatorias de las autoridades competentes, se aprovecha para realizar mantenimientos al casco del buque y otros mantenimientos que son complicados de realizar a flote.

Dado que la última varada del *B/O Francisco de Ulloa* fue realizada en diciembre de 2009, en 2012 se cumplió el tiempo indicado para la siguiente varada. Para esto, se programó en las primeras versiones del Calendario de Operaciones 2012 del *B/O Francisco de Ulloa* la varada para el mes de junio. Sin embargo, por factores que serán mencionados más adelante, la subida no pudo realizarse sino hasta el mes de julio. En las siguientes páginas, se hará una reseña de las inspecciones y mantenimientos realizados al buque durante la varada realizada en los meses de julio y agosto de 2012.

Con el cumplimiento de las inspecciones y los mantenimientos durante cada varada del buque, se garantiza el cumplimiento de las leyes y reglamentos vigentes relativos a la materia, aparte de asegurar que la estructura externa del buque, sujeta al desgaste propio de las condiciones de trabajo en alta mar, se encuentra en un estado aceptable a fin de continuar de manera salva y segura con la realización de los cruceros oceanográficos, tan necesarios para el avance de los proyectos de investigación y en general, para el progreso de la ciencia y el cumplimiento de la misión de CICESE.

Agradecimientos

El autor de este informe desea agradecer, primeramente, al personal del Departamento de Embarcaciones Oceanográficas (DEO) que se encontró directa e indirectamente involucrado en las maniobras, trámites y labores de supervisión y dirección para que la varada del buque se llevara a cabo de manera exitosa. Igualmente, a las áreas administrativas de CICESE, dado que sin su gestión no hubiera sido posible la tramitación para la contratación de los servicios del astillero y las inspecciones de la casa clasificadora, ni la adquisición de los materiales necesarios para llevar a cabo los mantenimientos en seco. Así mismo, agradecimientos a todos los proveedores de materiales y servicios que apoyaron a que los trabajos de mantenimiento e inspecciones fueran cumplidas en tiempo y forma.

1. Materiales y métodos.

Dada la naturaleza narrativa y descriptiva de este informe técnico, la metodología para la obtención de los resultados del mantenimiento del buque en dique seco consistió, principalmente, en la observación presencial y adquisición de material fotográfico durante la supervisión de los trabajos realizados en las instalaciones del astillero.

Así mismo, para el fundamento de los apartados de logística administrativa, se recurrió a consultar el archivo documental del DEO para la obtención y captura digital de los elementos probatorios referidos, los cuales se incorporan al presente informe como anexos.

Aparte, para el detallado de las bases técnicas y legales se recurrió a consultas en línea de los textos de referencia en la cual se estipulan dichas bases, fuentes que se encuentran en la bibliografía de este informe.

2. Bases técnicas y legales para sustentar la necesidad de varada.

Todo aparato flotante, por su propia naturaleza, tiene al menos una parte de su estructura sumergida bajo el agua. De manera general, en los buques, la estructura del mismo se separa en obra muerta y obra viva o fondo. La obra muerta es la que se encuentra por encima de la línea de flotación (fuera del agua) y, en contraparte, la obra viva es la que se encuentra por debajo de la línea de flotación (bajo el agua).

El mantenimiento de toda embarcación no puede estar limitado a la obra muerta, dado que toda la estructura de la embarcación está sujeta a desgaste. Especialmente en las embarcaciones que trabajan en agua salada, el desgaste en la obra viva y componentes sumergidos suele ser mayor, por muchos efectos y procesos, entre ellos:

- Corrosión galvánica, con efecto aumentado por el agua de mar.
- Corrosión causada por agua en contacto con la parte interna del casco en la obra viva, y especialmente visible en áreas de sentina.
- Crecimiento biológico en la obra viva y otros componentes sumergidos.
- Encalladuras.
- Efecto de fricción durante la navegación.
- Efecto de golpe de mar y colisiones con obstáculos sumergidos y no visibles.

Es de importancia la conservación en buen estado de la obra viva, por ser la estructura principal que mantiene la estanqueidad de la embarcación, y cualquier daño de gravedad en la obra viva pondría directamente en riesgo la estabilidad de la embarcación, pudiendo terminar inclusive en el hundimiento y pérdida total de la misma. Aparte, para las embarcaciones autopropulsadas, es

normal que todo el sistema de propulsión (propelas con sus ejes, propulsores azimutales, etc.), de control (pala de timón) y tomas de agua salada para las necesidades del buque (refrigeración de máquinas, aire acondicionado, uso general, contra incendio, tratamiento en planta desaladora, etc.) reside en la parte de la obra viva, y estos elementos requieren de mantenimiento para operar de manera adecuada.

La limitante principal en el mantenimiento de la obra viva es, precisamente, que se encuentra debajo del agua. Por ello, no recibe mantenimiento de manera tan frecuente como lo hace la obra muerta. El objetivo de toda subida a dique seco es, precisamente, brindar un mantenimiento exhaustivo a la obra viva y todos los componentes sumergidos, y de ahí deriva la necesidad técnica de realizar estos mantenimientos en dique seco.

El *B/O Francisco de Ulloa*, propiedad de CICESE y con bandera mexicana desde que inició operaciones en 1993, está sujeto a las leyes y reglamentos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de las disposiciones de la Dirección General de Marina Mercante (DGMM) para la autorización de su operación. Uno de estos requisitos, es el mantenimiento de un Certificado de Seguridad Marítima Nacional, el cual se estipula en el artículo 19 inciso a) del Reglamento de Inspección de Seguridad Marítima publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 12 de mayo de 2004. De acuerdo al artículo 20 de ese mismo reglamento, su vigencia máxima es de 12 meses, y su emisión es directamente dependiente del resultado de una inspección realizada por personal adscrito a DGMM – SCT y con la autoridad para signar el certificado emitido.

Aparte de la inspección anual, la cual puede ser realizada mientras el buque se encuentra a flote, y para dar cumplimiento al requisito del artículo 9 del reglamento mencionado arriba y a la Norma Oficial Mexicana NOM-020-SCT4-1995 "Frecuencia de inspecciones en seco para embarcaciones y artefactos navales", publicada en el DOF el 14 de mayo de 1999, se obtiene que, independientemente de las inspecciones anuales, los buques están obligados a ser inspeccionados en seco dos veces en un período de cinco años, es decir, cada 30 meses (2.5 años).

Para el caso específico del *B/O Francisco de Ulloa*, las últimas varadas fueron realizadas en mayo - junio de 2009 (varada programada) y diciembre 2009 - enero 2010 (varada para reparaciones emergentes de placa de casco del costado de babor), y por ello, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la NOM correspondiente, durante el mes de junio de 2012 se cumplieron los 30 meses para realizar la siguiente varada.

Aparte de lo anterior, el *B/O Francisco de Ulloa* se encuentra en clase con la casa clasificadora *American Bureau of Shipping* (ABS). A fin de mantener la clasificación de ABS vigente, que dadas las condiciones bajo las que se encuentra contratada la póliza de seguro patrimonial del buque es

indispensable para su navegación, la misma casa clasificadora emite al armador del buque (en este caso CICESE) un calendario de inspecciones.

El calendario de inspecciones de ABS 2012 para el *B/O Francisco de Ulloa* marcaba tres inspecciones a realizar:

- Inspección anual de casco e inspección anual de maquinaria (*Annual Hull Survey* y *Annual Machinery Survey*). Estas son pruebas operativas de casco y maquinaria y pueden realizarse sin problema mientras el buque se encuentre a flote. La fecha límite para realizar estas inspecciones en 2012 era el 30 de julio.
- Inspección en dique seco (*Drydock survey*). Esta inspección de dique seco forzosamente debe ser realizada mientras el buque se encuentra varado. Se realiza cada 36 meses, de acuerdo a la parte 7, capítulo 2, sección 1, punto 11.1 primer párrafo de la reglamentación vigente de inspecciones post-construcción de embarcaciones de dicha casa clasificadora. Para registros de ABS se toma en cuenta la más reciente varada programada como punto de referencia para la siguiente inspección, y dado que la varada programada más reciente se concluyó en junio de 2009, la fecha límite para realizar esta inspección era al 21 de junio de 2012.

ABS Survey Manager - Scheduled Surveys - All

Name : FRANCISCO DE ULLOA Class Number : 9430537
 Status : In Operation, Active, Classed IMO Number : 8875293

Survey Name	Status	Interval	Last Visit Date	Due Date	Range Date	Extended Date
Classification						
Annual Hull Survey 3		12		30 Apr 2012	30 Jan 2012 - 30 Jul 2012	
Annual Machinery Survey 3		12		30 Apr 2012	30 Jan 2012 - 30 Jul 2012	
Drydocking Survey		36		21 Jun 2012		
Special Periodical Survey - Hull 4		60		30 Apr 2014	30 Jan 2013 - 30 Apr 2014	
Special Periodical Survey - Machinery 4		60		30 Apr 2014	30 Jan 2013 - 30 Apr 2014	
Tailshaft Survey - Tail Shaft - Water		60		21 Jun 2014		

Due States Overdue Overdue within 180 days Overdue after 180 days Survey complete pending review Indicates survey requested or in progress

Fig. 1 - Lista de inspecciones de ABS para el *B/O Francisco de Ulloa* para 2012 y 2014.

Para dar cumplimiento a todo lo anterior, y principalmente para obtener la confianza que brinda la realización y obtención de resultados satisfactorios en las inspecciones antes mencionadas, se determinó la necesidad de hacer la reservación de tiempo en el Calendario de Operaciones 2012 del *B/O Francisco de Ulloa* para tenerlo disponible a fin de realizar la varada y cumplir con las inspecciones necesarias tanto por DGMM – SCT como por ABS.

3. Logística administrativa para la subida y condiciones que retrasaron la subida en el tiempo asignado.

Durante los meses de noviembre y diciembre de 2011 se realizaron reuniones en el DEO para hacer el Calendario de Operaciones 2012 del *B/O Francisco de Ulloa*, tomando en cuenta las solicitudes de tiempo de barco recibidas en la convocatoria correspondiente. Durante la realización de ese calendario, en su segunda versión, se reservó el período del 2 al 22 de junio de 2012 para realizar la subida a dique seco del buque, dado que con este período se cumplían las condiciones de tiempos de inspección en dique seco tanto con la casa clasificadora ABS como con DGMM – SCT. Para esto, se programaron los cruceros de tal forma que el buque se encontrara en su puerto base de Ensenada, B. C., durante el período antes mencionado. Esto, debido a que, a fin de dar supervisión completa a los trabajos, de mantener el contacto directo con quien resultara el dique seleccionado para brindar los trabajos y en función del costo-beneficio por erogaciones adicionales (como traslado del buque y transportaciones de personal necesarios), es técnica y económicamente deseable que los mantenimientos de dique sean realizados en el puerto base, donde se encuentra el campus CICESE, con la disponibilidad de personal de todas las áreas que se requieran para dar agilidad y supervisión adecuada al proceso.

Dado que CICESE es un organismo descentralizado del Gobierno Federal, está obligado a realizar contratos para la obtención de productos y/o servicios, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (LAASSP). Para este proceso, durante el mes de mayo de 2012 se solicitaron cotizaciones de los servicios de mantenimiento en dique seco a tres astilleros reconocidos en el puerto de Ensenada, B. C., siendo estos Grupo Peredia e Hijos, S. A. de C. V., Astilleros Progreso, S. A. de C. V. y Gran Península, S. A. de C. V. De estos tres proveedores, solo el último respondió con su propuesta económica para los mantenimientos. Por ello, fue necesario someter al Comité de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios (CAAS) de CICESE la solicitud de que, al no cumplirse las condiciones de tener como mínimo tres propuestas económicas, se aprobara la adjudicación directa del contrato de mantenimiento en dique seco del buque al único proponente que presentó su propuesta económica, a fin de evitar mayores retrasos. Dicha solicitud fue puesta a consideración en la quinta reunión extraordinaria del CAAS, fechada al 8 de junio de 2012, con un dictamen de procedencia de la solicitud emitido por el CAAS en esa misma fecha.

A partir del dictamen de procedencia, se trabajó, con apoyo del área de Servicios Generales de CICESE, en elaborar el contrato respectivo con el astillero seleccionado y su firma para regularizarlo, quedando dichos trabajos amparados con el contrato AD-CIC/SG-2012-0030. Así mismo, se le solicitaron y el astillero entregó las pólizas fianza para garantizar los trabajos del contrato que marca la ley. Una de ellas, correspondiente al 10% del monto total del contrato, y la segunda correspondiente al 100% del anticipo otorgado, debido a que el proveedor solicitó un adelanto del 50% del monto inicial del contrato.

Adicionalmente, una vez enterados del dictamen de procedencia, el DEO notificó al proveedor seleccionado a fin de iniciar la logística operativa para realizar el diqueado del buque. Sin embargo, el mismo proveedor notificó al DEO, primero de manera verbal y finalmente por escrito, de que al haberse retrasado los trabajos de mantenimiento en otro buque que se encontraba previamente en el astillero, y al encontrarse saturados los espacios en el mismo, no sería posible realizar la varada sino hasta que uno de los buques en mantenimiento concluyera los mismos. Por ello, la nueva fecha de subida a dique seco quedó establecida para el jueves 12 de julio. Por esto último, a pesar de tener reservado el período para mantenimiento en dique seco del 2 al 22 de junio de 2012 en el Calendario de Operaciones 2012 del *B/O Francisco de Ulloa* y de que el buque arribó al puerto de Ensenada, B. C., conforme estaba planeado, el 24 de mayo de 2012, la subida a dique se realizó efectivamente en el período del 12 de julio al 6 de agosto de 2012.

4. Narrativa cronológica de los trabajos de mantenimiento realizados al buque en dique seco. MR

Durante esta subida del buque a dique seco, a consideración del DEO, los trabajos necesarios serían los siguientes:

- Maniobra de subida y bajada del buque a dique y servicios conexos (estadías del buque en dique, energía eléctrica, instalación de andamios y remoción de basura).
- Limpieza de casco, tanto por rasqueteo (que se hace el mismo día que se sube el buque a dique, para remover materia orgánica adherida al casco en la "obra viva", por debajo de la línea de flotación) como por alta presión de agua.
- Pintura de casco externo del buque, por arriba y por debajo de la línea de flotación del buque. Se aprovecharía para cambiar el color de la "obra muerta" (parte del casco por encima de la línea de flotación) del color blanco que tenía desde 1993 a un color azul oscuro. Pintura de detalles (nombre de buque, verduguillo y números de calado) en tono blanco.
- Toma de 150 mediciones ultrasónicas no destructivas de espesor de placa de casco, con la entrega de su informe de calibraciones correspondiente, a fin de determinar si fuese necesario cambio de placa en áreas con desgaste.

- Toma de huelgos (tolerancia de espacio vacío) entre eje de cola y buje, a fin de determinar si el desgaste del buje es aceptable y se encuentra dentro de los parámetros de seguridad.
- Remoción de 36 e instalación de 38 ánodos de sacrificio de zinc tipo torpedo soldables en la "obra viva" del casco, los cuales cumplen la función de protección contra la corrosión galvánica de la placa de acero del casco.
- Mantenimiento a válvulas de toma de agua de fondo del buque.

Como se mencionó antes, los trabajos en dique seco se realizaron a partir del jueves 12 de julio y hasta el lunes 6 de agosto de 2012. A continuación, se presenta la narrativa cronológica de dichos trabajos de mantenimiento.

◆ Jueves 12 de julio de 2012.

Día de maniobra de subida a dique seco. Se inició la maniobra a las 09:37 horas (UTC -7) con el zarpe del buque del muelle de API Ensenada hacia el sincroelevador del astillero, quedando el buque en seco, en posición de mantenimiento y con conexión a energía eléctrica de tierra a las 12:53 horas. Por la tarde de este día, personal del astillero instala el andamiaje y escala de acceso al buque, inicia la limpieza por rasqueteo de crecimiento biológico adherido al casco, el lavado de casco con agua a presión, la remoción de rejillas de tomas de agua y rejillas de propela de propulsor de proa para limpieza y la remoción de los viejos ánodos de zinc del casco.



Fig. 2 – Buque entrando al sincroelevador del astillero.



Fig. 3 – Buque fuera del agua, quedando en posición de mantenimiento.

◆ Viernes 13 de julio de 2012.

Finaliza la remoción de ánodos de zinc del casco. Inicia revisión de huelgos de eje de propela, y al revisar el eje se encuentra y se remueve trozo de lo que parece ser red Bongo del proyecto IMECOCAL, la cual se perdió en el crucero de este mismo proyecto FU1003-245 en marzo-abril de 2010. Se inicia la remoción de pintura de casco con agua a presión (*waterblast*).

MR



Fig. 4 – Trozo de red Bongo removida del buje marino del eje de cola.



Fig. 5 – Buque siendo sometido a proceso de remoción de pintura con agua a presión.

◆ Sábado 14 de julio de 2012.

Los ánodos de zinc removidos del buque se transportan vía terrestre a las oficinas del DEO, quedando a resguardo en las instalaciones de CICESE. Continúa la remoción de la pintura de casco con agua a presión. En la fotografía se aprecia la oxidación que se forma en el área de metal de casco ya expuesto a la intemperie y sin pintura.



Fig. 6 – Continuando la remoción de pintura del casco.

◆ Lunes 16 de julio de 2012.

Se inicia el desmontaje de las válvulas de fondo del área de máquinas del buque, para darles mantenimiento. Se inicia la aplicación de pintura base, primera capa en color rojo, en el casco del buque, en el costado de estribor.



Fig. 7 – Se inicia la aplicación de pintura base roja (primera capa) en el casco.



Fig. 8 – Remoción de las válvulas de fondo del buque en proceso.

◆ Martes 17 de julio de 2012.

Para realizar mantenimiento al tanque de diesel # 7 (popa, estribor), se extraen 7,333 litros de diesel del buque por medio del proveedor local (Distribuidora Dagal). Se realiza la toma de huelgos de mecha de timón. Se termina la remoción de pintura vieja en la banda de estribor. Para determinar el estado del casco del buque, se realiza una sesión de toma ultrasónica de espesores de placas de casco por parte de Ultrasonido Naval e Industrial, donde se detectan algunas áreas de casco con problemas en el área de estribor.



Fig. 9 – Toma de frente del buque. A la izquierda, la pipa de diesel para vaciado de uno de los tanques.



Fig. 10 – Personal de Ultrasonido Naval e Industrial tomando calibraciones ultrasónicas al casco.

◆ Miércoles 18 de julio de 2012.

Se termina la aplicación de la primera capa de base roja en el costado de estribor, y se aprovecha para aplicar pintura base al ancla. Se lleva a cabo la apertura del tanque de diesel posterior de estribor para ventilación de gases para posterior mantenimiento. Motivado por el tramo de red encontrado en el buje marino del eje de propela el pasado 13 de septiembre, se decidió desmontar el empaque del eje en la parte interna del buque (en la sala de máquinas, cerca de la reductora de la máquina principal) para revisar que no hubiera mayor daño por fricción o por cuerpos extraños en el eje o el buje, encontrándose todo en orden.



Fig. 11 – Parte interna del eje de propela, con empaque desmontado para revisión. Hacia la izquierda a la reductora, a la derecha a popa.



Fig. 12 – Terminada la aplicación de la primera capa de pintura base en costado de estribor.

◆ Jueves 19 de junio de 2012.

Se procede a iniciar la remoción de pintura con agua a presión al costado de babor, y se aprovecha el sistema de agua a presión para realizar la remoción de incrustaciones biológicas de las válvulas de fondo, como parte de su mantenimiento.



Fig. 13 – Remoción de pintura de casco con agua a presión en banda de babor.



Fig. 14 – Limpieza con agua a presión de algunas de las válvulas de fondo.

◆ Viernes 20 de julio de 2012.

Continuación del trabajo de remoción de pintura con agua a presión en el costado de babor. Desarmado, revisión de sellos y aplicación de pintura base color gris a las válvulas de fondo del buque.



Fig. 15 – Parte de las válvulas de fondo, desarmadas, revisadas y con pintura base secando.

◆ Lunes 23 de julio de 2012.

Termina la aplicación de la primera capa de base color rojo en el costado de babor del casco. Concluyen mediciones ultrasónicas de espesor de casco del buque y se concreta la visita al buque por parte del inspector local de la casa clasificadora ABS (Ing. Juan Gerardo Rojas López). Junto con el inspector titular de Ultrasonido Naval e Industrial (Ing. Antelmo Cruz Cerecedo) y el capitán del buque (P. N. Pedro Núñez Cota), se determina que existen dos áreas de casco en la banda de estribor que requieren cambio de placa (cerca de la quilla en máquinas y a media eslora en forro de camarote de jefe de máquinas), por lo que se realiza el marcado de dichas áreas para proceder a su renovación.



Fig. 16 – Aplicando grasa al área expuesta de transductores antes de pintar banda de babor, para evitar que la pintura los afecte.



Fig. 17 – Aplicación de pintura base roja en el área de popa por la banda de babor.

En la figura 18, visualmente se aprecia desgaste en esta área. Sin embargo, las calibraciones tomadas muestran que se encuentra dentro del margen de seguridad permitido y no se requirió su renovación, quedando en observación para la siguiente subida.



Fig. 18 – Área sospechosa en la banda de babor, correspondiente a forro de taller de máquinas.



Fig. 19 – Realizando el marcado del área cercana a la quilla en máquinas a renovar (53cm x 55cm con placa de 5/16”), por parte del inspector titular de Ultrasonido Naval e Industrial.



Fig. 20 – Inspector de la casa clasificadora *ABS* examinando el área sospechosa en la banda de estribor.



Fig. 21 – Área de placa a renovar, por estribor, correspondiente a forro de camarote de jefe de máquinas (148cm x 50cm con placa de 5/16”).

Durante la inspección visual de este día, se detectó que el estabilizador de popa que se encuentra en la banda de estribor se encontraba derramando una pequeña cantidad de aceite de su interior. Por lo tanto, el inspector local de *ABS* marcó dicho defecto, a fin de que se reparara con soldadura.



Fig. 22 – Inspector de *ABS* marcando reparación a realizar en estabilizador de popa de la banda de estribor.

◆ Martes 24 de julio de 2012.

Al determinarse que una de las áreas donde existía placa a renovar correspondía a la sentina de máquinas, fue necesario vaciar la sentina, para lo cual se empleó una de las aperturas de las válvulas de fondo para servir de paso a una manguera conectada a un tanque exterior, a fin de trasvasar el contenido de la sentina.

En trabajos de soldadura, de acuerdo a la recomendación del inspector de *ABS*, se realizó la reparación con soldadura de la fuga que afectaba al estabilizador de popa de la banda de estribor. Igualmente, al encontrarse el tanque de diesel # 7 (popa, estribor) limpio y ventilado de gases, se procedió a la reparación pendiente, consistente en soldar nueva tubería en la línea para tomar la sonda (nivel de contenido) de dicho tanque.

Las válvulas de fondo siguieron su mantenimiento, con el proceso de aplicación de capa de pintura esmalte por la carcasa exterior y pintura anti-vegetativa en el interior.

Adicionalmente, se solicitó la revisión del enfriador (intercambiador de calor) de la máquina principal, encontrando que las dos tapas de toma y salida de agua del mismo presentaban un nivel de corrosión avanzado, siendo necesario su reemplazo.



Fig. 23 – Extracción de contenido de la sentina de máquinas en proceso.



Fig. 24 – Reparación de la fuga del estabilizador de popa estribor.



Fig. 25 – Nueva tubería en línea de sonda de tanque de diesel #7 estribor.



Fig. 26 – Aplicación de segunda capa de base clara a casco, costado de babor.



Fig. 27 – Algunas de las válvulas de fondo luego del mantenimiento completo.



Fig. 28 – Una de las tapas del enfriador de máquina principal, mostrando severa corrosión.

◆ Miércoles 25 de julio de 2012.

A fin de dar mantenimiento al nicho y al instrumento, personal de CICESE realiza maniobra de apertura de nicho, remoción de tapa inferior de nicho, drenado de agua destilada de nicho y extracción de ADCP montado al casco. Una mayor descripción de estos trabajos se puede encontrar en el informe técnico de López-Chico, J. R. y Leñero-Vazquez, J. C., 2013.

Se terminó la aplicación de pintura base al casco, y por la tarde (con la última capa de pintura base aún relativamente fresca) se aplicó la primera capa de pintura anti-vegetativa en color negro.



Fig. 29 – ADCP aún acoplado a la tapa del poceto, luego de ser sacado del mismo.



Fig. 30 – Aplicando la primera capa de pintura anti-vegetativa en color negro al casco.

◆ Jueves 26 de julio de 2012.

Se finaliza la pintura de obra viva, con la aplicación de la segunda y final capa de pintura anti-vegetativa en color rojo. Se siguen los trabajos de mantenimiento de válvulas de fondo, con la instalación de válvulas con mantenimiento terminado y la remoción de válvulas de tomas a proa del buque para continuar los trabajos. Para realizar el cambio de placa de casco en costado de estribor, se empieza el desarmado de carpintería del camarote de oficiales de máquinas, necesario para tener acceso por la parte interna del casco a la placa a cambiar.



Fig. 31 – Terminada la aplicación de pintura anti-vegetativa en la obra viva del casco.



Fig. 32 – Válvulas listas para instalar y válvula que irá a mantenimiento.

◆ Viernes 27 de julio de 2012.

Por la mañana se finaliza el trabajo de carpintería necesario para acceder al costado del buque para cambio de placa y se procede a realizar los primeros cortes de la placa a reponer. Se hace entrega en el astillero de placa de acero certificada ABS de 5/16" (la cual se adquirió en 2009 para el diqueado emergente y se conservó en el patio del DEO) y de 38 ánodos nuevos de zinc, quedando estos a resguardo para ser empleados conforme se requiera. Se aplica capa de base color blanco a obra muerta de casco en costado de babor y parte a proa del costado de estribor.



Fig. 33 – Aplicada capa de base color blanco a obra muerta, costado de babor.



Fig. 34 – Iniciado el corte de placa de casco en costado de estribor. Arriba la obra muerta sin base.

◆ Sábado 28 de julio de 2012.

Se termina la aplicación de pintura base blanca en obra muerta en el costado de estribor, y se inicia la aplicación de pintura esmalte color azul oscuro al costado de babor. Se termina la remoción de la placa de casco a cambiar en el costado de estribor.



Fig. 35 – Terminada la aplicación de la capa de esmalte azul oscuro a obra viva, costado de babor.



Fig. 36 – Se termina de quitar la placa de casco dañada en costado de estribor.

◆ Lunes 30 de julio de 2012.

Se procede con el corte de placa de doble forro (interno) en camarote de oficiales de máquinas y se inicia el corte de placa de casco cerca de la quilla correspondiente a la sección a reemplazar bajo cuarto de máquinas. Se aplica la capa de pintura esmalte azul oscuro al costado de estribor y se inicia la pintura de verduguete, nombre de buque y números de calado en color contrastante al de casco.

MR



Fig. 37 – Vista de corte parcial de placa doble forro interno en camarote de oficiales de máquinas.



Fig. 38 – Corte de placa de casco cerca de la quilla, bajo cuarto de máquinas.



Fig. 39 – Pintura esmalte en obra viva, costado de estribor. El nombre del buque a medio pintar.

◆ Martes 31 de julio de 2012.

Se instalan mediante soldadura 38 ánodos de zinc al casco del buque, en la sección de obra viva. Se terminan los cortes de placa de casco en ambas zonas a reparar (se necesitó un corte adicional cerca de la quilla para soldar

costura del nuevo tramo de placa a colocar), se cortan los insertos de placa nueva y se presentan en las áreas cortadas para iniciar su colocación. Se termina la pintura de nombre de buque, números de calado y verduguete en color blanco para contraste con color de casco.



Fig. 40 – Costado de estribor de buque pintado, ánodos de zinc colocados y números de calado pintados en color blanco.



Fig. 41 – Corte de placa en área de máquinas, terminado. Se observa corte adicional cerca de la quilla.



Fig. 42 – Personal del astillero presentando nuevo segmento de placa de área de máquinas.



Fig. 43 – Presentando la placa nueva para renovación en costado de estribor.

◆ Miércoles 1° de agosto de 2012.

Se inicia la soldadura de los segmentos de placa nueva presentados en las áreas dañadas, tanto en el costado de estribor como en el área de máquinas. Se instala y pinta nuevo guardacabo cerca de la propela del buque.



Fig. 44 – Avance de soldadura de placa de costado estribor.



Fig. 45 – Guardacabo colocado y pintado entre eje y propela del buque.



Fig. 46 – Placa nueva en área de máquinas, mostrando los primeros puntos de soldadura.

◆ Jueves 2 de agosto de 2012.

Se termina la soldadura de placa nueva de costado de estribor a doble unión (soldadura por la cara interna y cara externa del casco). Se continúa con la soldadura de la placa del área de máquinas. Se retornan a bordo los 7,333 litros de diesel marino especial que fueron retirados del buque el 17 de julio.

◆ Viernes 3 de agosto de 2012.

Se aplica pintura a la placa nueva de costado de estribor. Se realiza soldadura de placa de área de máquinas. Se inicia el armado (carpintería) de litera del camarote de oficiales de máquinas del buque.



Fig. 47 – Terminado reemplazo de placa en costado de estribor.



Fig. 48 – Soldadura de placa nueva en área de máquinas.



Fig. 49 – Avance del rearmado de carpintería de camarote de oficiales de máquinas.

◆ Sábado 4 de agosto de 2012.

Se aplica pintura a placa nueva del área de máquinas y se termina el trabajo de carpintería del camarote de oficiales de máquinas, quedando el buque listo para ser reflotado.

◆ Lunes 6 de agosto de 2012.

Día de maniobra de bajada de dique seco. A las 08:30 horas (UTC -7) se inicia la maniobra de bajada, moviendo el buque de su posición de mantenimiento a la cama de transferencia y de ahí al sincroelevador. Iniciando el descenso a las 09:25 horas (UTC -7) y quedando a flote nuevamente, atracado en la entrada del sincroelevador, a las 10:30 horas (UTC -7).



Fig. 50 – Buque en la cama de transferencia, siendo transportado al sincroelevador.



Fig. 51 – Buque en sincroelevador, en maniobra de bajada.

Los trabajos en dique seco terminaron con la bajada del buque de dique seco el día lunes 6 de agosto de 2012.

5. Consideraciones para la ejecución de trabajos de mantenimiento adicionales.

Para toda embarcación, la subida a mantenimiento en seco genera gastos fijos por las revisiones y trabajos rutinarios a los que tiene que ser sometida (limpieza de casco y rejillas de tomas de agua, inspección de estado de propela y timonería, entre otros). Aparte, al estar en una condición en seco, se realizan inspecciones más profundas de la obra viva del casco. Al revisar esta zona, es posible localizar áreas que requieran especial cuidado, o incluso el cambio de placa de casco, al encontrarse su espesor por debajo de los límites de seguridad. Esto es cierto para todas las embarcaciones y artefactos marinos, pero especialmente para aquellos cuya estructura tiene ya una edad significativa y cercana o posterior al tiempo de vida útil de 20-25 años (determinada por la Organización Marítima Internacional en su Resolución A 962 (23) del 4 de marzo de 2004).

El *B/O Francisco de Ulloa*, contando a la fecha de esta subida a dique seco con una edad de poco más de 32 años desde que se tendió su quilla en septiembre de 1981 (aunque el buque fuera convertido en 1992-1993 y entrara en servicio para CICESE a finales de 1993), supera ya el tiempo de vida útil promedio de acuerdo a la resolución de la OMI. Esto no implica que el buque sea peligroso de operar o se encuentre fuera de alguna norma, sino que la OMI recomienda que estos buques se vayan reemplazando por nuevos conforme sea posible. Tomando en cuenta la edad, se le ha prestado especial atención durante las subidas a dique seco al estado de la placa de casco.

En la subida a dique referida en este informe, como en subidas anteriores, y de acuerdo a los resultados de las calibraciones ultrasónicas, fue necesario realizar cambio de placa de casco en dos segmentos en la obra viva:

- ◆ Un segmento de 148 cm x 50 cm (área total de 0.74 metros cuadrados) en la banda de estribor, entre las cuadernas 11 y 13, a la altura del camarote de los oficiales de máquinas.
- ◆ Un segmento de 53 cm x 55 cm (área total de 0.29 metros cuadrados) en la banda de estribor, cerca de la quilla, entre las cuadernas 12 y 14, correspondiente a la sentina del cuarto de máquinas.

Esta reparación, y los servicios conexos necesarios para la misma (vaciado y disposición de residuos en sentinas del buque, desarmado y rearmado de interiores y litera en camarote de oficiales de máquinas, días de estadía adicionales en el astillero) no se encontraban contemplados ni en la lista de trabajos ni en el presupuesto inicial. Finalmente, la fabricación de nuevas tapas del enfriador de la máquina principal del buque ha sido otro trabajo adicional a considerar. Por ello, fue necesario realizar una ampliación al contrato, período de tiempo y monto original del servicio de mantenimiento con el astillero.

6. Acontecimientos posteriores al mantenimiento en dique seco y reanudación de operaciones.

El mantenimiento en dique seco del *B/O Francisco de Ulloa* concluyó el lunes 6 de agosto de 2012. Posterior a esta fecha, se finalizaron con el buque a flote y atracado en las instalaciones del astillero algunos trabajos menores, incluyendo la manufactura e instalación de las tapas del enfriador de la máquina principal y se cerró la inspección de dique seco (*drydock survey*) por parte del inspector de la casa clasificadora *ABS*.

El 14 de agosto de 2012, con el buque acoderado en las instalaciones del recinto portuario de la Administración Portuaria Integral de Ensenada, B. C., se presentó el inspector de *ABS* para realizar las inspecciones anuales de casco y maquinaria al buque. De estas inspecciones, se tuvieron una serie de deficiencias, las cuales fue necesario corregir. El viernes 24 de agosto de 2012, luego de corregir las deficiencias notadas por el inspector, se pasaron ambas inspecciones, y con ello quedó cumplido el calendario de inspecciones para el año 2012 del buque, y con ello listo para reanudar operaciones.

El calendario de operaciones 2012 del *B/O Francisco de Ulloa*, basado tanto en los retrasos causados por los movimientos de fechas por disponibilidad de astillero, por la extensión de trabajos del buque en dique seco y por el tiempo adicional no previsto necesario para corregir las deficiencias notadas en las inspecciones anuales de casco y maquinaria, tuvo que ser modificado para poder liberar las fechas empleadas durante todo este proceso. Esto resultó en la cancelación de cuatro cruceros oceanográficos que totalizarían 27 días de tiempo de barco. Los cruceros afectados que fueron cancelados y eliminados del calendario se mencionan a continuación:

Proyecto (Responsable)	Duración (fecha tentativa)
OMCENS (Dr. Rubén Lara Lara).	1 día (Junio 26, 2012)
BTS (Dra. Paula Pérez Brunius).	3 días (Junio 28 – 30, 2012).
IMECOCAL (Dr. Gilberto Gaxiola).	18 días (Agosto 1 – 18, 2012).
BoyaBM (Dr. Gilberto Gaxiola).	5 días (Agosto 20 – 25, 2012).

Tabla I – Cruceros cancelados por causa del mantenimiento en dique seco 2012.

La cancelación de estos cruceros dio lugar a que, el lunes 27 de agosto de 2012, el buque reanudara operaciones, con el zarpe en traslado desde Ensenada, B. C., hacia el puerto de San Felipe, B. C., para retomar la secuencia de cruceros plasmada en el calendario, por no existir tiempo disponible para reponer los cruceros cancelados.

7. Discusión y comentarios finales.

Parte importante de tener un buque oceanográfico, es el correcto mantenimiento de su integridad estructural, el cual garantiza la navegación salva y segura y la preservación de la vida humana en el mar. Para ello, como se detalló en el apartado de bases técnicas y legales, las autoridades tanto nacionales como internacionales emiten sus lineamientos, con el afán de brindar las mejores condiciones de seguridad a las embarcaciones que naveguen en todo el mundo. En este entendido, es preferible que una embarcación invierta el tiempo que sea requerido brindando mantenimientos y realizando inspecciones estructurales, aunque se afecten sus operaciones, con tal de mantener el bienestar tanto de la inversión que implica el buque como del personal que lo tripula y opera.

De los 22 días naturales que se tenía planeado tener el buque fuera de servicio en el calendario de operaciones 2012 por cuestiones de mantenimiento en dique seco, en realidad se emplearon 85 días.

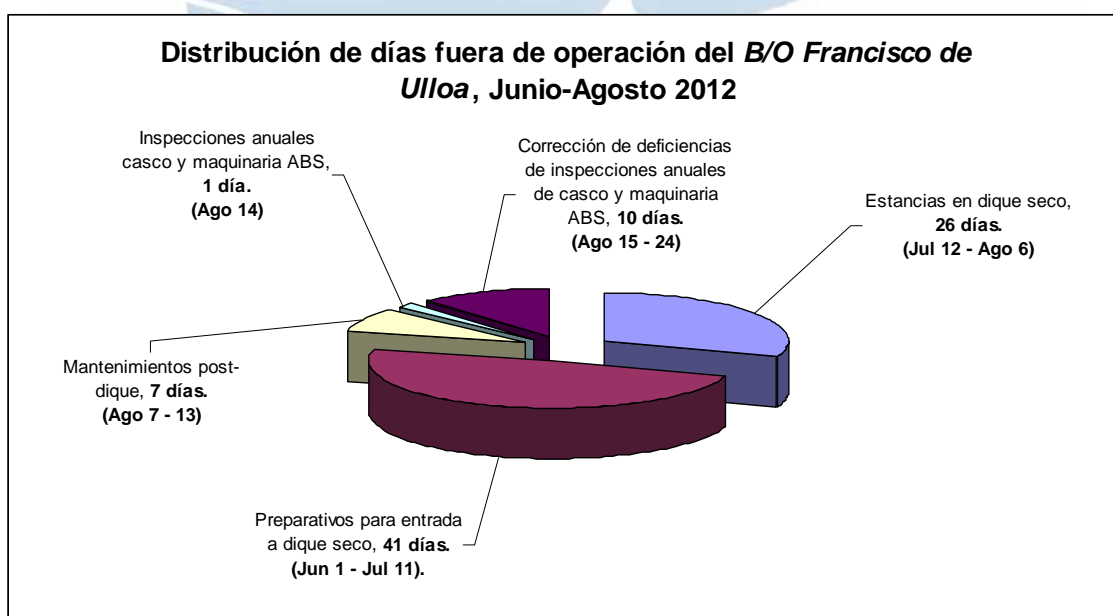


Fig. 52 – Distribución de días fuera de operación del *B/O Francisco de Ulloa*, Junio-Agosto 2012.

Como se aprecia en la figura anterior, de los 22 días originalmente asignados para los trabajos de dique, a pesar de la ampliación por los trabajos adicionales se emplearon únicamente 26. La mayor porción del tiempo fuera de servicio se la llevaron los preparativos de entrada a dique seco, con 41 días. Es importante destacar que, a partir de la reunión del Comité de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios de CICESE del 8 de junio de 2012, se inició la elaboración del contrato del servicio de mantenimiento en dique seco y la logística necesaria. Por parte de CICESE, alrededor del 19 de junio de 2012 se encontraban terminados todos los trámites para iniciar los mantenimientos. Sin embargo, por la no disponibilidad de fechas por parte del astillero, es que el

período de preparativos para entrada a dique seco llegó a 41 días, y no solamente por causas atribuibles a CICESE.

Sin duda, uno de los efectos más reconocibles de esta entrada a dique seco ha sido el cambio de color en el casco del buque. Después de 19 años de usar el color blanco como principal del casco, se determinó cambiarlo por un color azul marino (*ocean blue*, de acuerdo al fabricante de la pintura). Este cambio fue un acuerdo interno del DEO, y se basó en el hecho de que un casco de color blanco es mucho más susceptible a la suciedad producida por los atraques y la fricción contra las protecciones instaladas en muelles y otros buques, lo cual en un casco de color claro produce rápidamente un contraste de colores sucio, y en un casco de color oscuro no es tan notorio a simple vista. Cabe mencionar que el cambio a color oscuro solamente se realizó sobre el casco, y conforme exista disponibilidad de tiempo y presupuesto se hará el cambio a color oscuro de los detalles de la superestructura que actualmente son de color azul brillante (*bright blue* de acuerdo al fabricante de la pintura). Sin embargo, la mayoría de la superestructura conservará el color blanco. Por otro lado, la pintura de obra viva se mantuvo en el color rojo tradicional. Se empleó pintura de la marca *International* en todos los trabajos realizados en este mantenimiento, al haber solicitado cotización del esquema de pintura a tres proveedores y haber recibido respuesta de dos de ellos, siendo la opción mas económica la de marca *International*, suministrada por Agencia Arjona.

Luego de que en marzo-abril de 2010, durante el crucero IMECOCAL FU1003-245, se perdiera en una maniobra de arrastre para muestreo un par de redes Bongo, durante los mantenimientos detallados en este informe, se remueve un segmento de dicha red, la cual se encontraba atorada dentro del buje marino del eje de cola del buque desde el percance ocurrido en el crucero referido. Por la composición física de la red, al no ser de un material altamente abrasivo y ser de una malla fina, el daño que la fricción entre las paredes internas del buje, la red atrapada y el eje de cola no provocó daños considerables ni al buje ni al eje, habiéndose examinado los huelgos entre eje de cola y buje, estando estos dentro de los estándares permitidos. Con la remoción de este segmento de la red Bongo, se permite un funcionamiento óptimo del sistema de propulsión del buque, al no existir objetos que entorpezcan el movimiento del eje que hace rotar la propela.

La limpieza y remoción de incrustaciones biológicas de obra viva del casco, propela, pala de timón reduce el factor de fricción de dichos elementos, mejorando el ritmo de avance del buque; la limpieza de las tomas de agua de mar permite el libre flujo de líquido requerido para las funciones de refrigeración de maquinaria y muestreos oceanográficos del sistema CUFES y del termosalinómetro instalados a bordo; y la limpieza de las rejillas y hélices del propulsor de proa permiten mayor flujo de agua y mejores propiedades dinámicas de las hélices, dando la capacidad al propulsor de trabajar con buen desempeño a la hora de realizar maniobras de reposicionamiento, zarpe y atraque del buque.

Finalmente, con la inspección ultrasónica de grosor de placa de casco, detección de áreas desgastadas y cambio de placa de casco en los lugares en que fue requerido, se asegura que el buque siga siendo una plataforma segura, tanto para el equipo como para el personal, para el desarrollo de las actividades de investigación que se llevan a cabo a bordo.

8. Bibliografía.

México. Reglamento de inspección de seguridad marítima [en línea]. *Diario Oficial de la Federación*, 12 de mayo de 2004. Disponible en versión PDF en <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/38.PDF>>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes – Dirección General de Marina Mercante. *Frecuencia de inspecciones en seco para embarcaciones y artefactos navales* [en línea]. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SCT4-1995. México: 1999. Disponible en versión PDF en <<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/nom/NOM-020.pdf>>.

American Bureau of Shipping. Rules for survey alter construction 2012. Part 7 [en línea]. Reglamentos internos de la casa clasificadora *American Bureau of Shipping*. Estados Unidos de América: 2012. Disponible en versión PDF en <http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/Rules&Guides/LinkedGeneralGuideTitles/Current/Part7_2012>

International Maritime Organization. Resolution A.962(23). IMO Guidelines for ship recycling [en línea]. Resolución de la Organización Marítima Internacional adoptada el 5 de diciembre de 2003. Publicada en 2004. Disponible en versión PDF en <http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=11404&filename=ResShiprecycling962.pdf>.

López Chico, J. R.; Leñero-Vazquez, J. C. *Informe de mantenimiento de ADCP montado al casco del B/O Francisco de Ulloa durante estancia en dique seco del mes de julio del año 2012*. México: CICESE, 2013. 15 p. Disponible en versión PDF en <<http://deo.cicese.mx/Docs/DEO/InfTec/2013/it-jrlc-jclv-2013.pdf>>.