



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE
PRODUCTIVIDAD EN LOS PROCESOS DE CARENAMIENTO
DE BUQUES EN EL VARADERO DE ASTINAVE**

TESIS DE GRADO

Previa obtención del Título de

INGENIERO NAVAL

Presentada por:
José Luis Barberán Nazareno

Guayaquil – Ecuador

2008

AGRADECIMIENTO

A José Rolando Marín López por confiar en este tema, y brindarme su valiosa ayuda y guía durante el desarrollo de este trabajo.

A Astilleros Navales Ecuatorianos (ASTINAVE), la empresa donde trabajo, por la formación profesional que me ha dado y por permitir documentar los tiempos de ejecución de las actividades de carenamiento en el varadero.

A mis compañeros de trabajo Leopoldo León (Jefe del Varadero), y Carlos Molestina (Gerente de Producción), por alentarme, a la ejecución de este tema.

Al estudiante de Ingeniería Naval Geovanny Yungán por su colaboración en la elaboración de los gráficos.

A todas las personas que han influido positivamente en mi formación académica y profesional.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

José Luis Barberán Nazareno

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

M.Sc. Jerry Landívar Zambrano

Presidente del Tribunal

José Marín López, Ph.D.

Director de Tesis

Wilmo Jara C., M.Sc.

Miembro Principal

Ing. Patrick Townsend V.

Miembro Principal

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de graduarme.

A mi madre por su apoyo incondicional, infinito amor, y paciencia por esperar todos estos años.

A mis tías Emma y Carmen (Mi madrina), que me apoyaron y guiaron en todo momento.

A mi hermana Alexis y mi hermano Dany, por su afecto.

Y en especial a mi hija Whitney, por ser la inspiración para seguir adelante.

RESUMEN

En el presente trabajo se han determinado los parámetros de productividad en los trabajos de mantenimiento de 13 embarcaciones en el varadero de ASTINAVE, en el periodo Abril hasta Noviembre, 2008. Luego de una descripción general de las facilidades de ASTINAVE, se mencionan los intervalos entre carenamientos de acuerdo a la Autoridad Marítima y ABS. Luego se realiza una descripción de los procesos típicos que se desarrollan para el mantenimiento de buques, se definen las unidades para evaluarlos, y se los clasifica, de acuerdo a: a) trabajos relacionados con el casco: Cambio de planchaje: H-H/Kg, Limpieza: H-H/m²-maq, Pintado: H-H/m²-maq-capa, Protección catódica: H-H/Kg, Medición de espesores: H-H/prueba, b) Trabajos relacionados con maniobras: Sistema de propulsión: H-H/línea, Sistema de gobierno: H-H/línea, Varada/Desvarada: H-H/maniobra, y, por último c) Trabajos relacionados con interiores del casco: Válvulas de fondo H-H/#válv, y, Tanques de combustible H-H/gal. Se realiza una descripción de las limitaciones de cada proceso para poder estandarizarlos.

Luego se elaboró un formato de registro de datos para cada buque y se calcularon los valores medios, desviaciones estándar y Coeficiente de Variación. Los valores medios y desviaciones estándar obtenidos fueron los

siguientes: Cambio de planchaje 0.2356 H*H/Kg, y 0.0249 H-H/kg, Limpieza 0.435 y 0.0900 H-H/m²-máq, Pintado 0.027 y 0.0032 H-H/m²-máq, Protección catódica 0.116 y 0.0292 H-H/Kg, Medición de espesores 0.030 y 0.0045 H-H/prueba, Sistema de propulsión 136.91 y 44.56 H-H/línea, Sistema de gobierno 54.89 y 13.08 H-H/línea, Varada/Desvarada 44.79 y 8.07 H-H/maniobra, Válvulas de fondo 16.05 y 1.84 H-H/#válv, Tanques de combustible 0.0093 y 0.0017 H-H/gal.

Comparando los valores del Coeficiente de Desviación, se agruparon los procesos como de Alta desviación (>20%): Limpieza de casco, Protección catódica, Sistema de propulsión, y Sistema de gobierno; procesos de desviación Intermedia (12-20%): Medición de espesores, Varada/desvarada, y Limpieza de tanques de combustible. En el grupo de Baja desviación (<12%) se incluyen: Cambio de planchaje, pintado, y Válvulas de fondo. En cada grupo se discuten las posibles causas de la desviación registrada, considerándose que los valores medios de los procesos de baja desviación pueden ser utilizados para efectos de planificación y control.

ÍNDICE GENERAL

Descripción	Pág.
Resumen	i
Índice general	iii
Índice de figuras	v
Índice de tablas	vi
Abreviaturas y Símbolos	vii
	Pág
Introducción	1
Capítulo 1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES	3
1.1 Alcance del Proyecto	3
1.2 Períodos de Carenamiento	5
1.3 Clasificación de los Procesos de Carenamiento	7
1.4 Limitaciones en los procesos	37
Capítulo 2. DETERMINACIÓN de los PARÁMETROS de PRODUCTIVIDAD	40
2.1 Unidades de los Parámetros de Productividad	40
2.2 Registro de Datos	42
2.3 Resumen de Datos	47
2.4 Limitaciones de los Equipos	49

Capítulo 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	56
3.1. Análisis de los parámetros referentes al casco	56
3.2. Análisis de los parámetros de procesos referentes a maniobra	61
3.3. Análisis de los parámetros sobre procesos interiores del casco	64
Conclusiones y Recomendaciones	67
Apéndices.- Histogramas de las Características de las embarcaciones analizadas	71
Bibliografía	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.	Título	Pág.
1	Facilidades en el Varadero de ASTINAVE	5
2	Cambio de planchaje	10
3	Limpieza de casco	12
4	Patrones de limpieza de superficies	13
5	Pintado de embarcaciones	15
6	Plan de Pintura típico	16
7	Corte de un ánodo de zinc	17
8	Medición de Espesores	21
9	Montaje de sistema de propulsión	23
10	Desmontaje de un sistema de gobierno	25
11	Plano de Varamiento de un buque de turismo	28
12	Inicio de la desvarada de un buque	30
13	Válvula de fondo	32
14	Prueba de estanqueidad de una válvula de fondo	32
15	Limpieza de un tanque de combustible	34
16	Flujo de descarga de la máquina de pintado X40	51
17	Hombres-hora/kg de Cambio de Plancha	57
18	Hombres-hora/m ² de Limpieza y #Máquinas empleadas	58
19	Hombres-hora/m ² Pintada y #Máquinas empleadas	59
20	Hombres-hora/kg de ánodos instalados	60

21	Hombres-hora/mediciones realizadas	61
22	Hombres-hora/#Sistemas trabajados	62
23	Hombres-hora/#Sistemas trabajados	63
24	Hombres-hora/#Maniobras	64
25	Hombres-hora/#Válvulas trabajadas	65
26	Hombres-hora/galones de capacidad de tanque limpiados	66

ÍNDICE DE TABLAS

Fig.	Título	Pág.
1	Tolerancias de Desgaste de espesores	20
2	Resumen de los Procesos, Equipos y Unidades	36
3	Tiempos para completar los trabajos de la LG23.4	42
4	Tiempos para completar los trabajos de la CATAM 26.8	43
5	Tiempos para completar los trabajos de la GABARRA 37.5	43
6	Tiempos para completar los trabajos de la LM 44.9	43
7	Tiempos para completar los trabajos de la LG 36	44
8	Tiempos para completar los trabajos de la YATE 24.5	44
9	Tiempos para completar los trabajos del TANQUERO 86	44
10	Tiempos para completar los trabajos del REM 24.4	45
11	Tiempos para completar los trabajos del YATE 32.93	45
12	Tiempos para completar los trabajos de la LG 32	45
13	Tiempos para completar los trabajos de la BARCAZA 28,45	46
14	Tiempos para completar los trabajos del YATE 37,89	46
15	Tiempos para completar los trabajos del TANQUERO 40,24	46
16	Resumen del Cálculo de Parámetros de Productividad	48
17	Características principales de las embarcaciones analizadas	49

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

C_v	Coeficiente de Variación.
μ	Valor Medio.
σ	Desviación Estándar.

INTRODUCCIÓN

Los periodos de carenamiento de cada embarcación son establecidos generalmente por las Sociedades de Clasificación, Autoridad Marítima, ó, Empresas de Seguros, pero el Armador debe coordinar las entradas con el varadero conforme a las disponibilidades de ambos. El armador desea que los períodos de carenamiento sean cortos para cumplir con sus compromisos, y para reducir los pagos al varadero, mientras que este último no tiene área para recibir todos los buques que lo requieren. Estas limitaciones de tiempo y espacio obligan a que el varadero tenga un control efectivo de las actividades programadas para el cumplimiento de lo planificado.

La determinación de los parámetros para cada actividad que se desarrolla durante el carenamiento de un buque, únicamente se la puede realizar en el área de trabajo, en forma específica. Además, cada una de dichas actividades se evalúa en diferente forma, así tenemos por ejemplo: para los cambios de planchaje las unidades son H-H/ton, para la limpieza casco H-H/m²-máq, para el pintado de casco H-H/m²-máq-capa, para trabajos en las válvulas de fondo H-H/#válv, para los trabajos del sistema de propulsión y gobierno H-H/línea, para la protección catódica H-H/Kg, para limpieza de

tanques combustible H-H/gal, para la toma de espesores de planchaje H-H/prueba, y, para la varada y desvarada H-H/maniobra.

Objetivo General: Determinar los parámetros de productividad en los procesos para carenamiento de buques en el varadero de ASTINAVE

Objetivos Específicos:

- Describir, clasificar y establecer los limitantes propios de cada uno de los procesos comunes en el carenamiento de buques.
- Calcular los parámetros de productividad en cada proceso del carenamiento de buques del varadero de ASTINAVE.
- Analizar los resultados de la determinación de valores reales de parámetros de productividad del varadero de ASTINAVE.

Este trabajo permitirá disponer de información real sobre la metodología que se sigue en los procesos de carenamiento de buques en un varadero local. Además también permitirá disponer de los parámetros de productividad para carenamiento de buques, que permita comparar con procesos y parámetros de productividad en otros varaderos. Tal como dice un proverbio norteamericano, “lo que no se puede medir, no se puede evaluar, lo que no se puede evaluar no se puede controlar y lo que no se puede controlar no se puede mejorar”.

CAPÍTULO 1

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

1.1 Alcance del Proyecto

Astilleros Navales Ecuatorianos, ASTINAVE, es una empresa de la Armada del Ecuador, creada para promover la Ingeniería Naval, mediante la construcción, reparación y mantenimiento de buques de la Armada y civiles. ASTINAVE, cuenta con un muelle de 130 metros de longitud, talleres de Soldadura, Mecánica, Electricidad, Motores, Gasfitería, Fundición, Carpintería, Laboratorio de control de calidad, un varadero de hormigón con un área de transferencia de buques, y, dos diques flotantes.

ASTINAVE es una empresa de derecho público, con personería jurídica, patrimonio propio y con domicilio en la ciudad de Guayaquil, y, depende de la Comandancia General de la Marina, a través de la Dirección General del Material. En consecuencia su administración corresponde al Comandante General de la Marina, Director General del Material y Gerente General.

En el varadero de ASTINAVE, se puede dar mantenimiento simultáneamente hasta ocho buques de los cuales cuatro pueden estar bajo techo. El varadero cuenta con una plataforma de varamiento de 35 metros de longitud, 10 de ancho, una área de transferencia de 4000 m², un winche con capacidad de halado de 700 toneladas, seis carros para transferencia, y, cinco carros para varar en extensiones. Además se dispone de dos máquinas semiautomáticas para pintar, un compresor estacionario eléctrico, cinco máquinas para “sandblasting”, un compresor portátil, dos montacargas, una grúa telescópica de dos toneladas, entre otras facilidades.



Figura 1.- Facilidades en el Varadero de ASTINAVE, 2008

1.2 Periodos de carenamiento

La Dirección General de Marina Mercante y del Litoral, DIGMER, que es la autoridad marítima en el país, de acuerdo a una resolución en el reglamento de protección de naves, exige a los armadores a carenar sus embarcaciones cada dos años, [9].

Las sociedades clasificadoras de buques disponen de reglas que establecen los periodos de entrada a dique o parrilla, las cuales son dependientes entre otros parámetros por lo siguiente:

- Tipo de buque.
- Dimensiones del buque (respecto a su eslora).
- Aguas por donde navega el buque.

En base a estos parámetros, dichos periodos de entrada a dique deben ser como sigue:

- 1.- Los buques de pasajeros, los buques ferry o embarcaciones ligeras deben ser examinadas a intervalos que no pasen un año
- 2.- Los buques pesqueros o mercantes, en cambio varían su periodo de acuerdo a su magnitud:
 - a.- Aquellos cuya eslora sea igual o superior a 45 m. deben carenarse y ser examinados por lo menos 2 veces durante cada cinco años, pero el intervalo entre 2 exámenes consecutivos no debe ser superior a 3 años.
 - b.- Aquellos de eslora comprendida entre 24 y 45 metros deben ser examinados en varadero o dique a intervalos que no sobrepasen de 2 años.

c.- Aquellos de eslora inferior a 24 m, en cambio a periodos que no sobrepasen de 1 ½ años.

3.- Para los buques que navegan en agua dulce (ríos o lagos), el periodo de carenaje puede ser extendido a intervalos más largos, en condiciones aprobadas por las sociedades clasificadoras. Las sociedades de Clasificación de buques exigen a los propietarios de embarcaciones ingresar a dique para inspección por lo menos dos veces cada cinco años, [1].

Este compromiso que tienen los armadores de ingresar sus buques a varadero para inspección, obliga a brindar un servicio eficiente, por cuanto para los armadores, “barco parado no gana flete”.

1.3 Clasificación de los Procesos de Carenamiento

Las actividades de los procesos de carenamiento que se analizarán en el presente trabajo son las que se describen a continuación:

Cambio de planchaje

- i. Inspeccionar visualmente el planchaje del casco, y los estructurales.

- ii. Recibir informe de toma de espesores de planchaje.
- iii. Decidir las áreas donde se realizará cambio de planchaje, en base a la recomendación indicada en la toma de espesores.
- iv. Cambiar el planchaje que está fuera de los límites permisibles.
- v. Asignar soldadores calificados para el caso de ejecutarse trabajos en la obra viva.
- vi. Instruir a los soldadores sobre las normas de seguridad e higiene industrial.
- vii. Instalar equipos de seguridad, línea de agua presurizada e extintores contra incendio.
- viii. Verificar que las áreas adyacentes al corte estén libres de material inflamable.
- ix. Realizar prueba de explosividad.
- x. Cortar plancha y/o estructura en mal estado.
- xi. Limpiar estructuras y/o mamparos dejando el área lista para presentar las planchas nuevas.
- xii. Arenar, aplicar capa de pintura y biselar planchas nuevas.
- xiii. Confeccionar mamparos y cuadernas nuevos.
- xiv. Dar forma (conformar) a las planchas y estructuras de acuerdo a los requerimientos (curva simple, curva doble).
- xv. Presentar y soldar en sitio las cuadernas, estructuras y mamparos.

- xvi. Presentar, acoplar y puntear la nueva plancha en sitio utilizando tecles y camarones.
- xvii. Verificar visualmente el correcto acople de la plancha.
- xviii. Soldar las estructuras y cuadernas a la plancha presentada.
- xix. Aplicar cordones de soldadura interior y exteriormente.
- xx. Testificar la prueba de tintas penetrantes en los cordones de soldadura al 100%.
- xxi. Realizar prueba de estanqueidad (hidráulica o neumática) luego de trabajos de soldadura en el interior de tanques de combustible o agua, especialmente cuando la plancha presenta desgaste o "pittings" considerables por corrosión, [3].



Figura 2.- Cambio de planchaje

Limpieza del casco ("sandblasting"=arenado)

- i. Limpiar el casco mediante rasqueteo para eliminar conchillas y moluscos.
- ii. Lavar el buque con agua dulce a presión (rango entre 80 y 120 psi), para eliminar las sales, utilizando cepillo de bejuco cuando sea necesario.
- iii. Pasar la arena por el tamiz para obtener el material abrasivo con un grano de diámetro inferior al ojo del tamiz.
- iv. Preparar la máquina de "sandblasting": compresor con presión de salida de 100 psi.
- v. Preparar los equipos de protección personal tales como: máscara para polvo, protectores faciales, capuchas de protección corporal y equipo de respiración individual, estos últimos en caso de que las áreas a limpiarse se encuentren en lugares cerrados.
- vi. Arenar el casco de acuerdo a lo indicado en el plan de limpieza.
- vii. Verificar el cumplimiento de los requerimientos para arenado grado SA 2 ½, mediante los requerimientos de patrones fotográficos, [3].



Figura 3.- Limpieza de casco

Patrones fotográficos

Patrones orientativos. Los únicos oficialmente válidos son los que figuran en las normas ISO 8501-1 - SIS 055900.

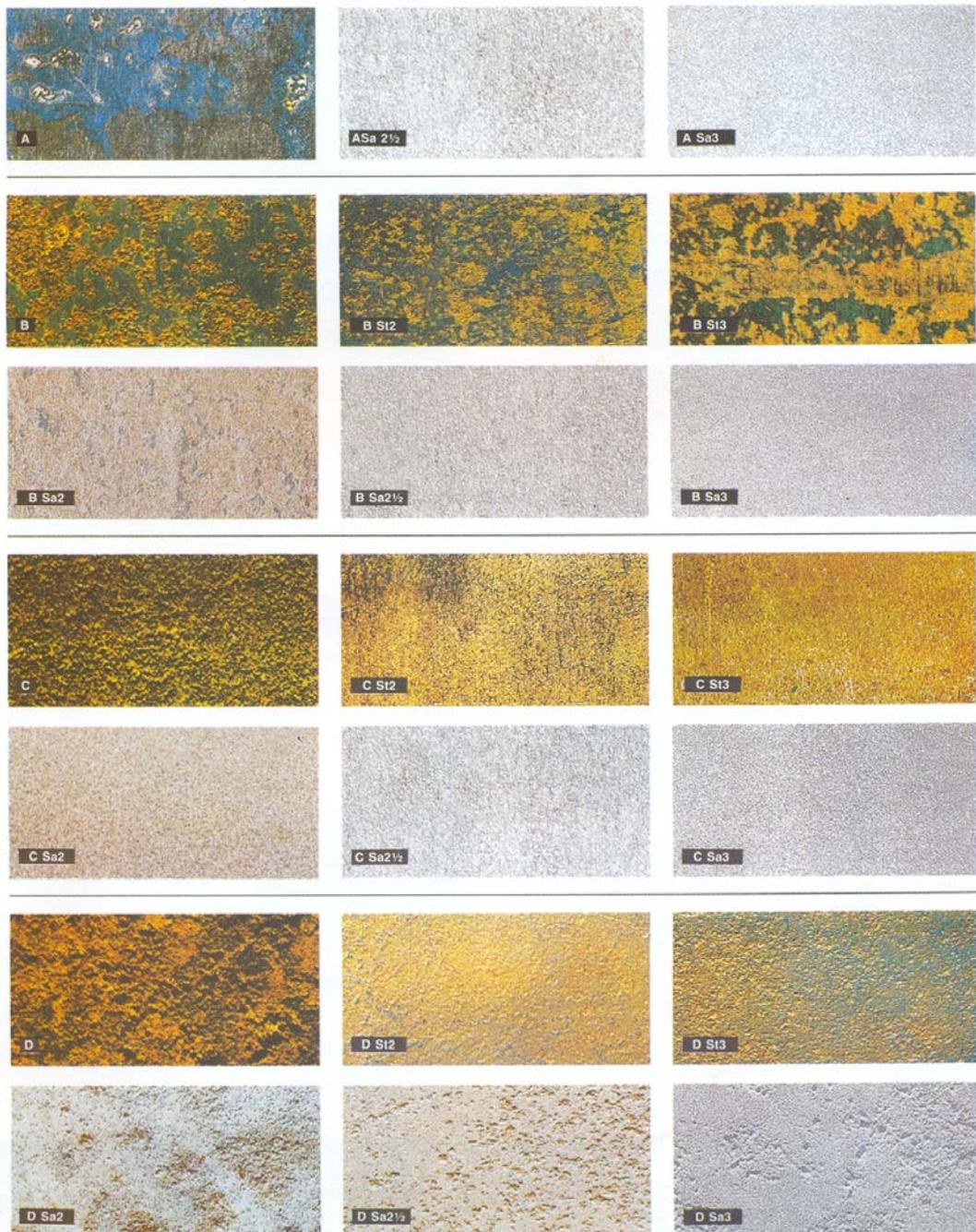


Figura 4.- Patrones de limpieza de superficies, [5]

Pintado de embarcaciones

- i. El técnico de la casa de pintura, y, el encargado o representante del cliente verifica que la superficie tratada se encuentre de acuerdo al grado de limpieza requerida.
- ii. El cliente o técnico de la casa de pintura, siempre y cuando lo estime necesario, para autorizar el pintado, verifica los parámetros de temperatura ambiente, humedad relativa y punto de rocío.
- iii. El jefe de área verifica que los envases de pintura estén herméticos, la fecha de caducidad de los productos y que las especificaciones técnicas de los productos sean las indicadas en el plan de pintura.
- iv. Preparar la pintura cumpliendo con las instrucciones del plan de pintura y bajo la supervisión del representante técnico de la pintura y el jefe del área.
- v. Aplicar las capas de pintura en número indicado en el plan.
- vi. Pintar con pistola de cierre, utilizando boquilla de acuerdo a la viscosidad de la pintura.
- vii. Cumplir con los tiempos de repinte de cada capa, especificados en el plan de pintura.
- viii. Lavar el equipo, incluido boquilla y pistola con diluyente, después de cada capa de pintura, [3].



Figura 5.- Pintado de embarcaciones



SPECIFICATION SHEET

HEMPEL A/S

SF 10-01 HQ 41

Project: LAE/ RIO SANTIAGO - DINNAV

Area: OBRA VIVA

Area size: 44 sqm

Surface preparation:

Limpieza abrasiva al grado Sa 2.5, metal casi blanco segun el estándar Sueco SIS 055900.

Norma ISO 8501-1-1988.

Posteriormente se debe eliminar el polvo y las impurezas provenientes de la limpieza abrasiva mediante soplado y/o aspirado.

Eliminar polvo, residuos y suciedad provenientes de la limpieza abrasiva, mediante sopleteado con aire seco a presión.

Product name (including quality number)	Treated area %	Shade	Shade no.	Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (sqm/ltr)	Application methods			Recommended	
				Wet	Dry		Brush	Roller	Spray	Nozzle orifice	Nozzle pressure
HEMPADUR COALTAR EPOXY MASTIC 35670	f/c	Black	19980	260	225	4.1	X	X		.021"-.023"	250 bar
HEMPADUR 45182	f/c	Yellowish grey	25150	175	75	6.1	(X)	X		.023"	200 bar
HEMPEL'S ANTI FOULING OLYMPIC 86900	f/c	Red	51110	175	80	6.3	(X)	(X)	X	.027"-.031"	270 bar
HEMPEL'S ANTI FOULING OLYMPIC 86900	f/c	Red	51110	175	80	6.3	(X)	(X)	X	.027"-.031"	270 bar
t/u: touch up f/c: full coat Total d.f.t.				480		X: Recommended (X): Possible					

Recoating intervals. Ample ventilation

Hrs=Hour(s) Mth=Month(s) N/R=Not Recommended

Quality no	D.F.T. (micron)	Recoated with quality no	40°C		30°C		20°C		10°C		0°C		-10°C	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
35670	225	45182	7 Hrs	50 Hrs	12 Hrs	3 1/2 Day	24 Hrs	7 Day	60 Hrs	17 1/2 Day	N/R	N/R	N/R	N/R
45182	75	86900	2 Hrs	60 Hrs	3 Hrs	3 1/2 Day	4 Hrs	5 Day	8 Hrs	10 Day	19 Hrs	22 1/2 Day	38 Hrs	45 Day
86900	80	86900	3 Hrs	None	4 Hrs	None	6 Hrs	None	11 Hrs	None	23 Hrs	None	46 Hrs	None
Drying time before taking into use, before un-docking			4 Hrs	None	6 Hrs	None	8 Hrs	None	15 Hrs	None	31 Hrs	None	61 Hrs	None

Remarks and Product information see next page.

Hempel's PreSale System 2.3 (Build 593)
Printed at: 6/27/2007 9:02:42 AM
Created/Last modified: 27-04-2007 11:15

User name: Antonio Lucin
Department name: TSD
ECOIN2680 Page: 1

Quality Code:
Environment: Immersion

HEMPEL

Figura 6.- Plan de Pintura típico, [5]

Protección Catódica

- i. Desmontar todas las placas de zinc mediante la utilización de los equipos de oxicorte, cuando están soldados o llaves cuando están empernados.
- ii. Verificar que no existan residuos inflamables en el interior de la embarcación, desalojar y/o desgasificar si es que existen.
- iii. Soldar las nuevas placas de zinc en los mismos sectores donde fueron desmontadas.

iv. Si las placas son empernadas, montar mediante la sujeción con pernos, [3].



Figura 7.- Corte de un ánodo de zinc

Toma de Espesores.

i. Coordinar con el representante del buque las áreas en donde se realizarán las tomas de espesores, y solicitar alguna referencia o plano de distribución en donde se indique el espesor original de las planchas a ensayarse.

- ii. Limpiar los puntos donde se realizarán las tomas, retirando el óxido, polvo o cualquier material que dificulte la medición de planchaje.
- iii. Colocar una gota de acoplante ultrasónico sobre el sensor o en el punto de medición de la plancha.
- iv. Colocar el sensor en contacto directo con la superficie del planchaje (en el punto de medición).
- v. Verificar que el contacto del sensor y la plancha sea bien realizado, mediante el indicador que aparece en la esquina superior derecha, el encendido de la luz y desaparece el signo de interrogación ("? ") en la pantalla.
- vi. En la pantalla aparecerá el valor del espesor de la plancha, en la unidad seleccionada previamente (Pulgada o Milímetro).
- vii. Si se detecta algún espesor fuera de la tolerancia (Ver tabla 1 con tolerancias de desgaste), determinar si la corrosión es puntual o avanzada, realizando mediciones en el contorno del espesor más bajo.
- viii. Si los espesores están dentro de los parámetros de aceptación, se marcará el punto crítico, como desgaste puntual.
- ix. Si los espesores, al contorno también están fuera de la tolerancia, se realizarán otras mediciones como muestra, para determinar que es corrosión avanzada y recomendar el cambio de la plancha entera.
- x. Si todos los espesores están dentro del porcentaje de desgaste, se continúa con las mediciones en el resto del planchaje.

- xi. Anotar el resultado de las mediciones en el planchaje.
- xii. Marcar las áreas a cambiarse en caso de existir desgaste.
- xiii. Determinar la ubicación de las cuadernas en ambas bandas y marcarlas con un número secuencial en el casco.
- xiv. Elaborar e imprimir, el informe técnico de espesores de planchaje.

Recomendar el cambio de planchaje en las áreas donde el porcentaje de desgaste por corrosión sea mayor a las tolerancias indicadas, en la tabla de tolerancias de desgaste, [3].

TOLERANCIA DE DESGASTE DE AREA Y PLANCHA INDIVIDUAL, PARA EMBARCACIONES CONVENCIONALES (CLASICAS) DE 6/M. Y MAS..

ACERO ORDINARIO Y DE ALTA RESISTENCIA	TANQUERO DE FONDO SIMPLE	TANQUEROS DOBLE FONDO Y BARCOS DE CONTENEDORES	EMBARCACIONES DE CUADERNAS LONGITUDINALES, EMBARCACIONES DE CUADERNAS TRANSVERSALES DE TODOS LOS AÑOS, BARCAZAS DE 200-400 PIES
Planchaje de la cubierta de resistencia	20%	20%	25%
Planchas de la cubierta dentro de la línea de escotillas y topes	30%	30%	30%
Planchas del castillo y cubiertas del puente y de popa	30%	30%	30%
Plancha de la cubierta de entrepuente	30%	30%	30%
Plancha de la traca de arrufo	20%	20%	25%
Planchas laterales del casco (landas, costados)	25%	25%	25%
Planchas de la traca de sentinas	20%	25%	25%
Planchas del fondo	20%	25%	25%
Planchas de la traca de quilla	15% + 1.5mm	25% + 1.5mm	25% + 1.5mm
Planchaje de traca superiores de mámparos longitudinales y traca superiores de cara superior de tanque inclinado	20%	20%	25%
Tracas inferiores (fondo) de mámparos longitudinales	20%	25%	25%
Otras planchas de mámparo longitudinales, cara superior de tanque inclinado, reborde del toque inclinado, y mámparo transversales.	25%	25%	25%
Estructurales internos longitudinales, vigas transversales, montantes, nervios (almas) de mámparos y travesaños, soportes y vigas de costado de escotilla.	25%	30%	25%
Planchas superiores de tanques.	30%	30%	30%
Vigas (longitudinales o transversales) de cajas bajo cubierta		15%	15%
Tapas de escotillas	30%	30%	30%

Tabla 1.- Tolerancias de Desgaste de espesores, [3]

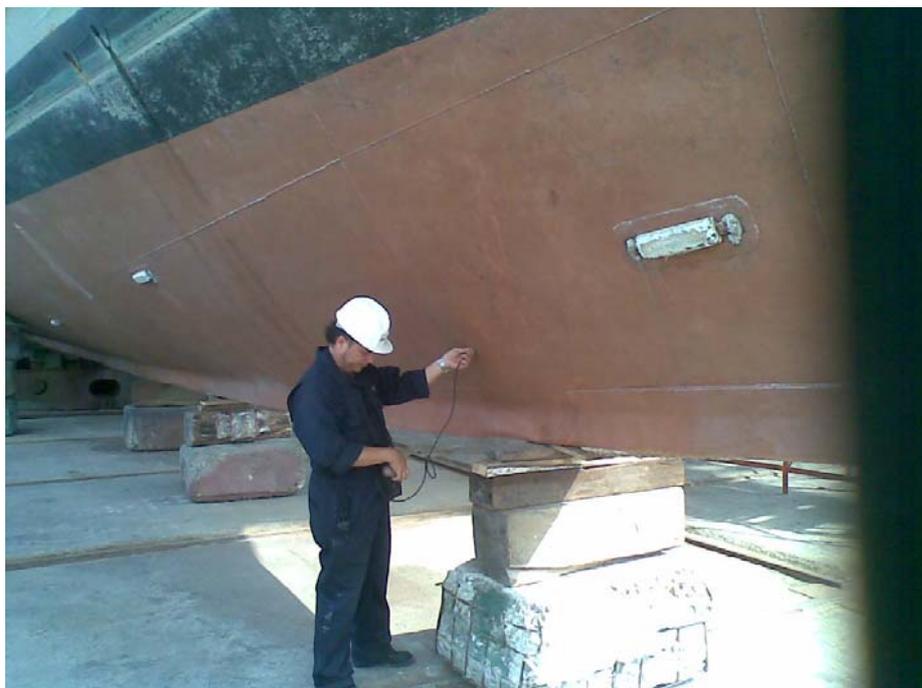


Figura 8.- Medición de Espesores

Sistema de Propulsión.

- i. Retirar defensas, guardacabos, y seguros en las líneas de propulsión.
- ii. Aflojar pernos o tuercas.
- iii. Sacar el clan del prensa estopa.
- iv. Retirar el empaque mergollar de los prensa estopa.
- v. Limpiar manualmente, rasquetear, lijar las hélices y los ejes de cola dejando listo para la toma de claros.
- vi. Tomar los claros en los descansos de los túneles, prensas y arbotantes.

- vii. Registrar datos de los claros obtenidos.
- viii. Si los claros están fuera de lo permitido el astillero sugiere cambiar los bocines y el cliente decide hacerlo o no.
- ix. Si los claros están dentro de lo permitido y existen problemas de vibración, calentamiento en cojinetes, o, hélices en mal estado, el astillero sugiere desmontaje de los ejes y hélices para verificación en talleres; el cliente decide hacerlo o no.
- x. Cambiar empaque mergollar.
- xi. Poner clan del prensa.
- xii. Armar defensas y seguros, [3].



Figura 9.- Montaje de sistema de propulsión

Sistema de Gobierno

- i. Retirar topes y seguros.
- ii. Limpiar manualmente, rasquetear y lijar el área para la toma de claros.
- iii. Tomar claros en la limera y tintero.
- iv. Registrar los datos de los claros tomados a las líneas de gobierno.
- v. Si los claros están fuera de lo permitido el astillero sugiere cambiar los bocines y el cliente decide hacerlo o no.
- vi. Si los claros están dentro de lo permitido y existen problemas de mal estado de los varones, el astillero sugiere desmontaje de las palas para verificación en talleres; el cliente decide hacerlo o no.
- vii. Aflojar pernos o tuercas del clan del prensa.
- viii. Sacar clan del prensa.
- ix. Extraer empaquetadura del prensa estopa.
- x. Desacoplar bridas de las palas.
- xi. Desmontar las palas.
- xii. Poner nuevo empaque mergollar.
- xiii. Instalar clan del prensa, [3].



Figura 10.- Desmontaje de un sistema de gobierno

Varamiento de Embarcaciones

- i. Elaborar el “docking plan” ó plano de varamiento, con el plano de Líneas de Formas, proporcionado por el cliente.
- ii. Confeccionar la cama de varamiento de acuerdo al “docking” elaborado.
- iii. Verificar que el área de acceso a la entrada del varadero esté completamente despejada.
- iv. Verificar los calados reales con que ingresa la embarcación y su correspondencia con los indicados previamente por el armador o capitán del buque.
- v. Recibir las tiras de proa y popa, con las que la embarcación ingresa a pulso al canal del varadero y posicionarlo hasta la altura que se encuentra la cama.
- vi. Ordenar el ingreso del buzo, para verificar la posición de la unidad de acuerdo al “docking” y la altura de la quilla respecto a los picaderos.
- vii. Se verifica que el buque esté adrizado.
- viii. Cuando la embarcación está asentada sobre los picaderos, y se está varado sobre la plataforma se ordena meter las cuñas lateras, mediante un sistema de poleas hasta ajustarse en el casco.

- ix. Cuando la unidad está asentada sobre los picaderos, y se está varando sobre los carros de transferencia, se suben los brazos hidráulicos.
- x. Colocar templadores en el carro de varamiento sobre la plataforma y los seguros en los brazos hidráulicos en caso de que asiente sobre los carros de transferencia.
- xi. Subir la embarcación hasta su posición final, [3].

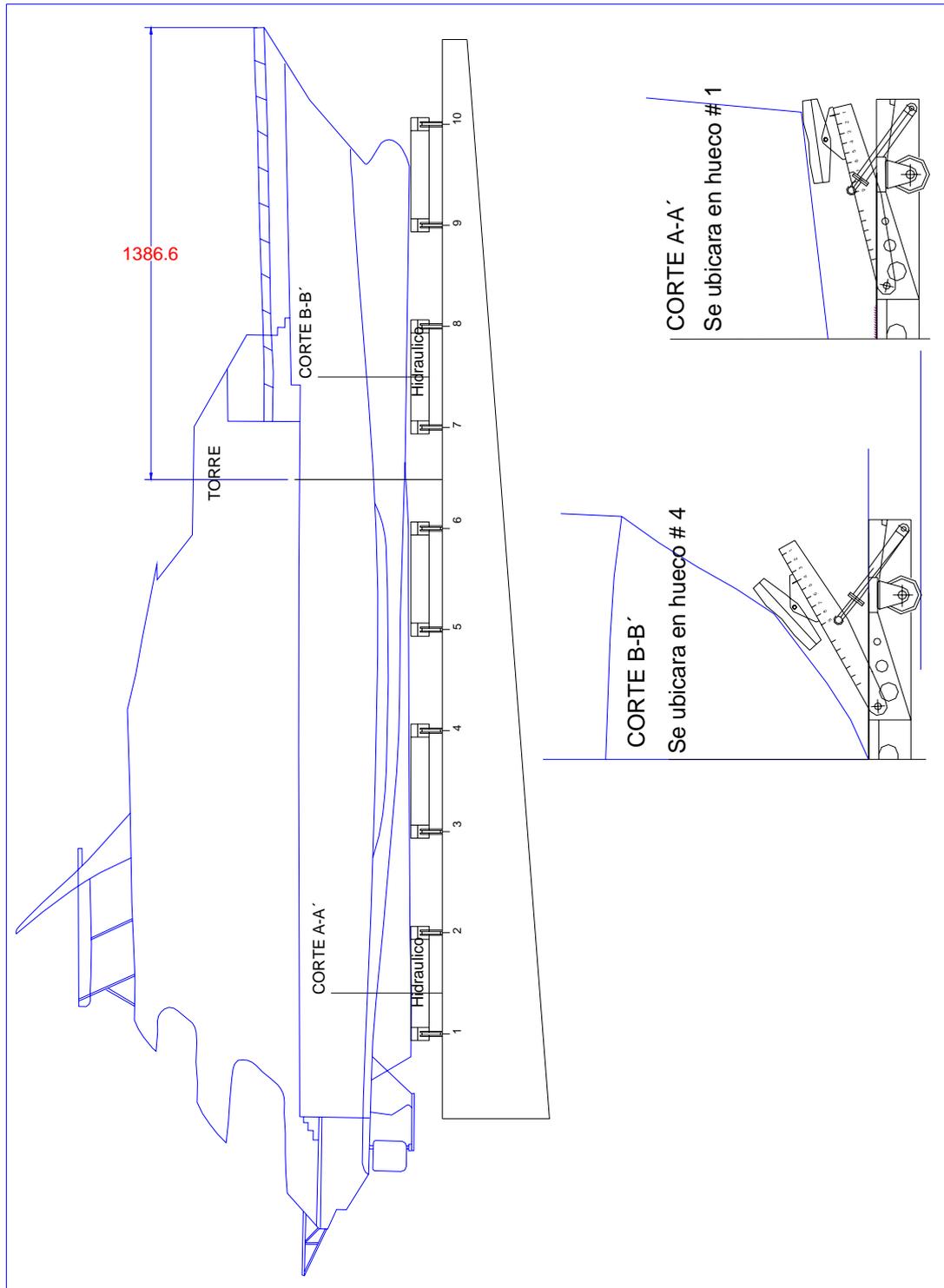


Figura 11.- Plano de Varamiento de un buque de turismo

Desvarada de embarcaciones

- i. Verificar que todos los trabajos en el casco, válvulas de fondo, propulsión y gobierno terminados.
- ii. Se ordena al electricista retirar el poder eléctrico.
- iii. Se ordena a los trabajadores que están en los molinetes estar atentos.
- iv. Indicar al motorista, bajar la plataforma.
- v. Se indica a los trabajadores que están en los molinetes cobrar los cables con los molinetes electromecánicos, hasta que la unidad se encuentre, con suficiente nivel de agua para la inspección o parada técnica.
- vi. Se ordena revisar válvulas de fondo, el casco, propulsión y gobierno.
- vii. Si no hay novedades, continúa la maniobra.
- viii. Retirar aparejos, seguros y templadores en ambas bandas.
- ix. Continuar bajando la plataforma hasta que la unidad esté flotando.
- x. Ordenar a los trabajadores coger tiras de proa y popa en ambas bandas, para mover la embarcación a pulso hasta sacarla del canal del varadero, [3].



Figura 12.- Inicio de la desvarada de un buque

Válvulas de Fondo

- i. Desarmar el castillo de la válvula.
- ii. Desacoplar la compuerta del vástago.
- iii. Limpieza inicial de la compuerta y los espejos con lija de agua # 600.
- iv. Verificar el estado del vástago.
- v. Verificar el estado de la compuerta y/o si no está(n) picada(s) o rayada(s), disponer el armado de la válvula.
- vi. Si la compuerta está rayada disponer se asiente sobre mármol, utilizando primero pasta de esmeril grano medio y luego grano fino.
- vii. Si el espejo está rayado, asentar utilizando primero pasta de esmeril grano medio y luego grano fino.
- viii. Inspeccionar visualmente el asentamiento de la compuerta y el espejo.
- ix. Si están bien asentadas, disponer la continuación del proceso.
- x. Armar la válvula.
- xi. Verificar el espesor o grosor y tipo de mergollar, para empacar el castillo de la válvula.
- xii. Verificar la estanqueidad de la válvula, mediante prueba hidrostática.
- xiii. Si la presión de prueba se mantiene durante 15 minutos, dar la conformidad de la prueba.
- xiv. Caso contrario, disponer las correcciones que sean necesarias, [3].



Figura 13.- Válvula de fondo



Figura 14.- Prueba de estanqueidad de una válvula de fondo

Tanques de combustible (limpieza y desgasificación)

- i. Abrir las tapas de los tanques de combustibles.
- ii. Solicitar a la unidad de seguridad industrial, la existencia o no de gases explosivos y/o material inflamable dentro de los tanques o lugares adyacentes.
- iii. Proveerse de los siguientes equipos: máscaras doble filtro, protectores visuales, protectores de oído, ropa ligera, extractores, ventiladores, líneas de vida, extensiones con protección antigas, y, guantes de caucho.
- iv. Indicar a los trabajadores las normas de seguridad de rehidratación y el trabajo a realizarse.
- v. Informar a los trabajadores que ejecutan el trabajo sobre la hoja técnica del producto químico que utilizan para la desgasificación.
- vi. Empezar a desgasificar, achicando todo el lodo y residuos de combustible dentro del tanque.
- vii. Lavar el tanque mediante la aplicación del producto químico en las paredes y partes altas del tanque, frotando manualmente con wippe o liencillo empapado del producto químico.
- viii. Dejar reaccionar al producto durante tres horas.
- ix. Secar el tanque con wippe o liencillo.
- x. Verificar la limpieza realizada, [3].



Figura 15.- Limpieza de un tanque de combustible

Los procesos de carenamiento y sus unidades se los puede agrupar de la siguiente manera:

Procesos referentes al casco del buque

Cambio de Planchaje [H-H/ton]

Limpieza (sandblasting) [H-H/m²-maq]

Pintado [H-H/m²-máq-capa]

Protección Catódica [H-H/Kg]

Toma de Espesores [H-H/toma]

Procesos de referentes a maniobras

Sistema de Propulsión [H-H/línea]

Sistema de Gobierno [H-H/línea]

Varada y Desvarada [H-H/maniobra]

Procesos referentes a interiores del casco

Válvulas de fondo [H-H/#válv]

Limpieza de tanques [H-H/gal]

Para mayor facilidad en el manejo de la información, los procesos analizados, junto con los equipos y las unidades que intervienen en cada uno de ellos, se elaboró la siguiente tabla de resumen:

AREA	#	PROCESO	MAQUINARIA	PARAMETRO	OBSERVACIONES
1	1	Cambio de planchaje	Equipos de oxicorte, máquinas para soldar, tecles, camarones, grua	H-H/ton	Espesores 4 mm-12mm
	2	Limpieza	Compresor, máquina para sandblasting, escafandra	H-H/m ² -maq	Obra Viva
	3	Pintado	Compresor, maquina para pintar, y herramientas de medicion	H-H/m ² -maq-capa	Obra Viva
	4	Proteccion Catodica	Equipo de oxicorte, maquina para soldar	H-H/Kg	Ánodos hasta 10 Kg
	5	Toma de Espesores	Equipo de audio gage y picasal	H-H/Prueba	Exterior del casco
2	1	Sistema de propulsion	Grúa, tecles, camarones, masa, llaves de golpe, montacarga, calibrador, micrometro, extractor de mergollar, gatas hidraulicas, estrobos	H-H/linea	No incluye reparacion
	2	Sistema de gobierno	Grúa, tecles, camarones, masa, llaves de golpe, montacarga, calibrador, micrometro, extractor de mergollar, gatas hidraulicas, estrobos	H-H/Linea	No incluye reparacion
	3	Varada y desvarada	Montacarga, grua, carros para varar, winche, plataforma de yaramiento, aparejos, tiras, molinetes, templadores, puntales, tablas, tucos de	H-H/Maniobra	Buques hasta 400 ton
3	1	Válvulas de fondo	Llaves inglesa, francesa, de tubo, compresor, circuito de prueba de valvulas	H-H/#Válv	Válvulas hasta D=127mm
	2	Limpieza de tanques Combustible	Wippe, liencillo, liquido para desgasificar, recipientes para desalajo de residuos	H-H/gal	Desalajo de residuos

Tabla 2.- Resumen de los Procesos, Equipos y Unidades

1.4 Limitaciones en los procesos

Para poder estandarizar los procesos que van a ser analizados, se los ha limitado por cuanto existen muchos imprevistos en diferentes tareas, que hacen que cada proceso en los buques sean únicos. A continuación se describirá que es lo que realmente se mide en cada uno de los procesos.

Cambio de Planchaje.- corte, desmontaje del planchaje en mal estado, limpieza del área desguasada, presentación del planchaje nuevo mediante punteo con soldadura, y, soldado del planchaje renovado, con espesores de plancha desde 4 mm hasta 12 mm (método SMAW).

Limpieza (“Sandblasting”).- preparación de arena, y, limpieza del casco mediante chorro abrasivo de arena al grado SA 21/2 metal casi blanco.

Pintado.- limpieza de la superficie a pintar mediante la aplicación de chorro de aire a presión, preparación de la pintura, y aplicación de la pintura con pistola, en el casco; no se considera trabajos en cubierta, superestructura, ni interiores.

Protección catódica.- desmontaje de los ánodos en mal estado mediante el corte de las patas, y, renovación de los ánodos nuevos mediante soldado de las patas.

Toma de Espesores.- limpieza de la superficie que se va a calibrar, colocación de gel en los puntos de calibración, calibración, y, registro de los resultados.

Sistema de Propulsión.- Desmontaje de guardacabos, defensas, seguros, toma de claros (en los descansos de los arbotantes, salida del túnel y prensa estopa), desacoplar bridas de los ejes de cola, desmontaje y montaje de las hélices, desacoplar clan del prensa estopa, cambio empaquetadura, armar todo el sistema; se consideran ejes hasta de 6 pulgadas de diámetro y hasta 12 metros de longitud, sin incluir trabajos de reparación.

Sistema de Gobierno.- Desmontaje de defensas y seguros, toma de claros (en la limera y en el tintero), desacople del clan del prensa estopa, cambio empaquetadura, desacople de abanicos, desmontaje y montaje de las palas y el barón, armado de todo el sistema (ejes de los barones hasta 4 pulgadas); no se incluye trabajos de reparación de ninguna de las partes.

Varada y Desvarada.- en estos procesos se considera la maniobra en si, o sea el tiempo que toma varar o desvarar la embarcación con una eslora total máxima de 44 metros y las personas involucradas; no se incluye el desarmado de la cama, ni la elaboración del “docking plan”.

Tanques de combustible.- las mediciones en este proceso solo se refieren al retiro de los residuos y la limpieza del tanque hasta desgasificarlo; no se incluye el retiro de combustible en mal estado, ni el retiro y colocación de las tapas y cambio de empaque.

Válvulas de Fondo.- implica el desmontaje del castillo, cambio de empaquetadura, asentamiento y pruebas de estanqueidad de válvulas de hasta 5”; no se incluyen trabajos de reparación.

CAPÍTULO 2

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PRODUCTIVIDAD

2.1 Unidades de los Parámetros de Productividad

Las unidades usadas para medir la productividad en cada uno de los procesos de carenamiento son las siguientes:

Sistema de Propulsión.- En este proceso se tiene $H^*/H/\text{línea}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, y por cada línea de propulsión.

Sistema de Gobierno.- En este proceso se tiene $H^*/H/\text{línea}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, y por cada línea de gobierno.

Varada y Desvarada.- En este proceso se tiene $H^*H/\text{maniobra}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, y por cada maniobra.

Cambio de Planchaje.- En este proceso se tiene H^*H/ton , lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, y por cada tonelada cambiada de acero.

Limpieza (“sandblasting”).- En este proceso se tiene $H^*H/\text{m}^2\text{-maq}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada metro cuadrado de limpieza, y por cada maquina de sandblasting utilizada.

Pintado.- En este proceso se tiene $H^*H/\text{m}^2\text{-maq}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada metro cuadrado de pintado, y por cada maquina utilizada.

Protección Catódica.- En este proceso se tiene $H^*H/\text{Kg.}$, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada Kilogramo de ánodo de Zinc cambiado.

Toma de Espesores.- En este proceso se tiene H*H/toma, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada toma de espesores efectuada.

Válvulas de Fondo.- En este proceso se tiene H*H/valv, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada válvula trabajada.

Limpieza de Tanques.- En este proceso se tiene H*H/gal, lo que significa el número de hombres por cada hora de trabajo, por cada galón de capacidad de los tanques de combustible limpiados hasta desgasificar.

2.2 Registro de Datos.-

A continuación se presenta el registro de los diferentes procesos para 13 embarcaciones analizadas:

LG 23,4

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	200	-	-	1000	-	-	-	-	-	-	0,2	H*H/Kg.
LIMPIEZA	40	-	-	-	1	-	140	-	-	-	0,285714286	H*H/m ²
PINTURA	18	-	-	-	1	-	560	-	-	4	0,032142857	H*H/m ² -Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	10	-	-	100	-	-	-	-	-	-	0,1	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	1	-	-	-	-	-	-	40	-	-	0,025	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	304	-	2	-	-	-	-	-	-	-	152	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	144	-	2	-	-	-	-	-	-	-	72	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	96	2	-	-	-	-	-	-	-	-	48	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	48	-	-	-	-	3	-	-	-	-	16	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	16	-	-	-	-	-	-	-	2000	-	0,008	H*H/Gal

Tabla 3.- Tiempos para completar los trabajos de la LG23.4

CATAM 26,8

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
LIMPIEZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2
PINTURA	20	-	-	-	1	-	660	-	-	2	0,03030303	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCION CATÓDICA	1	-	-	14	-	-	-	-	-	-	0,071428571	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	260	-	2	-	-	-	-	-	-	-	130	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	120	-	2	-	-	-	-	-	-	-	60	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	96	2	-	-	-	-	-	-	-	-	48	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Gal

Tabla 4.- Tiempos para completar los trabajos de la CATAM 26.8

GABARRA 37.5

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	3400	-	-	15853	-	-	-	-	-	-	0,214468283	H*H/Kg.
LIMPIEZA	180	-	-	-	-	-	360	-	-	-	0,5	H*H/m2
PINTURA	38	-	-	-	-	-	1440	-	-	4	0,026388889	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	50	-	-	370	-	-	-	-	-	-	0,135135135	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	6	-	-	-	-	-	-	200	-	-	0,03	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	280	-	2	-	-	-	-	-	-	-	140	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	112	-	2	-	-	-	-	-	-	-	56	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	100	2	-	-	-	-	-	-	-	-	50	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	70	-	-	-	-	4	-	-	-	-	17,5	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	48	-	-	-	-	-	-	-	6000	-	0,008	H*H/Gal

Tabla 5.- Tiempos para completar los trabajos de la GABARRA 37.5

LM 44,9

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	350	-	-	1350	-	-	-	-	-	-	0,259259259	H*H/Kg.
LIMPIEZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2
PINTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	18	-	-	155	-	-	-	-	-	-	0,116129032	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	7	-	-	-	-	-	-	200	-	-	0,035	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	816	-	4	-	-	-	-	-	-	-	204	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	110	2	-	-	-	-	-	-	-	-	55	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	232	-	-	-	-	14	-	-	-	-	16,57142857	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	140	-	-	-	-	-	-	-	15600	-	0,008974359	H*H/Gal

Tabla 6.- Tiempos para completar los trabajos de la LM 44.9

LG 36

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
LIMPIEZA	110	-	-	-	-	-	232	-	-	-	0,474137931	H*H/m2
PINTURA	28	-	-	-	-	-	928	-	-	4	0,030172414	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCION CATÓDICA	12	-	-	120	-	-	-	-	-	-	0,1	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	1	-	-	-	-	-	-	40	-	-	0,025	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	384	-	2	-	-	-	-	-	-	-	192	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	80	2	-	-	-	-	-	-	-	-	40	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	140	-	-	-	-	8	-	-	-	-	17,5	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	100	-	-	-	-	-	-	-	11915	-	0,008392782	H*H/Gal

Tabla 7.- Tiempos para completar los trabajos de la LG 36

YATE 24,5

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	170	-	-	700	-	-	-	-	-	-	0,242857143	H*H/Kg.
LIMPIEZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2
PINTURA	14	-	-	-	1	-	520	-	-	2	0,026923077	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCION CATÓDICA	36	-	-	240	-	-	-	-	-	-	0,15	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	3	-	-	-	-	-	-	100	-	-	0,03	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	130	-	1	-	-	-	-	-	-	-	130	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	124	-	2	-	-	-	-	-	-	-	62	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	100	2	-	-	-	-	-	-	-	-	50	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	86	-	-	-	-	5	-	-	-	-	17,2	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	64	-	-	-	-	-	-	-	7300	-	0,008767123	H*H/Gal

Tabla 8.- Tiempos para completar los trabajos de la YATE 24.5

TANQUERO 86

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	10000	-	-	45000	-	-	-	-	-	-	0,222222222	H*H/Kg.
LIMPIEZA	200	-	-	-	1	-	774	-	-	-	0,258397933	H*H/m2
PINTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCION CATÓDICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Maniobra
VÁLVULAS DE FONDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Gal

Tabla 9.- Tiempos para completar los trabajos del TANQUERO 86

REM 24.4

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	150	-	-	635	-	-	-	-	-	-	0,236220472	H*H/Kg.
LIMPIEZA	80	-	-	-	1	-	180	-	-	-	0,444444444	H*H/m2
PINTURA	20	-	-	-	1	-	720	-	4	-	0,027777778	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	52	-	-	478	-	-	-	-	-	-	0,108786611	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	1,5	-	-	-	-	-	-	40	-	-	0,0375	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	35	-	1	-	-	-	-	-	-	-	35	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	68	-	1	-	-	-	-	-	-	-	68	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	103	2	-	-	-	-	-	-	-	-	51,5	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	60	-	-	-	-	4	-	-	-	-	15	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	54	-	-	-	-	-	-	-	6000	-	0,009	H*H/Gal

SOLO SE DESMONT LA HÉLICE

Tabla 10.- Tiempos para completar los trabajos del REM 24.4

YATE 32.93

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
LIMPIEZA	120	-	-	-	2	-	280	-	-	-	0,428571429	H*H/m2
PINTURA	30	-	-	-	1	-	1120	-	-	-	0,026785714	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	36	-	-	230	-	-	-	-	-	-	0,156521739	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	1,25	-	-	-	-	-	-	40	-	-	0,03125	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	210	-	2	-	-	-	-	-	-	-	105	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	80	-	2	-	-	-	-	-	-	-	40	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	108	2	-	-	-	-	-	-	-	-	54	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Gal

ZINES EMPERNADOS

Tabla 11.- Tiempos para completar los trabajos del YATE 32.93

LG 32

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	160	-	-	753	-	-	-	-	-	-	0,2124834	H*H/Kg.
LIMPIEZA	136	-	-	-	1	-	282	-	-	-	0,482269504	H*H/m2
PINTURA	24	-	-	-	1	-	1128	-	-	-	0,021276596	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	20	-	-	270	-	-	-	-	-	-	0,074074074	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	3	-	-	-	-	-	-	100	-	-	0,03	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	36	-	1	-	-	-	-	-	-	-	36	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	70	2	-	-	-	-	-	-	-	-	35	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Gal

Tabla 12.- Tiempos para completar los trabajos de la LG 32

BARCAZA 28,45

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	2522	-	-	9392	-	-	-	-	-	-	0,268526405	H*H/Kg.
LIMPIEZA	170	-	-	-	1	-	315	-	-	-	0,53968254	H*H/m2
PINTURA	30	-	-	-	1	-	1260	-	-	4	0,023809524	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	50	-	-	345	-	-	-	-	-	-	0,144927536	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	3,5	-	-	-	-	-	-	100	-	-	0,035	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	300	-	2	-	-	-	-	-	-	-	150	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	80	-	2	-	-	-	-	-	-	-	40	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	71	2	-	-	-	-	-	-	-	-	35,5	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	50	-	-	-	-	3	-	-	-	-	16,66666667	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	64	-	-	-	-	-	-	-	4800	-	0,013333333	H*H/Gal

Tabla 13.- Tiempos para completar los trabajos de la BARCAZA 28,45

YATE 37,89

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	1800	-	-	6800	-	-	-	-	-	-	0,264705882	H*H/Kg.
LIMPIEZA	110	-	-	-	1	-	220	-	-	-	0,5	H*H/m2
PINTURA	24	-	-	-	1	-	880	-	-	4	0,027272727	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	16	-	-	125	-	-	-	-	-	-	0,128	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	1,5	-	-	-	-	-	-	60	-	-	0,025	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	240	-	2	-	-	-	-	-	-	-	120	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	77	2	-	-	-	-	-	-	-	-	38,5	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	60	-	-	-	-	5	-	-	-	-	12	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	60	-	-	-	-	-	-	-	6000	-	0,01	H*H/Gal

Tabla 14.- Tiempos para completar los trabajos del YATE 37,89

TANQUERO 40,24

PROCESO	H*H	MANIOBRA	# DE LINEA	PESO	MAQUINA	NUM VALV	SUPERFICIE	PRUEBAS	CAPACIDAD	CAPA	COEFICIENTES	UNIDADES
CAMBIO DE PLANCHAJE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
LIMPIEZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2
PINTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/m2-Capa-Máq
PROTECCIÓN CATÓDICA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Kg.
TOMA DE ESPESORES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Prueba
SISTEMA DE PROPULSIÓN	148	-	1	-	-	-	-	-	-	-	148	H*H/Línea
SISTEMA DE GOBIERNO	60	-	1	-	-	-	-	-	-	-	60	H*H/Línea
VARADA Y DESVARADA	64	2	-	-	-	-	-	-	-	-	32	H*H/Maniobra
VALVULAS DE FONDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/ # Válv
LIMPIEZA DE TQ DE COMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H*H/Gal

Tabla 15.- Tiempos para completar los trabajos del TANQUERO 40,24

2.3 Resumen de Datos.-

La tabla 16 que a continuación se presenta contiene un resumen de los parámetros de productividad calculados. En la tabla mencionada se incluye también los valores promedio, μ , las desviaciones estándar, σ , y el Coeficiente de Variación en porcentaje de cada parámetro, definido como, [6]:

$$C_V = \frac{\bar{X}}{\sigma} 100, [\%] \quad (1)$$

Los valores reportados corresponden a los procesos efectuados en diferentes buques, en el período de abril a noviembre del 2008, y cuyas características principales se presentan en la tabla 17. Debe anotarse que el buque # 7 (Tanq 86) no fue varado, sino que se acoderó en los muelles y a flote se realizaron trabajos de cambio de planchaje. En el apéndice se presentan histogramas de las características principales de las embarcaciones analizadas.

#	BUQUE	CAMBIO DE PL			PROCESOS REFERENTES AL CASCO			PROCESOS REFERENTES A MANIOBRAS			REFERENTES A INT. DEL CASCO	
		[H ³ /Kg]	LIMPIEZA H ³ /m ² -maq	PINTADO H ³ /m ² -maq-ca	PROT. CAT H ³ /Kg	TOMA DE ESP. H ³ /prueba	SIST. DE PROP. H ³ /linea	SIST. DE GOB. H ³ /linea	H ³ /mantiobra	VALV. DE FONDO H ³ /# Valv	TK DE COMB.	H ³ /gal
1	LG 23,4	0.200	0.286	0.032	0.100	0.025	152.00	72.00	48.00	16.00	0.0080	
2	Catam 26,8			0.030	0.071		130.00	60.00	48.00			
3	Gabarra 37,5	0.214	0.500	0.026	0.136	0.030	140.00	56.00	50.00	17.50	0.0080	
4	LM 44,9	0.259			0.110	0.035	204.00		55.00	16.57	0.0090	
5	LG 36		0.474	0.030	0.100	0.025	192.00		40.00	17.50	0.0084	
6	Yate 24,5	0.243		0.027	0.150	0.030	130.00	62.00	50.00	17.20	0.0087	
7	Tanq 86	0.222	0.258									
8	Rem 24,4	0.236	0.444	0.028	0.109	0.038	35.00	68.00	51.50	15.00	0.0090	
9	Yate 32,93		0.429	0.027	0.157	0.031	105.00	40.00	54.00			
10	LG 32	0.212	0.482	0.021	0.074	0.030		36.00	35.00			
11	Barcaza 28,45	0.259	0.540	0.024	0.145	0.035	150.00	40.00	35.50	16.66	0.0133	
12	Yate 37,89	0.265	0.500	0.027	0.128	0.025	120.00		38.50	12.00	0.0100	
13	Tanq 40,24						148.00	60.00	32.00			
	Promedio	0.236	0.435	0.027	0.116	0.030	136.91	54.89	44.79	16.05	0.0093	
	Desv. Estand.	0.0249	0.0980	0.0032	0.0292	0.0045	44.56	13.08	8.07	1.84	0.0017	
	Coef. Variac.	10.6	22.5	11.6	25.1	14.8	32.5	23.8	18.0	11.5	18.7	
	# parámetros	9	9	10	11	10	11	9	12	8	8	

Tabla16 .- Resumen del Cálculo de Parámetros de Productividad

CARACTERISTICAS PRINCIPALES						
#	Embarcación	Eslora [m]	Manga [m]	Calado [m]	Fecha Ingreso	Fecha Salida
1	LG 23,4	23.40	4.10	1.50	7 Julio	4 Agosto
2	Catam 26,8	26.80	10.80	1.52	19 Septiembre	26 Septiembre
3	Gabarra 37,5	37.50	9.20	1.00	26 Junio	17 Septiembre
4	LM 44,9	44.90	7.00	1.95	7 Julio	1 Octubre
5	LG 36	36.19	5.80	1.60	9 Julio	30 Julio
6	Yate 24,5	24.50	7.30	2.30	17 Septiembre	1 Octubre
7	Tanq 86	86.00	13.00	5.00		
8	Rem 24,4	24.40	7.10	2.59	6 Agosto	13 Agosto
9	Yate 32,93	32.93	6.30	2.44	9 Septiembre	15 Septiembre
10	LG 32	32.00	6.86	1.88	15 Octubre	29 Octubre
11	Yate 37,89	37.89	6.92	1.85	18-sep	30-nov
12	Tanq 40,24	40.24	7.62	2.45	14-nov	17-nov
13	Barcaza 28,45	28.45	9.15	1.25	01-abr	26-jun

Tabla 17.- Características principales de las embarcaciones analizadas

2.4 Limitaciones de los Equipos.-

A continuación se presentan, las características y las limitaciones de los equipos utilizados en los diferentes procesos.

Equipo para Cambio de Planchaje (Grupo 1/1).- Los equipos que se utilizan para el cambio de planchaje, consisten en cilindros para oxígeno y acetileno, de 10 m³ y 9 Kg, respectivamente, reguladores de presión marca VICTOR, sopletes para corte, marca VICTOR, máquinas para soldar marca MILLER, modelo XMT 350 VS. Auto-Line, ciclo de servicio 60%, 3 fases, 350 A , 34 VCD. Con una fase, 300 A , 32 VCD. También se dispone de máquinas para soldar marca LINCOLN modelo INVERTEC V350 PRO, ciclo

de servicio 60%, 350 A, 24 V. Modelo RX – 330, ciclo máximo de servicio 35 %, 2 fases, 250 A, 30 V.

Una de las limitaciones es la pérdida de tiempo, cuando se descargan los cilindros de oxígeno y acetileno.

Equipo para Limpieza (“sandblasting”) (Grupo 1/2).- El equipo para limpieza de casco, consiste 05 cajones para arena de 1 m³ c/u, 05 máquinas para sandblasting, de 3 ft³ de capacidad c/u, y, 60 m de manguera.

El equipo recibe aire comprimido de un compresor INGERSOLL RAND, estacionario eléctrico de 446 CFM (Pies³/min), con presión de operación de 125 psig, presión a máxima descarga de 128 psig, motor de 100 hp operando a 460 voltios y amperaje total de 133.

La limitación de este equipo es que cada máquina tiene que tener un compresor, de manera que cuando se opera con dos máquinas de “sandblasting”, debe instalarse en forma provisional un compresor portátil.

Equipo para Pintar (Grupo 1/3).- El equipo para pintar consiste de una máquina para pintar marca GRACO X40, con salida por ciclo de 180 cc, motor NXT 3400, máxima presión de trabajo 26.2 MPa (3800 psi), máxima

presión de ingreso de aire 0.7 MPa (100 psi), y, descarga de salida a 60 CPM de 2.9 gal/min (11lit/min). El equipo recibe aire comprimido de un compresor INGERSOLL RAND estacionario eléctrico de 446 CFM (Pies³/min), con presión de operación de 125 psig, presión a máxima descarga de 128 psig, y, motor de 100 hp operando a 460 voltios y amperaje total de 133.

En la pistola de pintado se instala una boquilla (“spray”), teniendo dos modelos 27 y 31. La más comúnmente usada es la 27, y la descarga máxima de esta boquilla es de 3.5-4 litros/min cuando opera con una presión de 3800 psi, [9].

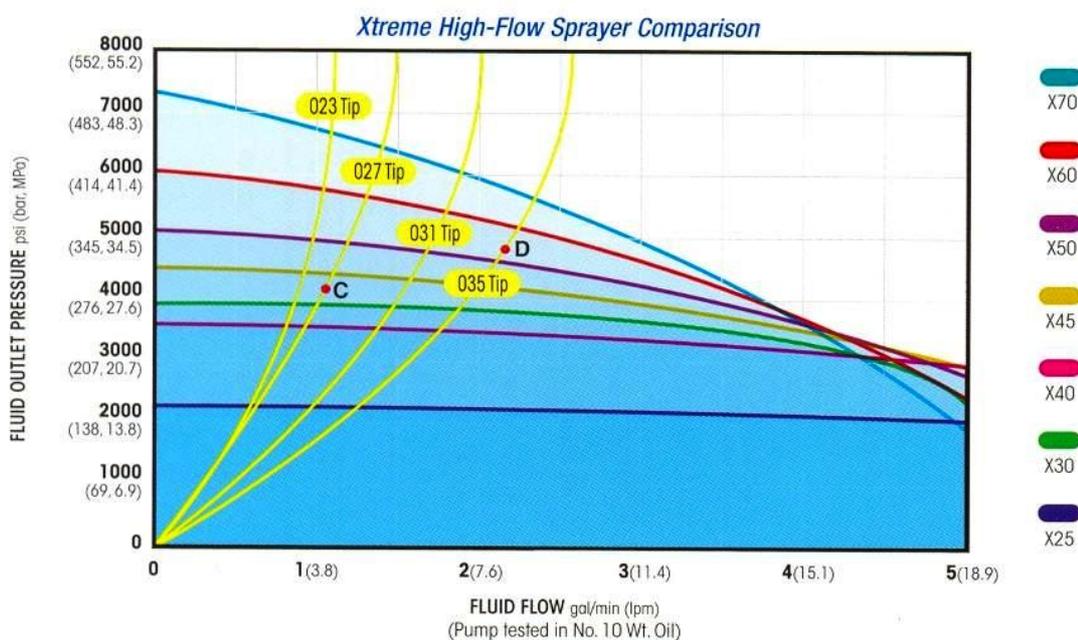


Figura 16 .- Flujo de descarga de la máquina de pintado X40

Equipo para Protección Catódica (Grupo 1/4).- Los equipos para protección catódica son los mismos, que para cambio de planchaje.

Equipo para Medición de Espesores (“Audio Gage”) (Grupo 1/5).- El equipo medidor de espesores (Medidor de ultrasonido), es un SYGNUS 2 con un palpador de cristal simple de 2,5 MHz, de 12 mm de diámetro; también tiene un palpador de cristal simple de 3,5 MHz, de 6 mm de diámetro. Posee una membrana acoplante, “Sound Couplant”, y es capaz de medir espesores sobre la pintura. El primer palpador se lo utiliza para medir espesores entre 3 – 100 mm, y el segundo entre 0.5 – 50 mm. Hace una diferenciación sónica de los materiales, es decir no necesita ser calibrado para medir espesores cuando se cambia de material. La principal desventaja, consiste en que la línea de retardo se daña cuando trabaja sobre superficies rugosas, [4].

Equipo para Sistema de Propulsión (Grupo 2/1).- El equipo para los trabajos en el sistema de propulsión está compuesto por tecles y camarones de hasta 2 toneladas, una grúa con capacidad máxima de 2 toneladas, montacargas, extractores de mergollar y herramientas para medición de claros.

La limitación principal de los equipos consiste en que parte del proceso es mediante fuerza manual y la grúa puede extender la pluma ("boom") máximo hasta 6 m, [4].

Equipo para Sistema de Gobierno (Grupo 2/2).- El equipo para los trabajos en el sistema de gobierno está compuesto por tecles y camarones de hasta 2 toneladas, una grúa con capacidad máxima de 2 toneladas, montacargas, extractores de mergollar, y, herramientas para medición de claros.

La limitación principal de los equipos consiste en que parte del proceso es mediante fuerza manual, [4].

Equipo para Varada y Desvarada (Grupo 2/3).- El equipo para varar y desvarar los buques consiste en un motor marca ATLAS Modelo 4HM1558, Serie No.50178, Potencia 200 BHP, velocidad de rotación de 300 rpm, diámetro 11 ½", carrera 15", Injection Timing 8BTC 18ATC, y, orden de encendido 1243. El winche es marca BUCKAN WOLF, Type K 560, Aultrog Nr. 401855, Serie Nr. 1598, Leistung 200 PS, Drehzahl 300/153 Upm. El tambor para recoger el cable, tiene 1.6 metros de longitud, y un diámetro de 2.04. Se dispone de una polea de 02 roldanas a la salida del cable desde el tambor, el diámetro de cada roldadas es de 0.67 m, y una polea de 03 roldanas conectada a la plataforma; el diámetro de cada roldada es 0.67 m.

La plataforma de varamiento tiene una longitud de 35 metros, ancho de 10 m y un peso aproximado de 300 toneladas. Los carros sobre los cuales se varan los buques son 04, de tipo sencillo, con un peso aproximado de 5 toneladas c/u, y, 02 carros con brazos hidráulicos con un peso de aprox. 6.5 toneladas cada uno. Para las extensiones se tienen 02 carros sencillos de aproximadamente 3 toneladas c/u y 03 carros dobles de aproximadamente 4 toneladas de peso c/u.

La principal limitación del equipo de varada/desvarada es el calado sobre la plataforma, lo que depende del nivel de agua de las mareas. Otra limitación se tiene en la capacidad del winche para halar el peso combinado de la plataforma y el buque, [4].

Equipo para Válvulas de Fondo (Grupo 3/1).- El equipo para este proceso consiste en llaves inglesas, francesas, y, compresor de hasta 150 psi.

La principal limitación de los equipos es que los trabajos dependen mucho de la destreza del obrero, [4].

Equipo para Tanque de Combustible (Grupo 3/2).- El equipo para desalajo, limpieza y desgasificación de tanques de combustible consiste en baldes de máximo 5 galones, raquetas o podones de 100 mm.

La principal limitación de los equipos es que los trabajos dependen mucho de la destreza del obrero.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Análisis de los parámetros referentes al casco

Cambio de planchaje.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.2356 H*H/Kg, y 0.0249 H-H/kg, y, el coeficiente de desviación de 10.59%. Estos números permiten sugerir que el proceso de cambio de planchaje en los buques analizados es de baja desviación. Se piensa que esto se debe a que en la mayoría de los buques analizados las planchas cambiadas fueron planas (sin curvaturas) y el grado de dificultad en el interior de los buques era bajo.

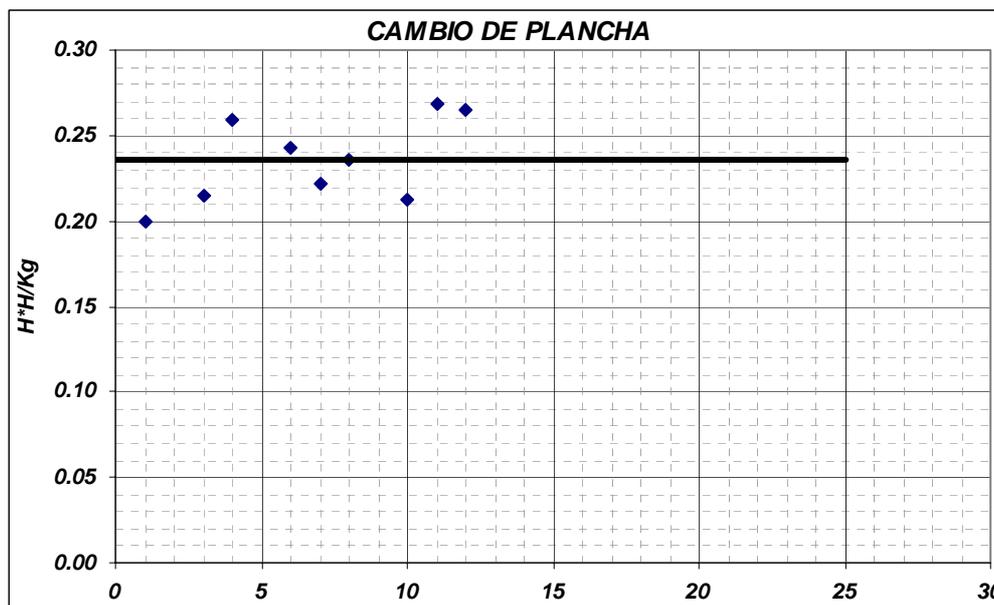


Figura 17.- Hombres-hora/kg de Cambio de Plancha

Limpieza de Casco.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.435 y 0.0900 H-H/m²-máq, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 22.5%. La alta desviación puede ser debida a la variación en adherencia de la pintura a la superficie del casco. Se considera que los valores más bajos en este proceso se deben a dos causas, para el caso del buque #1 (LG23,4) fue la facilidad con que se retiró la pintura del casco; para el caso del buque #7 (Tanq 86), únicamente se realizó la limpieza de la calamina, en las planchas que se trabajaron.

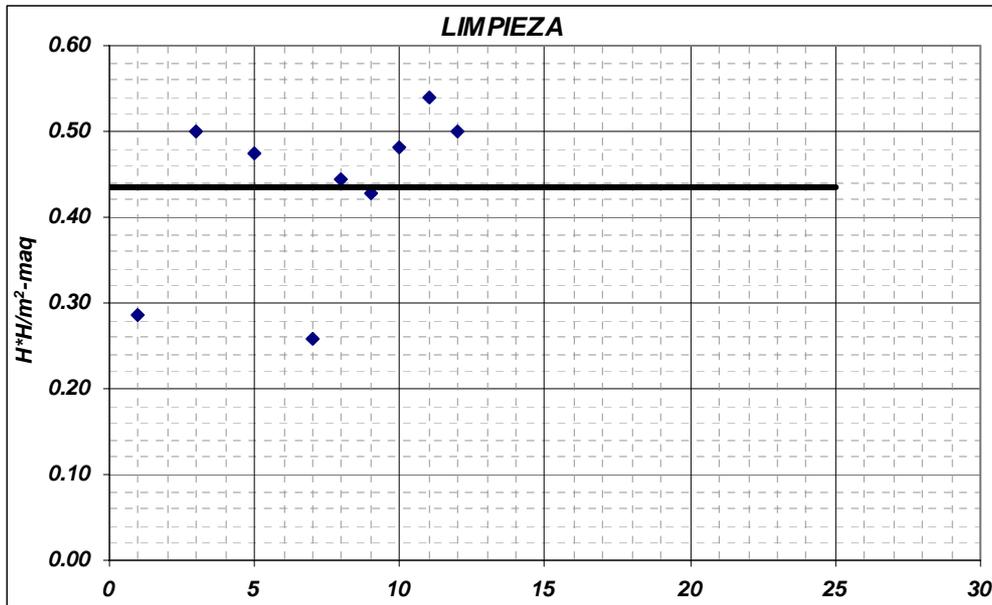


Figura 18.- Hombres-hora/m² de Limpieza y #Máquinas empleadas

Pintado.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.027 y 0.0032 H-H/m²-máq, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 11.6%. El bajo valor del coeficiente de desviación, se debe al mismo tipo de pintura empleado y al espesor uniforme de las capas en la mayoría de los buques.

De acuerdo con el fabricante del equipo de pintado, [8], el modelo X-40 con una boquilla #27 entrega 4 lit/min, aproximadamente. Si se considera un espesor de 250 micrones, ver figura 6, se tiene un valor máximo de 960 m²/h;

finalmente si el equipo de trabajo está compuesto por 04 personas, se tendría un rendimiento máximo de 240 m²/h-h. Tomando el inverso el valor mínimo para el proceso de pintado es de 0.00417 H-H/m²-máq.

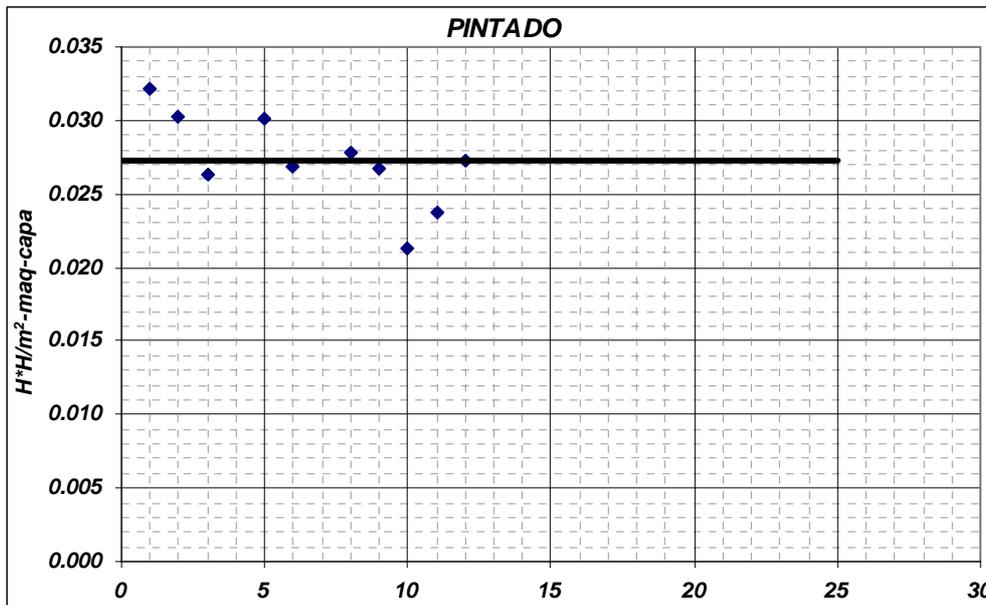


Figura 19.- Hombres-hora/m² Pintada y #Máquinas empleadas

Protección Catódica.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.116 y 0.0292 H-H/Kg, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 25.1%. La alta variación se debe a la diferencia en tipo de agarre del ánodo, los cuales pueden tener, dos o cuatro patas. En el caso del buque #2 (Catam26.8) el sistema de agarre es mediante pernos, el caso del buque #10 (LG 32) los ánodos inicialmente estaban empernados,

mientras que los renovados se los soldó; para el caso del buque #9 (Yate 32,93), también los ánodos son emperrados pero las distancias entre los pernos no son constantes, por lo que fue necesario elaborar varias plantillas para taladrar los ánodos antes de instalarlos.

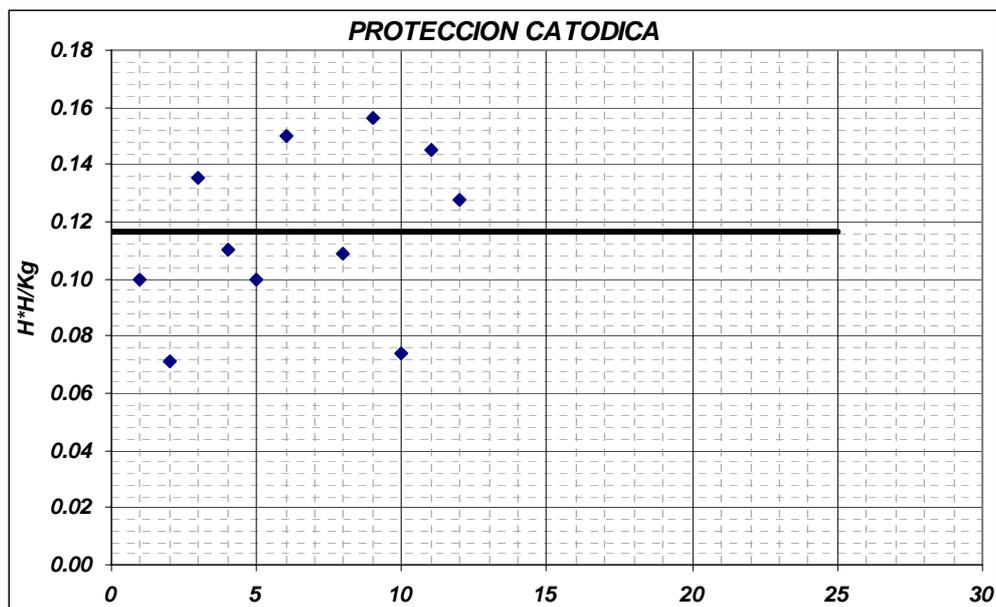


Figura 20.- Hombres-hora/kg de ánodos instalados

Toma de Espesores.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.030 y 0.0045 H-H/prueba, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 14.8%. Se piensa que esta variación es Intermedia, dado que las mediciones normalmente se realizan de pie a nivel de piso. En el caso

del buque #8 (Rem 24,4), hubo que utilizar andamios y en el caso del buque #11 (Barcaza 28,45), hubo que hacer mediciones en posición de agachado.

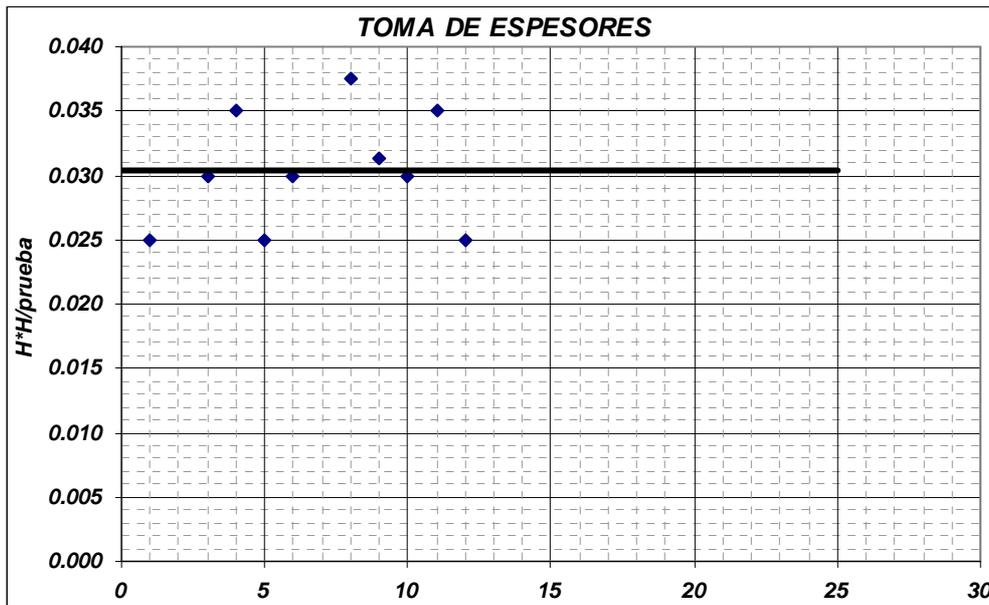


Figura 21.- Hombres-hora/mediciones realizadas

3.2. Análisis de los parámetros de procesos referentes a maniobra

Sistema de Propulsión.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 136.91 y 44.56 H-H/línea, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 32.5%. En este parámetro se presenta la mayor dispersión de todos los procesos, y se piensa que se debe a las diferencias

entre soportes (tipo de arbotantes), la forma de la brida (cónica ó cilíndrica), longitud de los tramos de ejes, y el diámetro/peso. El valor más bajo se debe a que en el buque #8 (Rem 24,4), solo se desmontó la hélice. En el buque #4 (LM 44,9), los ejes tienen más de 10 metros de longitud y la zona de trabajo en el interior es de difícil acceso.

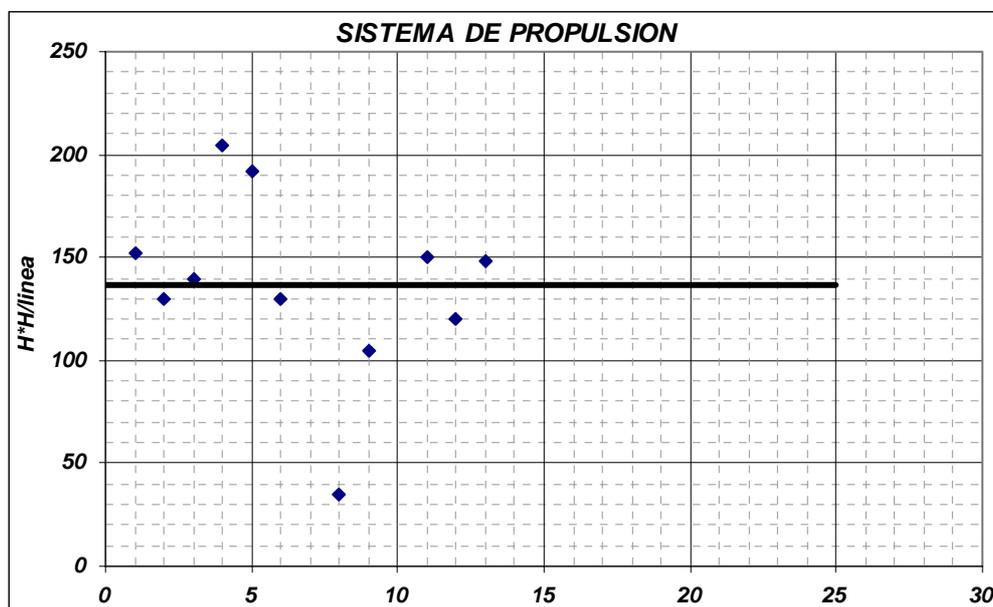


Figura 22.- Hombres-hora/#Sistemas trabajados

Sistema de Gobierno.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 54.89 y 13.08 H-H/línea, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 23.8%. La alta desviación, se debe a la diferencia en la forma de construcción (en algunos casos el barón es parte

de la pala, ó existe una conexión con brida), el sistema puede ser con ó sin tintero, y longitud del barón es variable. El buque #1 (LG 23,4), tiene un sistema de sellos y rodamientos, lo que hace que el montaje sea un poco lento.

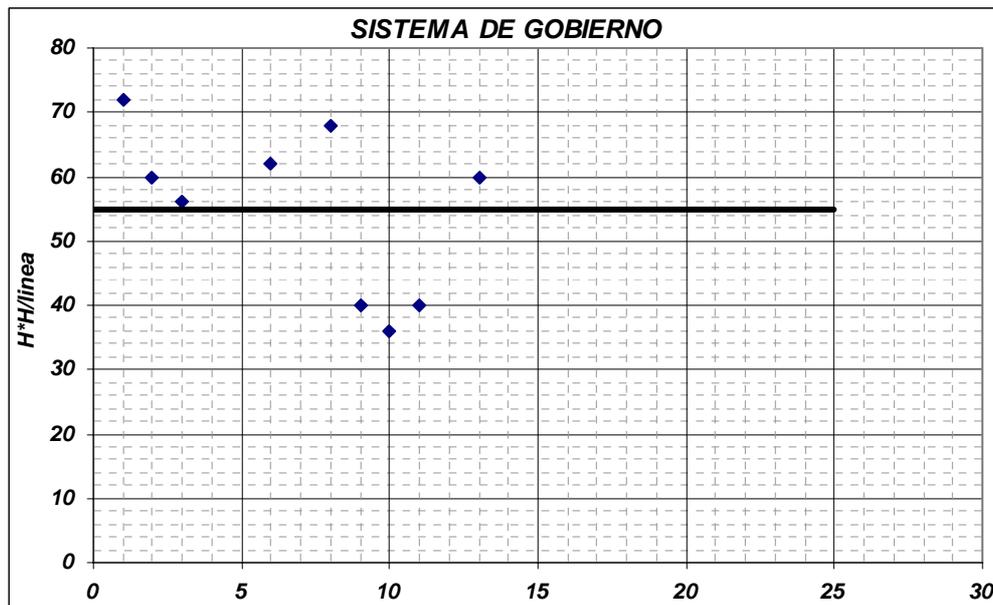


Figura 23.- Hombres-hora/#Sistemas trabajados

Varada y Desvarada.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 44.79 y 8.07 H-H/maniobra, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 18.0%. El valor de desviación es intermedio, debido, que se realizan tres tipos de varada: sobre los carros de transferencia, sobre la plataforma y con extensiones.

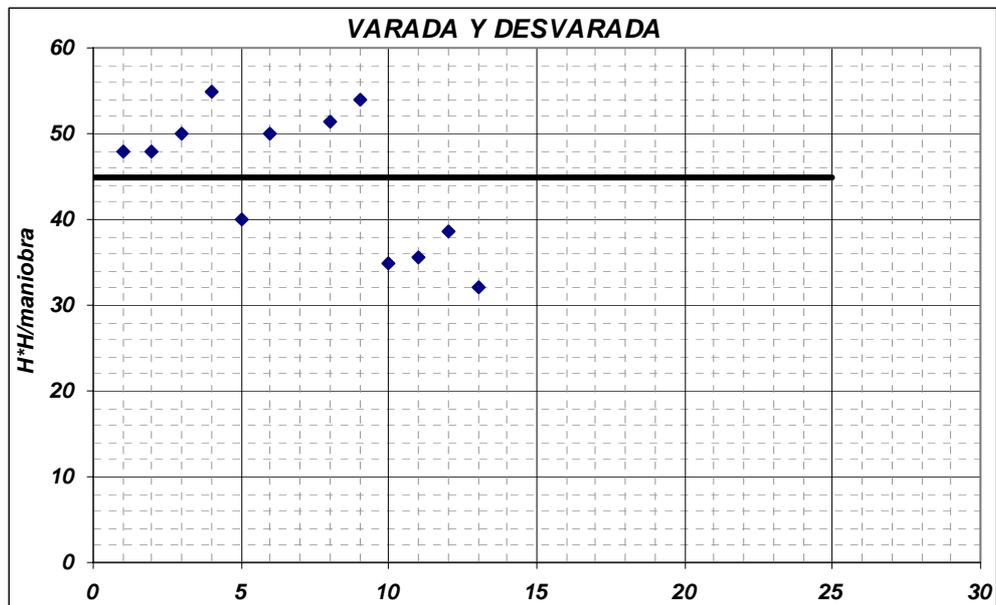


Figura 24.- Hombres-hora/#Maniobras

3.3. Análisis de los parámetros sobre procesos interiores del casco

Válvulas de fondo.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 16.05 y 1.84 H-H/#válv, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 11.5%. El valor de desviación es bajo, porque el tipo de válvula tratada es muy común (principalmente de compuerta pero a veces tipo globo); la variación puede deberse a que en ocasiones el mantenimiento es en sitio, sin necesidad de desmontar.

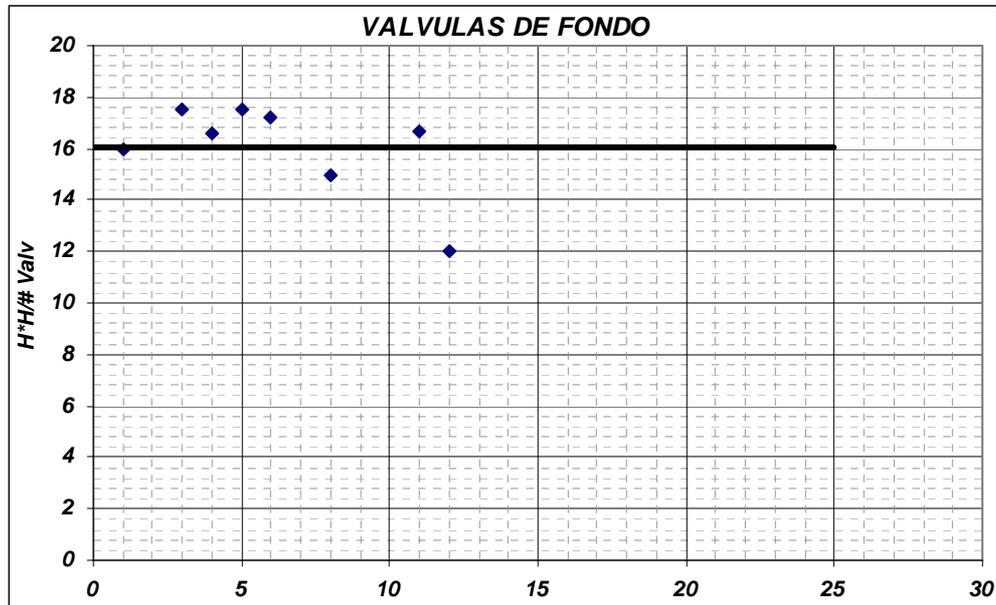


Figura 25.- Hombres-hora/#Válvulas trabajadas

Tanques de combustible.- El valor promedio y la desviación estándar calculados fueron de 0.0093 y 0.0017 H-H/gal, respectivamente, y, el coeficiente de desviación de 18.7%. El valor de desviación es del tipo intermedio y esto se debe a la diferencia en acceso y al tamaño del tanque que podría hacer dificultoso los trabajos en el interior.

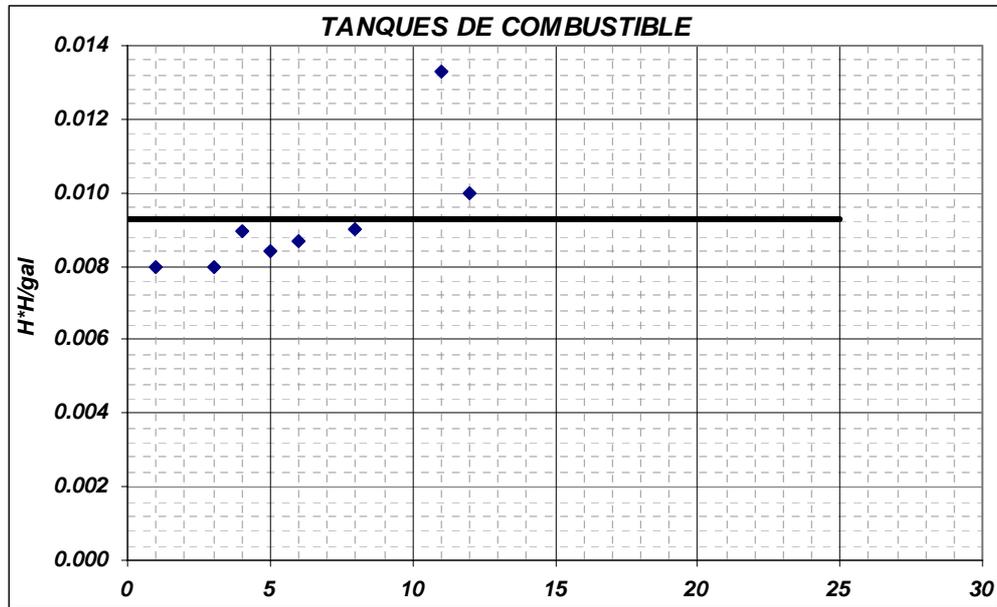


Figura 26.- Hombres-hora/galones de capacidad de tanque limpiados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se han determinado los parámetros de productividad, en trece buques carenados en el varadero de ASTINAVE, en el periodo comprendido entre los meses de Abril y Noviembre de 2008. Las embarcaciones están en un rango entre 20 y 45 metros de eslora, y con calados ligeros entre 1.2 y 2.4 metros. La Manga de las embarcaciones analizadas se concentra principalmente alrededor de 6.7 metros. Se puede concluir lo siguiente:

- La clasificación propuesta en este trabajo ha considerado cuatro áreas: Procesos relacionados con el casco (cambio de planchaje, limpieza, pintado, protección catódica, y medición de espesores), Procesos relacionados con maniobras (sistema de propulsión, sistema de gobierno, y, varada/desvarada), y, Procesos relacionados con interiores del casco (válvulas de fondo y tanques de combustible). Así mismo, antes de proceder a calcular cada parámetro de productividad, fue necesario determinar las unidades que se usaron para cada proceso, y, definir las limitaciones que se incluían en cada proceso analizado. Se encontró que la clasificación empleada facilitó el registro y control de los procesos para la determinación final de los parámetros de productividad.

- El análisis de los resultados presenta procesos con valores de desviaciones estándares que se las puede agrupar en tres categorías, véase la tabla 16. Las desviaciones estándares consideradas como Altas, son aquellas cuyo coeficiente de variación es mayor al 20%; en este grupo se tiene a Limpieza 22.5%; 0.435H-H/m²-máq, Protección catódica 25.1%; 0.116 H-H/Kg, Sistema de propulsión 32.5%, 136.91 H-H/línea, y, Sistema de gobierno 23.8%, 54.89 H-H/línea. Procesos con desviaciones estándares Intermedias cuyo coeficiente de desviación, se encuentra entre 12-20%; en este grupo se tiene: Medición de espesores 14.8%, 0.030 H-H/prueba, Varada/Desvarada 18%, 44.79 H-H/maniobra, Tanques de combustible 18.7%, 0.0093 H-H/gal. Finalmente los procesos con desviaciones estándares Bajas son consideradas aquellas con un coeficiente de desviación menor al 12%, y se tiene: Cambio de planchaje, 10.6%, 0.236 H-H/Kg, Pintado 11.6%, 0.027 H-H/m²-máq-capa, y, Válvulas de fondo 11.5% 16.05 H-H/# válv.
- Finalmente los procesos que tienen bajos valores para las desviaciones estándares tienen los siguientes valores medios y corresponden a: Cambio de Planchaje 0.236 H-H/Kg, Pintado 0.027 H-H/m²-máq-capa, y, Válvulas de fondo 16.05 H-H/# válv. Dado que las variaciones son relativamente bajas, se piensa que estos valores

pueden utilizarse para comparar con patrones de Productividad de otros astilleros ó varaderos, y, para control de procesos. Desafortunadamente no se dispone en literatura de la FIMCM información para realizar la comparación mencionada.

RECOMENDACIONES

Continuar con los registros, para aumentar la base de datos y lograr una mayor validez estadística, además de que se podría medir la tendencia de los diferentes parámetros.

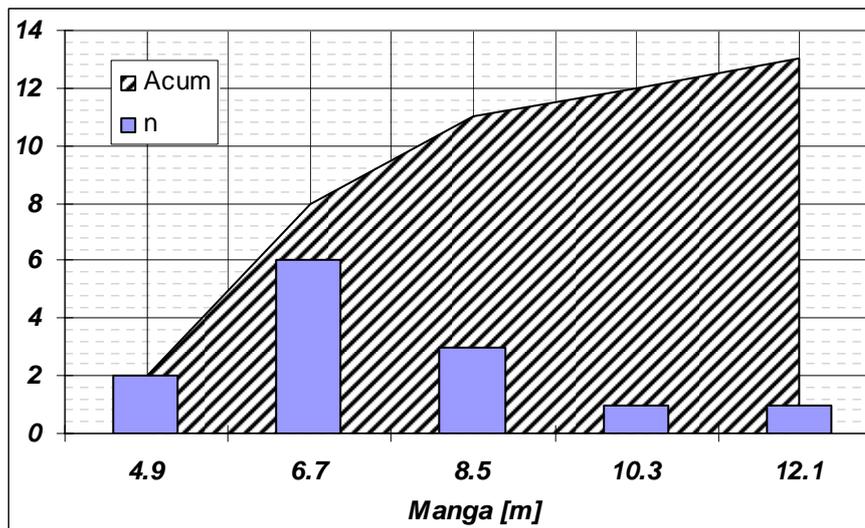
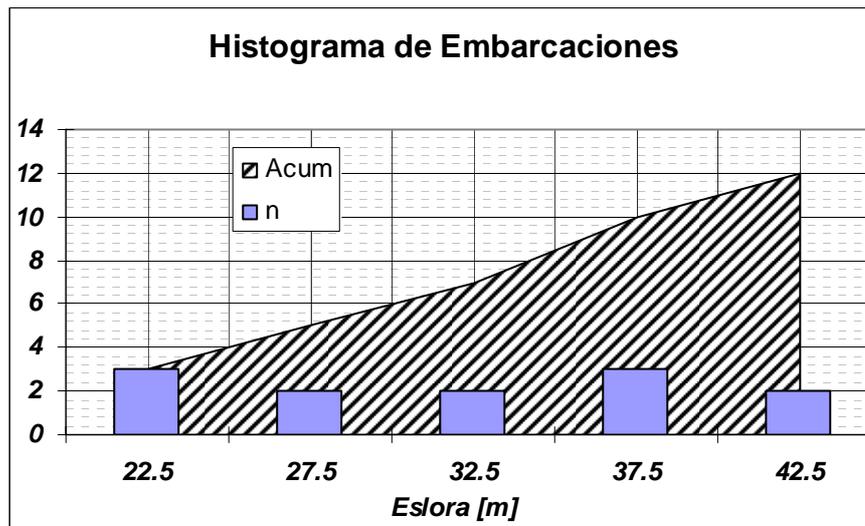
Analizar la información sobre los trabajos del sistema de propulsión empleando una subclasificación de acuerdo al tipo de buque. Esto, debido a que las embarcaciones de tipo militar, por sus requerimientos de diseño, tienen espacios reducidos alrededor del túnel del eje, lo que incrementa los tiempos de trabajos y dificultan la comparación con las embarcaciones civiles.

Así mismo, se podría, una vez que se incremente la información recopilada, desarrollar un análisis del tiempo de trabajo de reparación del sistema de propulsión, considerando el diámetro del eje y el número de descansos.

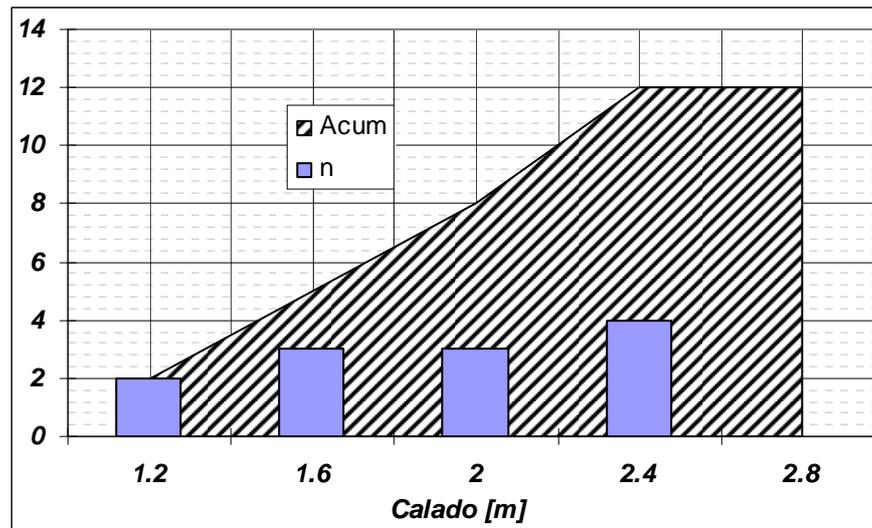
Se podría también difundir esta información para tratar de que otros varaderos y astilleros calculen sus índices de Productividad para poder establecer comparaciones a nivel local.

APÉNDICES

Histogramas de las Características de las Embarcaciones Analizadas



Histogramas de las Características de las Embarcaciones Analizadas



Bibliografía

[1] AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, Rules for Classing Steel Ships, Sección 7. ABS, 2008.

[2] ASTINAVE, Registro de Productividad en Buques Julio-Octubre. Guayaquil, 2008

[3] ASTINAVE CAR-C Documentos Sistema de Calidad PSC-ITSC. Guayaquil, 2008

[4] ASTINAVE Manuales de Mantenimiento de Equipos. Guayaquil, 2008

[5] HEMPEL, Documentación Técnica: Preparación de Superficies de acero. Pinturas Marinas Hempel del Ecuador, 2008

[6] ZURITA, GAUDENCIO, Probabilidad y Estadística, Fundamentos y Aplicaciones. ICM-ESPOL, 2008

Sitios web

[7] Máquinas para “sandblasting”: www.clemcoindustries.com

[8] Máquinas para pintura: www.gracco.com

[9] Regulaciones de la Autoridad Marítima: www.digmer.org