



MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

TRABAJO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
GRADUADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO.

UDE INGENIERÍA MARÍTIMA
SECCIÓN NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Santa Cruz de Tenerife

Katherine Valentina Hernández Ocando

Septiembre 2016

Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez y D. José Agustín González Almeida, Profesores asociado de la UDE de Ingeniería Marítima del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna, certifica que:

D. Katherine Valentina Hernández Ocando, alumna que ha superado las asignaturas de los cuatro primeros cursos del Grado en Náutica y Transporte Marítimo, ha realizado bajo mi dirección el Trabajo Fin de Grado nominado "*Maniobra de un trimarán*" para la obtención del Título de Graduado en Náutica y Transporte Marítimo por la Universidad de La Laguna.

Revisado dicho trabajo, estiman que reúne los requisitos para ser juzgado por el Tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente certificado en Santa Cruz de Tenerife a 06/09/2016.

Director y Co-Director del Trabajo Fin de Grado

“Has de aprender la lección
Poniendo mucha atención,
y si no es a la primera:
persevera, persevera.
Al fin cobrarás valor
y aprenderás lo que quieras;
Ya verás, si perseveras
todo irá mucho mejor.”

William J. Bennett.

Agradecimientos

Gracias a todas las personas que me han ayudado y enseñado en estos cuatro años.

Agradezco a mis dos Tutores del trabajo por la ayuda brindada y en especial a D. Santiago que día a día me ha ayudado en el barco en mis prácticas profesionales y en la elaboración de este trabajo.

Mi eterna gratitud a los pilares fundamentales de mi vida a mis padres y mi hermana que han aguantado mis enfados, alegrías y lloro, no solo en la carrera sino en mi vida.

Gracias a todos los que conforman el buque Benchijigua Express por todo el cariño recibido y la paciencia que me prestaron en estos 6 meses, no hay palabras para decir todo lo que han significado tanto profesional como personalmente.

No puedo olvidarme de mis amigos que siempre han estado a mi lado en especial LAHM que continuamente ha estado a mi lado y a VHG por ayudarme, escucharme y enseñarme que cuando uno es perseverante llega a la meta.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN..... 7

II. OBJETIVOS..... 11

OBJETIVO GENERAL..... 13

OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 13

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES..... 15

 1. CONCEPTOS PREVIOS..... 17

 1.1. Propulsión..... 17

 1.1.1. Hélices..... 17

 1.1.1.1. Tipos de hélices..... 17

 1.1.1.2. Hélices de paso fijo..... 18

 1.1.1.3. Hélices de paso variable..... 18

 1.1.1.4. Hélices con toberas..... 19

 1.1.2. Hélices tipo jet..... 20

 1.1.2.1. Water jets..... 20

 1.2. Breve historia de la evolución de la construcción naval..... 21

 1.2.1. Siglo XXX a.C..... 21

 1.2.2. Siglo VII a.C..... 22

 1.2.3. Siglo VI a.C..... 22

 1.2.4. Años 700-1.000..... 23

 1.2.5. Año 1492..... 23

 1.2.6. Año 1522..... 24

 1.2.7. Año 1783..... 24

 1.2.8. Año 1906..... 25

 1.2.9. Año 1912..... 25

 1.2.10. Año 1974..... 26

 1.2.11. Año 2005..... 27

 1.3. BREVE HISTORIA DE FRED OLSEN EXPRESS EN CANARIAS..... 27

IV. MATERIAL Y MÉTODOS..... 35

 2. MATERIAL..... 37

 2.1. Características generales del barco. (19)..... 38

 2.2. Características de los puertos de maniobra..... 40

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

2.2.1.	Puerto de Los Cristianos, Tenerife.....	41
2.2.2.	Puerto de San Sebastián de La Gomera.....	42
2.2.3.	Puerto de Santa Cruz de La Palma.....	43
2.2.4.	Travesía entre Puertos.....	44
2.2.4.1.	Puertos de Los Cristianos y San Sebastián de La Gomera.....	44
2.2.4.2.	Puertos de Los Cristianos y Santa Cruz de La Palma.....	45
2.2.5.	Tráfico marítimo en la travesía.....	46
2.2.5.1.	Puerto de Los Cristianos.....	46
2.2.5.2.	Puerto de San Sebastián.....	47
2.2.5.3.	Puerto de Santa Cruz de La Palma.....	47
2.2.6.	Características meteorológicas.....	47
2.3.	Elementos operacionales del buque.....	49
2.3.1.	Hélices de proa.....	49
2.3.1.1.	Operatividad.....	50
2.3.2.	Proceso operativo para el despliegue de las hélices desde el puente.....	51
2.3.3.	Proceso operativo para el repliegue de las hélices desde el puente.....	52
2.3.4.	Modo Emergencia.....	53
2.4.	Sistemas de propulsión y gobierno.....	53
2.4.1.	Motores.....	54
2.4.1.1.	Motores principales.....	54
2.4.1.2.	Motores auxiliares.....	56
2.4.2.	Booster.....	58
2.4.3.	Waterjets.....	59
2.4.4.	Timón (T-Max).....	62
2.4.5.	T-Foil.....	63
2.4.5.1.	Efecto.....	63
2.4.6.	Interceptor.....	65
2.4.6.1.	Efecto.....	65
2.4.7.	Rollfin.....	66
2.4.8.	Sistemas de lastre y antiescora.....	68
2.4.8.1.	OPERACIONES.....	69
2.4.9.	Ancla y equipo de fondeo y maniobra.....	69
2.4.9.1.	Ancla y cadena.....	70
3.	MÉTODO.....	70
V.	RESULTADOS.....	71
1.	Introducción.....	73
2.	Maniobras de entrada y salida de puerto.....	73
2.1.	Maniobra de entrada.....	73
2.1.1.	Aproximación.....	73
2.1.2.	Maniobra dentro de puerto.....	77

INDICE

2.2. Maniobra de salida	81
2.2.1. Antes de salir	81
VI. CONCLUSIONES	87
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	91

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Hélice de paso fijo.....	18
Ilustración 2 Hélice de paso variable.....	19
Ilustración 3 Hélice con tobera	20
Ilustración 4 WaterJet.....	21
Ilustración 5 Mazarrón I.....	22
Ilustración 6 Trirreme	22
Ilustración 7 Representación barco Drakka	23
Ilustración 8 Réplicas de La Niña, La Pinta y La Santa María.....	24
Ilustración 9 Maqueta del primer barco de vapor.	25
Ilustración 10 Hidroala de Enrico Forlanini	25
Ilustración 11 Ferry "Benchijigua", empavesado, frente a Santa Cruz de Tenerife	26
Ilustración 12 Benchijigua Express	27
Ilustración 13 El primer "Benchijigua" maniobra en el puerto de Los Cristianos	28
Ilustración 14 El ferry "Bonanza" se estrenó en Finlandia	28
Ilustración 15 Ferry Betancuria.....	29
Ilustración 16 Bonanza Express	30
Ilustración 17 Bocayna Express	30
Ilustración 18 Bentago Express.....	31
Ilustración 19 Ferry Barlovento	32
Ilustración 20 Benchi Express	32
Ilustración 21 Bonanza Express tras la calision	33
Ilustración 22 Benchijigua Express atracado en el muelle de Los Cristianos	37
Ilustración 23 Plano general del Buque	39
Ilustración 24 Muelle de Los Cristianos.....	41
Ilustración 25 Plano Atraje en Los Cristianos	42
Ilustración 26 Muelle de San Sebastian de La Gomera	42
Ilustración 27 Plano Atraje en San Sebastián de La Gomera	43
Ilustración 28 Muelle de Santa Cruz de La Palma.....	43
Ilustración 29 Plano Atraje Santa Cruz de La Palma.....	44
Ilustración 30 Ruta en ECDIS de CRT a GMR.....	45
Ilustración 31 Ruta en ECDIS de CRT a SPC.....	46
Ilustración 32 Hélice de proa Rolls Royce.....	49
Ilustración 33 Helice de Proa	50
Ilustración 34 Hélices de proa	51

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 35 Sistema de propulsión Benchijigua Express	53
Ilustración 36 Motor principal MTU	54
Ilustración 37 Motores principales	55
Ilustración 38 Motor auxiliar.	57
Ilustración 39 Booster	58
Ilustración 40 Waterjet central	59
Ilustración 41 Waterjet abierto	60
Ilustración 42 Waterjet cerrado	60
Ilustración 43 Control de mandos de proa	61
Ilustración 44 Mando Back-up de los Waterjets	62
Ilustración 45 Esquema de T-Max	63
Ilustración 46 Asiento apopante	64
Ilustración 47 Asiento aproante	64
Ilustración 48 Efecto Interceptor	66
Ilustración 49 Rollfin	66
Ilustración 50 Efecto de balance a babor	67
Ilustración 51 Efecto balance a estribor	67
Ilustración 52 Check List de entrada	74
Ilustración 53 Cámaras de maniobra	75
Ilustración 54 Entrada al Puerto de Los Cristianos	79
Ilustración 55 Entrada al Puerto de Santa Cruz de La Palma	80
Ilustración 56 Entrada al Puerto de San Sebastián de La Gomera	80
Ilustración 57 Check List de salida	81
Ilustración 58 Salida del Puerto de Los Cristianos	85
Ilustración 59 Salida del Puerto de Santa Cruz de La Palma	85
Ilustración 60 Salida de San Sebastian de La Gomera	86

I. INTRODUCCIÓN

I.INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es la exposición de mi experiencia como alumna de puente en el buque Benchijigua Express durante mi período de prácticas. De forma específica, nos centraremos en la maniobra de dicho buque en los procesos de entrada y salida de los puertos de Los Cristianos, San Sebastián de La Gomera y Santa Cruz de la Palma.

El Benchijigua es un buque que reúne una serie de características que hacen de éste una nave especial, y ello por varias razones: por un lado, hablamos de un buque cuya construcción y ergonomía son prácticamente únicas en el mundo, y del cual se obtienen unos resultados especialmente importantes para el tipo de navegación para la que está pensado; por otro, los sistemas de propulsión de los que está dotado le otorgan un grado de maniobrabilidad dinámica y eficaz de la cual se obtiene la posibilidad de realizar las maniobras de entrada y salida en puerto de manera segura y veloz; al tratarse de un buque tipo trimarán, la estabilidad y navegabilidad a bordo de éste constituye una de sus principales ventajas con respecto a otros buques NGV (Naves de Gran Velocidad), de lo cual también se obtienen mejoras en la realización de las maniobras que precise realizar.

La estructura del trabajo sigue un orden determinado, en el que se parte de la exposición general de todos aquellos datos e información relacionados con el buque y con los puertos de entrada y salida, con el objetivo de comprender las particularidades de las maniobras que han de llevarse a cabo para poder efectuar el atraque en cada uno de los puertos. En este sentido, hemos considerado apropiado incluir un apartado general dedicado a los antecedentes de la construcción naval en general, así como una breve historia de la compañía a la que pertenece el buque “Benchijigua Express” y los servicios que presta ésta en las Islas Canarias. Seguidamente, hemos llevado a cabo una descripción más específica de las características del barco para así proceder al estudio de las maniobras con un mayor grado de conocimiento. Por último, centraremos el análisis en las entradas y salidas del buque en los puertos antes descritos.

Finalmente, y a modo de conclusión, condensaremos las ideas principales que hemos ido desarrollando a lo largo del trabajo.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo de final de grado es estudiar las maniobras de un trimarán, y así explicar la entrada y salida del puerto.

Como referencia se tomará al Benchijigua Express, un trimarán donde he realizado mis prácticas profesionales como alumna de puente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudio de las maniobras específicas de los puertos de Los Cristianos, San Sebastián de La Gomera y Santa Cruz de La Palma

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

1. CONCEPTOS PREVIOS

1.1. Propulsión

1.1.1. Hélices

Como sabemos, el movimiento de las embarcaciones se produce cuando el agua es propulsada por diversos elementos, entre los cuales las son las principales formas de propulsión las hélices son las más empleadas dada su efectividad. Su función es la de convertir la potencia del motor en fuerza de empuje mediante la combinación de la rotación con la traslación en un eje de rotación. De esta manera, el movimiento y la velocidad que se obtienen a partir de la acción de las hélices son entregados a una columna de agua en sentido opuesto al que se pretende mover la embarcación. La fuerza de empuje que se transmite al resto buque es la que proporciona el movimiento, y de él se obtiene el resultado deseado: la correcta navegación de nuestra embarcación a través del medio acuático. (1)

1.1.1.1. Tipos de hélices.

A continuación, examinaremos los distintos tipos y subtipos de hélices y las características y funciones de cada uno de ellas con el objetivo de clarificar las distintas funciones que cumplen en relación al tipo de buque y sus necesidades de propulsión.

Un de las principales diferencias entre los tipos y subtipo de hélices tiene que ver con el número de palas o aspas que las constituyan. La razón es que el paso y la inclinación de estas palas son meticulosamente estudiadas para que del ángulo entre el plano de referencia perpendicular al eje de rotación y un número de líneas establecidas entre el plano base y la pala se obtenga el ángulo de paso. En este sentido, y teniendo en cuenta la importancia de su estructura, existen distintos subtipos de hélices. (2)

1.1.1.2. Hélices de paso fijo.

También conocidas por hélices de paso constante, debido a que el paso en la superficie de la pala no cambia excepto en los ángulos, se caracterizan por su bajo costo, algo que las ha convertido en las más empleadas. Suelen encontrarse en embarcaciones tipo remolcador, pesquero, arrastreros y otras embarcaciones comerciales. (1)

Ilustración 1 Hélice de paso fijo.



Fuente: <http://www.nauticexpo.es/> (1)

1.1.1.3. Hélices de paso variable.

Las hélices de paso variable son aquella cuyas aspas pueden girar alrededor de su eje con el fin de cambiar su ángulo de ataque. En algunos casos el ángulo puede alcanzar valores negativos, creando así una inversión del empuje que provocaría el frenado o la marcha atrás, con la ventaja de no tener que cambiar el sentido la rotación del eje de la hélice. De dicha situación se obtiene la posibilidad de poder cambiar la dirección de empuje sin necesidad de disminuir la velocidad de nuestra hélice, lo cual hace que sean tremendamente funcionales. Además, otra de sus principales ventajas es el grado de maniobrabilidad que proporcionan, lo cual hace posible dotar al buque de autonomía frente a la necesidad del uso de remolcadores. (3)

Con el fin de obtener la máxima eficiencia, algunos buques de gran tamaño y embarcaciones de velocidad hacen uso de este tipo de hélices, si bien debido a la gran

cantidad de energía que necesitan para su funcionamiento no suelen usarse en buques que emprendan travesías largas. Algunos ejemplos de embarcaciones que las emplean son: remolcadores, dragas y barcos de crucero.

Ilustración 2 Hélice de paso variable.



Fuente: es.wikipedia.org

1.1.1.4. Hélices con toberas.

Este tipo de hélices, también llamadas de hélices carenadas, se diferencia del resto por estar situada dentro de una tobera rígida. Los buques equipados con este tipo de hélice se benefician de una mayor fuerza de empuje y una mejor eficiencia, debido, precisamente, a la acción de la tobera. Es por esta razón por la que éste tipo de hélices debe tener un diseño que tenga en cuenta la corriente formada por la tobera y, en este sentido, existen dos tipos fundamentales: las toberas que desaceleran el flujo que va dirigido a la hélice; y las que aceleran el flujo. Ampliar información sobre cada tipo o no ponerlos.

Las principales ventajas de éste tipo de hélices son: el aumento de la eficiencia a bajas velocidades, es decir, a menos de 10 nudos; una mejor protección ante la basura flotante; y una mejor estabilidad del rumbo. (4)

Ilustración 3 Hélice con tobera



Fuente: www.atmosferis.com

1.1.2. Hélices tipo jet.

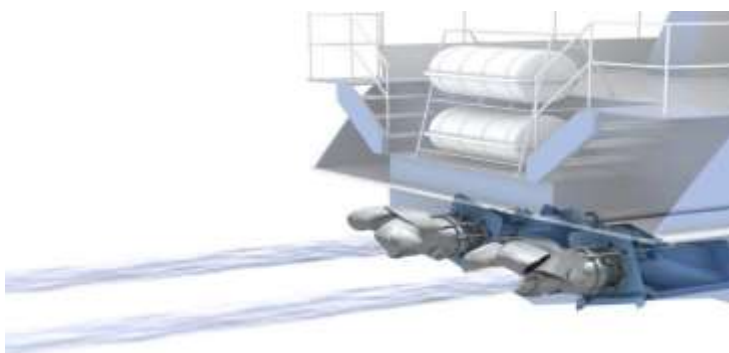
1.1.2.1. Water jets.

El primer sistema waterjet se instaló en un barco de 5 metros de eslora que alcanzó una velocidad de 25 nudos con un motor de 65 HP. Hoy en día es muy frecuente encontrarlo en distintos tipos de embarcaciones rápidas de diversos tamaños, como es el caso de los buques de la naviera Fred Olsen. Actualmente este sistema es capaz de otorgar al barco una velocidad de hasta 45 nudos. Debemos agradecer la existencia de este sistema a Arquímedes, inventor del tornillo para elevar agua, e inspirador de Hamilton, el inventor del wáter jet.

La propulsión por chorro de agua se basa en los principios de conservación de la cantidad de movimiento y el de acción y reacción. Los waterjets operan bajo el principio de impulso, semejante a una bomba científica de flujo semiaxial, lo que los diferencia mucho de una hélice. Absorben el agua del fondo del casco con una bomba de aspiración, en la tobera es acelerada y la expulsan por la popa del buque a través de un conducto con un pequeño diámetro consiguiendo el empuje necesario para propulsar al buque. La cantidad de agua expedida por la bomba condiciona el empuje generado. Dicha cantidad de agua viene dada por la potencia y las revoluciones por minuto del motor. (5)

A diferencia de la propulsión por hélice, los wáterjets no son sensibles al estado del mar, el viento o el calado. Son utilizados en buques con el fin de navegar a más de 24 nudos, a menor velocidad reducirían su eficiencia y sería más recomendable el uso de una hélice. (6)

Ilustración 4 WaterJet



Fuente nauticajonkepa.wordpress.com (6)

1.2. Breve historia de la evolución de la construcción naval.

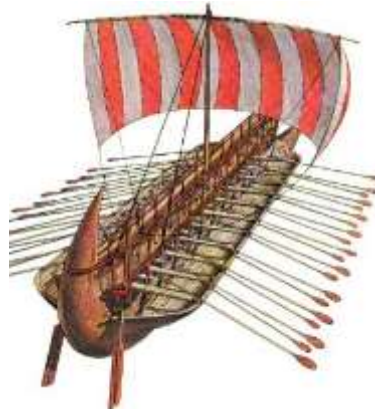
1.2.1. Siglo XXX a.C.

Se cree que los primeros barcos de la historia fueron construidos por los antiguos egipcios. De este siglo data la más antigua prueba gráfica de su existencia, pero se cree que se llevaban utilizando desde el año 3.000 a. C. Estos buques estaban hechos de madera, a partir de un gran armazón, y tenían el espacio suficiente para unos 20 remeros. Además de a remos se propulsaba también por una vela, lo que les permitía navegar no solo a través del Nilo, sino también del mar Mediterráneo. Estas embarcaciones se caracterizaban por no poseer quilla de ningún tipo, en su lugar, colocaban una cuerda que iba de proa a popa para evitar el quiebre de la embarcación. El ancla consistía en una gran piedra atada a un cabo. (7)

1.2.2. Siglo VII a.C.

Durante este siglo los fenicios navegaban en buques capaces de transportar carga y ganado. La primera embarcación fenicia encontrada en el mar Mediterráneo fue el Mazarrón I. Su propulsión provenía del uso de velas y de remos. (8)

Ilustración 5 Mazarrón I



Fuente: <http://www.line.do> (8)

1.2.3. Siglo VI a.C.

Uno de los primeros buques de guerra de la historia fue el trirreme, una embarcación que contaba con tres filas de remos. Estos barcos estaban contruidos con madera, principalmente de abeto, que era realmente ligera. Navegaban por el Mediterráneo a mano de los griegos. Los barcos trirreme fueron los protagonistas de la primera batalla naval conocida en la historia, la de la Salamina. (9)

Ilustración 6 Trirreme



Fuente: <http://www.historiaporanodormiranhell.blogspot.com> (9)

1.2.4. Años 700-1.000.

En estas fechas los vikingos, escandinavos y sajones navegaban un tipo de barco con casco trincado llamado drakar. Se trataba de buques con una eslora larga pero poca manga, con un calado pequeño y livianos. Con ellos llegaron a al norte de Europa, incluyendo el Mediterráneo. Además del Atlántico (Islandia, Groenlandia y el norte de América). Al principio utilizaban remos únicamente, pero posteriormente se propulsaban también con la ayuda del viento gracias a una vela rectangular. (10)

Ilustración 7 Representación barco Drakka



Fuente: <http://www.subdivx.com/> (11)

1.2.5. Año 1492.

Este fue el año en el que Cristóbal Colón y el resto de su tripulación llegó a América a bordo de la Niña, la Pinta y la Santa María, tres carabelas. Las carabelas son embarcaciones ligeras, altas y de gran calado. Las tres velas que poseían otorgaban una velocidad de 8 nudos, gracias también, a su ligero casco con forma afinada. Eran aptas para navegación transoceánica, prueba de ello es el viaje de Colón que surco el océano desde la Península Ibérica y las Islas Canarias, hasta la Isla de Guanahani y Cuba. (10)

Ilustración 8 Réplicas de La Niña, La Pinta y La Santa María



Fuente <http://www.panoramio.com/> (12)

1.2.6. Año 1522.

Los primeros en dar la vuelta al mundo en barco fueron Fernando de Magallanes y Juan Sebastián Elcano a bordo del navío Victoria. Comenzaron la expedición en 1519 desde Sevilla y acabaron en dicho año con tan solo 18 supervivientes de los 234 que habían comenzado la travesía. Habían partido cuatro naves, la Trinidad. (10)

1.2.7. Año 1783.

El primer barco a vapor capaz de funcionar fue votado en este año por Claude Francois Jouffroy d'Abbans. Medía 45 metros de eslora y fue capaz de remontar el río Saona con la propulsión de las ruedas de paleta. Sin embargo, no fue hasta 1807 que se fletó el primer barco de vapor para su uso comercial. Es conocido por varios nombres como Clermont, el barco de vapor del Río Norte o el monstruo de Fulton. (11)

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Ilustración 9 Maqueta del primer barco de vapor.

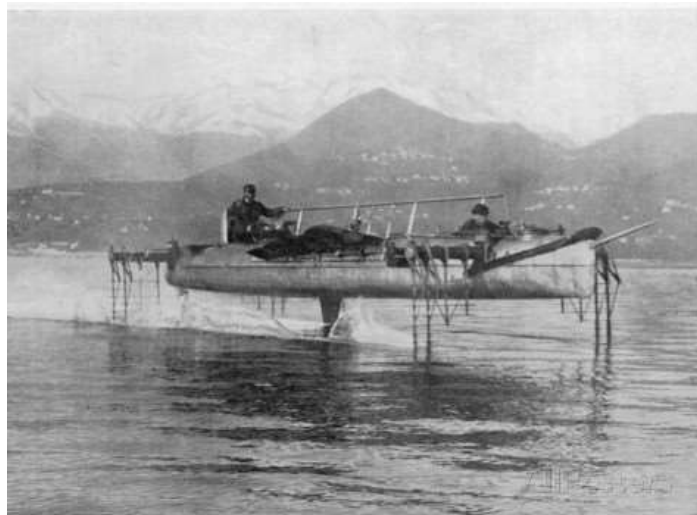


Fuente: <http://mnm.webmuseo.com/> (13)

1.2.8. Año 1906

Se construye el primer barco hidroala por Enrico Forlanini, el barco llegó a alcanzar 38 km/h con un motor de 45Kw. Este barco marco un antes y un después en la historia de los barcos NGV. (7)

Ilustración 10 Hidroala de Enrico Forlanini



Fuente www.allposters.com (14)

1.2.9. Año 1912.

Se produjo el hundimiento más famoso de la historia. El RMS Titanic, un transatlántico británico, se disponía a cruzar del sur de Irlanda a Nueva York. Fue una de las mayores tragedias no bélicas de la historia con 1.512 víctimas y crea el convenio SOLAS. (7)

1.2.10. Año 1974.

Nacimiento de “Ferry Gomera S.A.”, posteriormente la actual compañía “Fred. Olsen S.A.” que comenzó uniendo San Sebastián de La Gomera con Los Cristianos, en Tenerife. Actualmente une todas las islas canarias con cinco barcos en su flota. (15)

Ilustración 11 Ferry “Benchijigua”, empavesado, frente a Santa Cruz de Tenerife



Fuente: <https://delacontecerportuario.wordpress.com> (16)

1.2.11. Año 2005.

El buque Benchijigua Express comienza su andadura por los mares canarios uniendo Tenerife y La Gomera. (17)

Ilustración 12 Benchijigua Express



Fuente:www.fredolsen.com (15)

1.3. BREVE HISTORIA DE FRED OLSEN EXPRESS EN CANARIAS

Esta compañía cuyo origen radica en Noruega se fundó en 1974 bajo el nombre de Ferry Gomera S.A. El primer viaje fue con el buque Benchijigua desde el puerto de Los Cristianos en la isla de Tenerife, hasta San Sebastián de La Gomera. Con este barco nació la tradición de la compañía de bautizar a todos con un nombre que comenzara con la letra B. Hasta este momento la isla de la Gomera estaba bastante aislada pues los barcos solían ir para recoger carga. Se trataba principalmente de fruta para ser exportados a Europa. El ferry no solo servía para el transporte de pasajeros en sus rutas habituales, en ocasiones veían la necesidad de transportar fuera de horario a enfermos que tenían que acudir de forma urgente para recibir una atención médica en Tenerife que no podría recibir en La Gomera. En la época en la que el antiguo Benchijigua comenzó a navegar se veía obligado a atracar en un muelle en la playa de Valle Hermoso,

al norte de la isla gomera, el cual actualmente está en desuso. La ruta de la que hablamos, entre Tenerife. (17)

Ilustración 13 El primer "Benchijigua" maniobra en el puerto de Los Cristianos



Fuente: <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/ferry-gomera/> (17)

En 1979 se unió a la compañía un ferry un tanto más grande, hablamos del Bonanza, que antes de esto había operado al norte de Europa.

Ilustración 14 El ferry "Bonanza" se estrenó en Finlandia



Fuente: <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/bonanza/>

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

El Gomera Express fue un ferry rápido que cubría la ruta en tan solo 65 minutos y llegó a la compañía en 1989. También en este año se unió a la familia Fred. Olsen un nuevo ferry, Betancuria. Este barco unía las rutas Playa Blanca (Lanzarote) y Corralejo (Fuerteventura). (18)

Ilustración 15 Ferry Betancuria



Fuente: <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/bonanza/>

Algunas estadísticas del año 1990 nos revelas interesantes datos sobre el Ferry gomera que en los 16 años que llevaba navegando había realizados más de 29.000 viajes, en una distancia igual a dar 29 vueltas al mundo. Antes comentábamos el servicio que hacía dicho barco llevando enfermos de urgencia a la isla vecina, a tal fecha había llevado, nada más y nada menos, que 20 viajes extraordinarios por este motivo. Otro dato interesante hasta este año es el número de vehículos, más de 700 millones.

Fred. Olsen llegó a un acuerdo, en 1994, con el servicio postal de Canarias por el cual el buque Benchijigua tendría una oficina de correos.

El Bonanza Express y el Bentayga Express se unieron en 1999 para realizar la ruta entre Santa Cruz de Tenerife y Agaete. Fue el comienzo del cambio de Fred. Olsen de ferrys a fast-ferrys. (10)

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 16 Bonanza Express



Fuente:www.fredolsen.com

El ferry Bungavilla es sustituido por el Bocayna Express en 2003 para el trayecto Corralejo-Playa Blanca. Este barco de alta velocidad realiza la ruta en tan solo 25 minutos gracias a su velocidad de 31 nudos. Tiene capacidad para 450 pasajeros y hasta 60 coches, con un tamaño de 66 metros de eslora. (16)

Ilustración 17 Bocayna Express



Fuente:www.fredolsen.com

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Durante el año 2005 ocurrieron múltiples sucesos, entre ellos, la llegada a la compañía del ferry Benchijigua Express, el trimarán más grande del mundo. Este realizará los trayectos entre Los Cristianos y La Gomera, y La Palma actualmente. El antiguo Benchijigua Express fue rebautizado como Bentago Express y pasó a hacer la ruta junto al nuevo Bencomo Express, antes Bentayga Express. (10)

Ilustración 18 Bentago Express



Fuente:www.fredolsen.com

En este año el Bonanza Express fue el primer fast-ferry en viajar a El Hierro, haciendo escala en La Gomera, saliendo desde Tenerife. Además el buque fue sometido a diversas reformas, entre ellas, la adaptación de las rampas que había en los puertos de San Sebastián de La Gomera y Los Cristianos. Por último, el Ferry Barlovento es vendido tras cumplir los 30 años. Desde este momento se cambia el nombre de manera oficial a la compañía a Fred. Olsen Express. (18)

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 19 Ferry Barlovento



Fuente: <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/barlovento/>

En 2008 la ruta realizada en el interior de La Gomera, que une Valle Gran Rey, Playa Santiago y San Sebastián es declarada pública y adjudicada Fred. Olsen. Durante una avería sufrida en 2009 el Bonanza Express es dejado fuera de servicio, coincidiendo con la llegada del Benchi Express, que se dedicaba a la línea interior gomera antes mencionada. (18)

Ilustración 20 Benchi Express



Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Benchi_Express_Vueltas2.JPG

En 2011 el Bonanza Express comienza a realizar la ruta Los Cristianos - San Sebastián de La Gomera – Valverde, hasta que sufre un accidente al chocar con el Volcán

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

de Taburiente, de la compañía Naviera Armas. Durante un breve periodo de tiempo se abre una línea directa entre Tenerife y El Hierro, pero finalmente el ferry que se ocupaba de la línea es vendido. (11)

Ilustración 21 Bonanza Express tras la colisión



Fuente: <http://yeyocruisers.blogspot.com.es/>

En 2012 el fast-ferry Bonanza Express, ya arreglado, sustituye al Ferry Betancuria. Se encarga de la ruta Las Palmas de Gran Canaria – Morro Jable – Puerto del Rosario.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

2. MATERIAL

El buque Benchijigua Express fue construido para la compañía Fred Olsen S.A. por el astillero Austal, el cual se ubica en Perth, Australia. Su diseño fue desarrollado expresamente para la compañía, y por ello cuenta con una estructura adaptada a las necesidades de la misma. En términos generales, dicho diseño consta de un monocasco de alta velocidad con un pantoque curvo y casco simétrico, incluyendo un bulbo de proa, para uso tanto de pasaje como de carga rodada.

Este buque ha sido un referente en construcción, ya que no existía ningún buque similar hasta la fecha, y es por ello que años más tarde se utilizará este diseño para buques mercantes y militares.

Ilustración 22 Benchijigua Express atracado en el muelle de Los Cristianos



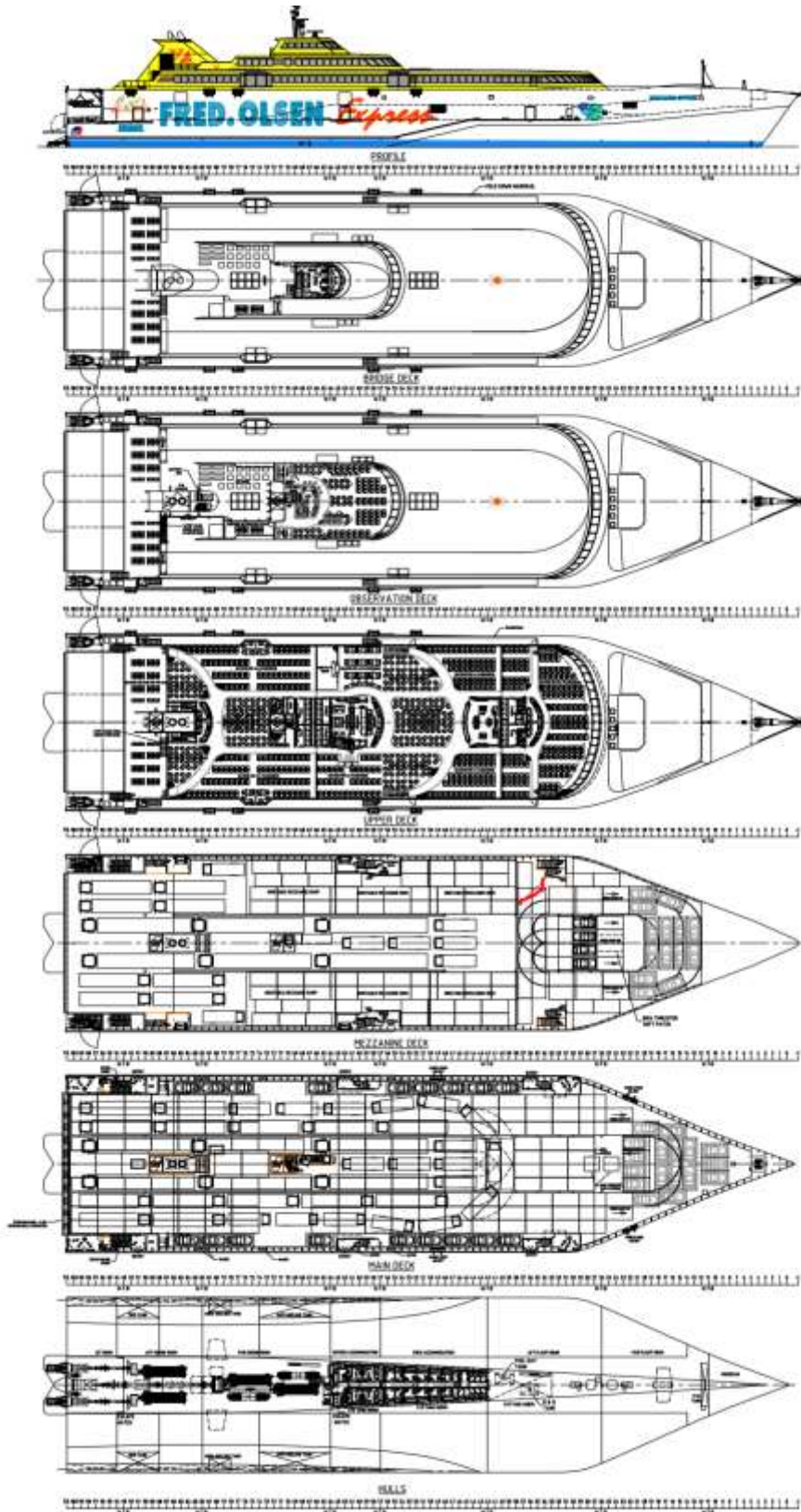
Fuente: Buque Benchijigua Express

2.1. Características generales del barco. (19)

INFORMACIÓN GENERAL	
Tipo de buque	Buque Alta Velocidad Trimaran de 127 Metros mixto carga-pasaje.
Armador	Fred Olsen, S.A.
Operador	Fred. Olsen, S.A.
Distintivo de llamada	ECHP
Número OMI	9299056
Puerto de Matrícula	Santa Cruz de Tenerife
Número MMSI	224441000
Lugar de construcción y nº. astillero	Astilleros Austal, Perth, Australia, nº 260
Eslora máxima	126,65 m.
Eslora entre perpendiculares	114,8 m.
Manga máxima	30,4 m.
Puntal a la cubierta principal	8,2 m.
Calado máximo a proa	3,71 m.
Calado máximo a popa	4,3 m.
Calado máximo en el Centro	3.89 m.
Calado en rosca	2,47 m.
Francobordo de Verano	4,19 m.
Desplazamiento máximo	2509 TM.
Desplazamiento en rosca	1509 TM.
Peso Muerto	1000 TM.
Arqueo bruto	8973 TRB.
Número de tripulantes	25
Número de Pasajeros	1.291
Velocidad	38,4 Nudos
Capacidad de carga	341 turismos o 123 turismos y 450 metros lineales para carga pesada (camiones y tráiler).
Motores Principales/Potencia	4 x MTU 20V8000 71Lde 9200 kW. = 36.800 kW - 50.000 CV/HP
Motores auxiliares	4 x MTU 8V2000 de 315kW =
Sistema de propulsión/gobierno	2 x KaMeWa 125 SII y 1 x KaMeWa 180 BII
Hélices Proa	2

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Ilustración 23 Plano general del Buque



Fuente: Benchijigua Express (20)

Su ruta principal es de 50 minutos, desde el puerto de Los Cristianos, Tenerife, a San Sebastián de La Gomera. También une desde el mismo puerto tinerfeño a la isla de La Palma en un tiempo de 2 horas y 55 minutos.

2.2. Características de los puertos de maniobra

La ruta del buque Benchijigua Express se desarrolla entre los puertos de San Sebastián de La Gomera, Los Cristianos (Tenerife) y Santa Cruz de La Palma.

(21)

Los Cristianos (Tenerife)

Latitud : 28º 03' N.
Longitud : 016º 43' W.

San Sebastián de La Gomera

Latitud : 28º - 06' N.
Longitud : 017º - 06' W.

Santa Cruz de La Palma

Latitud : 28º - 41' N.
Longitud : 017º - 45' W.

2.2.1. Puerto de Los Cristianos, Tenerife.

Ilustración 24 Muelle de Los Cristianos



Fuente: <http://www.diariodeavisos.com/> (22)

El puerto de Los Cristianos se encuentra en el municipio de Arona, al sur de la isla de Tenerife, en una bahía natural que lo protege de vientos procedentes del noreste. En 1523 acogía barcos pesqueros y otras embarcaciones que transportaban productos agrícolas, sal y cal. El primer muelle embarcadero tiene su origen en el año 1927, pero no se declara como puerto de forma oficial hasta veintisiete años después. Desde este puerto el buque de la compañía Fred. Olsen S.A., el Benchijigua Express parte cada día a San Sebastián de la Gomera. Sus destinos son:

- Fred. Olsen Express. San Sebastián de La Gomera, La Estaca y Santa Cruz de La Palma
- Naviera Armas. San Sebastián de La Gomera, La Estaca, Santa Cruz de La Palma y Santa Cruz de Tenerife.

Ilustración 25 Plano Atraque en Los Cristianos



- Fuente: Félix D.A

2.2.2. Puerto de San Sebastián de La Gomera.

Ilustración 26 Muelle de San Sebastian de La Gomera



Fuente: <http://www.diariodeavisos.com/>

En San Sebastián de la Gomera se encuentra el puerto más importante de la Isla que conecta cada día con otros puertos de las Islas Canarias. Hasta mediados del siglo XX solo se trataba de un pequeño muelle, pero actualmente es imprescindible para el

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

sustento económico del municipio en el que se halla, la capital de la isla. Cristóbal Colón, antes de llegar a América por primera vez, partió de este puerto, por lo que le da interés histórico.

Ilustración 27 Plano Atrache en San Sebastián de La Gomera



Fuente: Félix D.A

2.2.3. Puerto de Santa Cruz de La Palma.

Ilustración 28 Muelle de Santa Cruz de La Palma



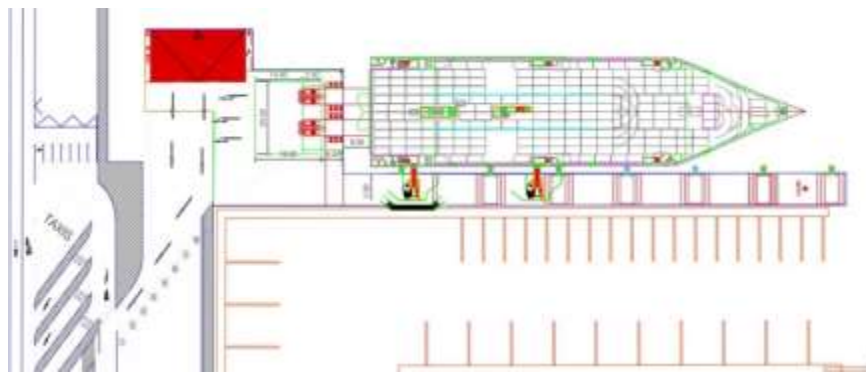
Fuente: <http://www.diariodeavisos.com/>

El puerto de Santa Cruz de la Palma es el pilar fundamental del comercio exterior, con otras islas y la Península e internacionalmente. Se trata de un puerto deportivo,

comercial y de carga que se gestiona a través de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife. Sus destinos regulares se pueden diferenciar según la compañía que realice las travesías.

- Acciona Transmediterránea conecta con los puertos de Cádiz, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria.
- Fred. Olsen Express con los puertos de Los Cristianos y San Sebastián de La Gomera.
- Naviera Armas con La Estaca, Los Cristianos, Santa Cruz de Tenerife y San Sebastián de La Gomera.

Ilustración 29 Plano Atraque Santa Cruz de La Palma



Fuente: Félix D.A

2.2.4. Travesía entre Puertos

2.2.4.1. Puertos de Los Cristianos y San Sebastián de La Gomera

La distancia entre los puertos de Los Cristianos y San Sebastián de La Gomera es de 20.9 millas, y los rumbos entre ellos son 096º en dirección a Los Cristianos y 276º en dirección a San Sebastián de La Gomera. El viaje dura aproximadamente unos 50 minutos a una velocidad media de 30 nudos.

Ilustración 30 Ruta en ECDIS de CRT a GMR



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

2.2.4.2. Puertos de Los Cristianos y Santa Cruz de La Palma

La distancia entre ambos puertos es de 66.5 millas, y los rumbos entre ellos son 305° en dirección a Santa Cruz de La Palma y 125° en dirección a Los Cristianos. La duración del viaje, a una velocidad media de 30 nudos, es de 1 hora y 55 minutos.

No obstante, un tercio de la navegación suele realizarse manteniéndose al abrigo de la Isla de Tenerife, saliendo desde el Puerto de Los Cristianos para situarse a 2 millas de la bocana de este y luego trazar rumbo (325°) hasta un punto situado al SW de la Punta de Teno y a 3 millas de este, recorriendo una distancia de unas 20 millas. Desde aquí se da rumbo a Santa Cruz de La Palma (297°) con una distancia de 48 millas. Estos rumbos de vuelta son de 117° desde Santa Cruz de La Palma hasta estar al SW de la Punta de Teno y desde aquí al Puerto de Los Cristianos 145° .

Ilustración 31 Ruta en ECDIS de CRT a SPC



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

2.2.5. Tráfico marítimo en la travesía

2.2.5.1. Puerto de Los Cristianos

El tráfico marítimo en las inmediaciones del Puerto de Los Cristianos se caracteriza por el tránsito, en su mayoría, de embarcaciones de recreo. Estas embarcaciones se concentran en este puerto o también en el Puerto Colón (un pequeño puerto deportivo situado al 330m de la punta del muelle del Puerto de Los Cristianos y a una distancia de 2.3 millas). También se concentran un cierto número de embarcaciones menores: unas dedicadas al transporte de turistas que acuden a ver la gran cantidad de cetáceos que se aglutinan en las proximidades de la costa de Tenerife, en el canal que separa las islas de Tenerife y La Gomera, y otras dedicadas a la pesca de litoral.

Por otra parte, desde este puerto parten otros dos buques de pasaje de línea regular con destino a las islas de El Hierro, La Gomera y La Palma.

2.2.5.2. Puerto de San Sebastián

En el Puerto de San Sebastián de La Gomera podemos encontrar un cierto número de embarcaciones de recreo y embarcaciones menores dedicadas a la pesca de litoral, pero no tan numerosas como en el Puerto de Los Cristianos. En este puerto también podemos encontrar otros dos buques de pasaje de línea regular, así como los buques tanque de pequeño tonelaje que transportan el combustible líquido a los depósitos de San Sebastián de La Gomera para el abastecimiento a la isla.

Así mismo en la travesía se pueden encontrar otros buques que realizan transportes interinsulares con destino a las islas de El Hierro, Gomera y La Palma.

2.2.5.3. Puerto de Santa Cruz de La Palma

En el Puerto de Santa Cruz de La Palma también encontramos embarcaciones de recreo y embarcaciones menores dedicadas a la pesca de litoral, igual que en los puertos antes descritos. También se hallan en éste un buque de pasaje de línea regular, un buque de carga tipo ro-ro así como los buques tanque de pequeño tonelaje que transportan el combustible líquido a los depósitos de Santa Cruz de La Palma para el abastecimiento a la isla.

2.2.6. Características meteorológicas

El tiempo predominante en la zona viene definido durante los meses de Marzo a Septiembre por los alisios del NE, mientras que en invierno se dan predominantemente tiempos del NW, procedentes del Atlántico Norte y esporádicos temporales del Sur. Los temporales del Sur tienen lugar cuatro o cinco veces al año, cuando la situación barométrica hace que las bajas presiones se acerquen hasta las islas.

Los alisios producen vientos del N y NE en la primera mitad de la travesía, con velocidades medias de 20 a 25 nudos, pudiendo alcanzar hasta los 35 nudos.

Estos vientos generan oleaje de dirección S y SW con altura media de olas de 1 a 1.5 metros, pudiendo en ocasiones alcanzar hasta 2.5 metros.

En invierno el viento suele ser de componente NW y se manifiesta en la mayor parte de la travesía, desde que se sale del abrigo de la Gomera hasta la recalada en el Puerto de Los Cristianos. Estos vientos general olas de dirección S a SE, con una altura media de olas de entre 1 a 2 metros.

Los temporales del NW generan una mar tendida de dirección SE de largo periodo, con una altura media de olas de 1.6 a 2.4 metros.

Los temporales del Sur se dan normalmente entre los meses de Noviembre a Febrero. Son los más temibles tanto en esta zona como en todas las Islas Canarias, pues son generalmente ocasionados por bajas presiones cercanas que generan vientos de gran intensidad de unos 30 nudos, pudiendo incluso alcanzar los 40 de velocidad. Estos temporales del Sur suelen tener una duración de dos o tres días.

El Puerto de San Sebastián de La Gomera se encuentra abierto al SSW, por lo que, con los temporales del Sur, estos se dejarán sentir en el interior del puerto.

El Puerto de Los Cristianos se encuentra abierto al SE, por lo que también en su interior se dejan sentir los efectos de los temporales del Sur, si bien este se encuentra en cierta manera protegido por los acantilados situados al SE del puerto y a una distancia de 7 cables.

La temperatura media de anual del agua es de 21.3 °C, con temperaturas mínimas de 18.5 °C y máximas de 25°C.

La visibilidad en toda la travesía suele ser muy buena en todas las estaciones, excepto los días con calima originada por vientos de origen africano que traen partículas de arena en suspensión procedentes del desierto del Sahara. (23)

2.3. Elementos operacionales del buque

2.3.1. Hélices de proa

Como sabemos, la principal característica que define a las hélices de proa es su capacidad para facilitar las maniobras: este tipo de hélices proporcionan al buque un empuje que permite obtener mayor potencial de dirección a poca velocidad, ayuda a la maniobra de puerto con vientos de costado y proporcionan propulsión y gobierno en caso de gobierno. (19)

Ilustración 32 Hélice de proa Rolls Royce



Fuente: <http://www.rolls-royce.com>

En el caso del Benchijigua, este dispone de dos hélices de maniobra de la marca Rolls-Royces (modelo Ulstein Aquamaster UL601), las cuales están localizadas en el casco central, en la proa del barco. Se trata de hélices de proa azimutales, por lo que de ellas se obtiene la posibilidad de giro completo (360°), pero no-reversibles, en tanto que orientan su impulso girando alrededor de un eje vertical. Con ello se obtiene una mejora considerable de la maniobrabilidad. Cada hélice está acoplada por un motor eléctrico, de velocidad variable, de 450 Kw, y el gobierno de las mismas es de tipo hidráulico. (24)

Ilustración 33 Hélice de Proa



Fuente: Benchijigua Express

2.3.1.1. Operatividad

El sistema de hélice se controla desde la consola principal del puente, en concreto en la consola de maniobra, y también en el panel de popa que se utiliza para las maniobras. Las hélices se pueden operar de forma simultánea o por separado ya que poseen un mecanismo que permite que el sistema pueda operar de modo independiente o conjunto, y en el caso de que una de las hélices quede inoperativa ello no impide que la otra pueda continuar en funcionamiento. (24)

Durante la navegación, las hélices se encuentran dentro del casco del buque, alojadas en un compartimento seco dentro del mismo. El buque dispone de una plancha de cierre ubicada en la parte inferior de la tobera con cuatro trincas giratorias hidráulicas que bloquean la hélice. Cuando se precisa de las hélices, y una vez que se envía la orden desde la consola de puente, éstas caen por efecto de la gravedad como consecuencia de la activación de un sistema de inundación de los compartimentos donde se encuentran las mismas, igualando, para ello, las presiones hidrostáticas. El sistema de las hélices está programado para desplegar o elevar las hélices únicamente cuando la velocidad del buque es inferior a 6 nudos, pues con ello se evita que tanto el casco como

la propia hélice sufran daños. A este respecto cabe destacar que lo que se recomienda, a la hora de izar o desplegar las hélices, es que los motores se encuentren “al ralenti”. También dispone de un modo de emergencia que permite desactivar las trincas de la tobera antes mencionadas cuando la velocidad del buque es superior a 6 nudos.

Cuanto a la velocidad, la velocidad máxima del buque con las hélices de proa desplegadas es de 12 nudos, y durante despliegue o repliegue de 6 nudos.

En los apartados siguientes centraremos la atención en las maniobras de despliegue y repliegue de las hélices.

Ilustración 34 Hélices de proa



Fuente: Benchijigua Express

2.3.2. Proceso operativo para el despliegue de las hélices desde el puente

Tal y como hemos apuntado, lo primero que ha de asegurarse es la velocidad del buque en el momento del despliegue, pues debe estar navegando a una velocidad inferior a 6 nudos antes de ejecutar la acción. No obstante, lo anterior, en caso de emergencia, se activara el modo de emergencia y, con ello, se eliminan las condiciones de seguridad pre configuradas.

Posteriormente, ha de observarse en la sonda que el calado sea mayor de 4 metros. En ese momento, los mandos deben de estar en modo control remoto para poder activarlos desde el puente.

Una vez comprobado lo anterior, se procede a la activación del sistema para que éste comience el despliegue de las hélices. Para ello se pulsa el botón “Lowerin Start”, el cual envía la señal correspondiente para que comiencen a retraerse las trincas y, una vez destrincadas, las hélices bajarán por efecto de la gravedad. En el caso de que necesitemos parar el despliegue de las hélices puede pulsarse el botón de “lift/lowering stop”.

Una vez que las hélices están completamente desplegadas, se encenderán los botones “Lowered down” y “Shaft Engaged”, los cuales indican que el eje de la hélice ya está acoplado al motor. En este momento las hélices estarán listas para ser operadas en la maniobra. [13]

2.3.3. Proceso operativo para el repliegue de las hélices desde el puente

En cuanto al proceso de repliegue, también en este caso ha de realizarse atendiendo a una serie de factores de vital importancia, como lo es la velocidad: para que las hélices puedan ser replegadas, la velocidad debe de ser inferior a 6 nudos, y de igual manera que en el despliegue, el control de las mismas debe de estar en modo remoto para poderlas gobernar desde el puente.

El motor de las hélices, en este caso, debe de estar completamente detenido, es decir, con las RPM a cero, pues si las hélices están en funcionamiento no se podrán replegar.

Una vez comprobado lo anterior, mediante el accionamiento del botón “Lift Start”, las hélices se pondrán en la posición adecuada para el repliegue, es decir, la de proa en dirección a proa y la de popa en dirección a popa. Justo en este momento comenzarán a replegarse.

Una vez arriba, el eje se frenará y se desacoplará del motor, quedando las hélices dentro del casco y sujetas por las trincas hidráulicas. En ese momento se encenderá el

botón “lifted/locked” el cual indicará la finalización correcta del proceso y, con ello, el buque podrá proseguir la navegación de forma segura. [13]

2.3.4. Modo Emergencia

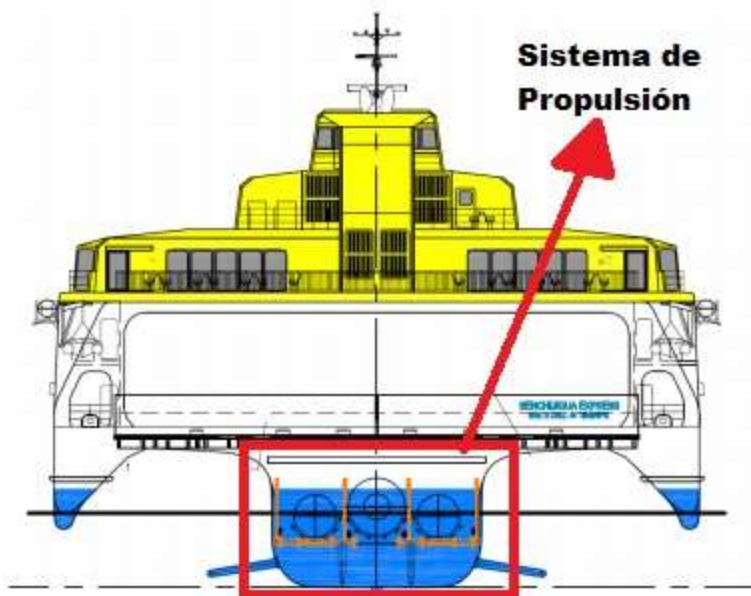
Las hélices de proa se pueden controlar de forma separada mediante el modo “Back-up”, el cual permite que la propulsión y el gobierno se puedan hacer por separado con una velocidad reducida.

Para activar este modo habrá que pulsar el botón “Back-up ON” de cada hélice o de la hélice que queramos utilizar en este modo.

El control para gobernar las hélices de proa se hace mediante la activación de los botones “CW” o “CCW” y la acción de las RPM. Los botones indican el sentido de la hélice, pudiendo ser horaria o antihoraria, y las RPM controlan las vueltas que darán las hélices. (24)

2.4. Sistemas de propulsión y gobierno.

Ilustración 35 Sistema de propulsión Benchijigua Express



Fuente: Benchijigua Express

2.4.1. Motores

2.4.1.1. Motores principales

El buque dispone de cuatro motores MTU 20V 8000 M70 refrigerados por agua. Se trata de motores de alta velocidad, de cuatro tiempos, con inyección directa de combustible, con turbos a la salida de gases de escape y refrigeración de aire de admisión. Los motores tienen un régimen de 8200 KW de potencia máxima a 1150 rpm, y son los encargados de proporcionar la energía a los waterjets. (25)

Ilustración 36 Motor principal MTU



Fuente: <http://www.motorship.com>

Los dos motores exteriores están acoplados a una reductora, y tal como hemos indicado, suministran, así, la energía necesaria para el funcionamiento de los waterjet. Los motores interiores, que también son dos, se acoplan a una reductora común y contribuyen, igualmente, a dar energía a los waterjets, también llamados Booster.

Características de los motores

Longitud máxima	7405mm
ancho máximo	2410mm
altura máxima	4055mm
peso en seco	44,500 Kg
Potencia continua	8200Kw
Revoluciones de operación	1100rpm
Revoluciones de ralentí	400 rpm
Cilindros	20 cilindros
Carrera	315mm
Desplazamiento por cilindro	17.37 Litros
Desplazamiento total	347.40 Litros
Radio de compresión	16.2:1
Velocidad del pistón	12.1m/sg
Aspiración	Turbo alimentado
Método de arranque	Motor de arranque por aire
Rotación	sentido horario

Ilustración 37 Motores principales



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

El buque Benchijigua Express está dotado de un jet central, también llamado booster, que solo es empleado para el empuje del barco.

La tobera del jet principal puede ser controlada de tres formas distintas:

- a. En el cuadro principal de mando, el cual es controlado por el capitán y desde donde puede activarlo mediante la pulsación de una serie diferentes de botones en el panel central.
- b. Mediante el modo común, el cual puede ser a babor o a estribor. En este caso, dependiendo de la dirección que se emplee, el procedimiento será el siguiente:
 - A babor: permite que el movimiento de los waterjet y su potencia se controlen conjuntamente desde el mando que utiliza el capitán.
 - A estribor: permite que el movimiento de los waterjet y su potencia se controlen conjuntamente desde el mando que utiliza el primer oficial.
- c. Mediante el modo separado, el movimiento de los waterjet se realiza de manera independiente, es decir, cada waterjet es controlado individualmente con los mandos. [13]

2.4.1.2. Motores auxiliares

Los motores auxiliares del buque disponen de un alternador de 575 Kw que produce 690 V con una potencia máxima de 1500rpm (26). Es un motor diésel de 12 cilindros en V de cuatro tiempos e inyección directa. Sus principales características son:

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Longitud máxima	2350mm
Ancho máximo	1400mm
Altura máxima	1475mm
Peso en seco	2600kg
Potencia	575kw
Régimen de funcionamiento	1500rpm
Nº de cilindros y disposición	12 cilindros en V a90º
Diámetro	130mm
Carrera	150mm
Cilindrada por cilindro	1.99lts
Cilindrada total	23.88lts
Compresión	15:02:01
Velocidad máxima del pistón	7.5M/S
Aspiración	turboalimentada desde el escape
Modo de arranque	motores neumáticos
Giro	sentido anti horario

Ilustración 38 Motor auxiliar.



Fuente: <http://www.transdiesel.com>

2.4.2. Booster

El buque Benchijigua Express está dotado de un jet central, también llamado booster, que solo es empleado para el empuje del barco. (27)

Ilustración 39 Booster



Fuente: Benchijigua Express

La tobera del jet principal puede ser controlada de tres formas distintas:

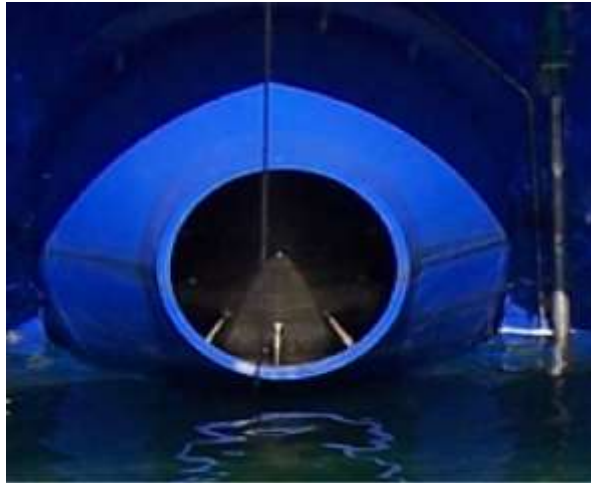
En el cuadro principal de mando, el cual es controlado por el capitán y desde donde puede activarlo mediante la pulsación de una serie diferentes de botones en el panel central.

Mediante el modo común, el cual puede ser a babor o a estribor. En este caso, dependiendo de la dirección que se emplee, el procedimiento será el siguiente:

- A babor: permite que el movimiento de los waterjet y su potencia se controlen conjuntamente desde el mando que utiliza el capitán.
- A estribor: permite que el movimiento de los waterjet y su potencia se controlen conjuntamente desde el mando que utiliza el primer oficial.

- Mediante el modo separado, el movimiento de los waterjet se realiza de manera independiente, es decir, cada waterjet es controlado individualmente con los mandos. [13]

Ilustración 40 Waterjet central



Fuente: Benchijigua Express

2.4.3. Waterjets

El buque tiene dos waterjets direccionales y reversibles. Están localizados en la popa del barco, uno a cada lateral del mismo. El modelo pertenece a la firma Rolls-Royce, en concreto se trata de los waterjets modelo Kamewa Rolls-Royce 125 SII. La característica del funcionamiento de los mismos consiste, a gran escala, en una entrada de agua que se encuentra en la parte inferior del casco y una bomba de agua que impulsa un chorro, formando con ello un jet sin producir turbulencias. Además, disponen de un eje de rotación de sentido horario, visto desde la popa, y su ángulo de orientación es de 30º hacia babor y estribor. El sistema de orientación se compone de una cuchara que se abre y se cierra permitiendo, con ello, dar avance o atrás. De esta manera, cuando el buque da marcha atrás, la cuchara se irá cerrando y, con ello, envía el flujo de agua hacia la proa. El resultado es el empuje del buque hacia atrás, y ésta fuerza será graduable mediante la acción de las RPM y la apertura o cerrado de la cuchara. [18]

Ilustración 41 Waterjet abierto



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

Ilustración 42 Waterjet cerrado



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

El control del sistema de wáter jets se concentra en la consola del puente, situada entre los asientos de mando o en la consola de popa. El control de los mismos desde la consola puede hacerse de dos maneras: mediante la acción de un joystick ubicado en el brazo del asiento de control; o en los mandos que se encuentran en la propia consola. En el caso del control mediante el joystick, este controla la dirección de las toberas. En el caso del control de la consola de popa, la maniobra está diseñada para controlar el empuje y momento de giro del buque desde un mando que se autorregula. También

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

tenemos un sistema de control separado para cada unidad waterjet. En ambos casos, cuando se da la orden de fijar una posición de empuje con la palanca de control, el sistema simultáneamente genera una orden de RPM en el motor principal y en el bucket, y la relación entre el bucket y las RPM del motor estará determinada por la “Curva combinada”. (28)

Ilustración 43 Control de mandos de proa



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

Los controles están diseñados según el sistema de control back up, es decir, si falla una unidad de waterjet la otra seguirá operativa.

Cuando el sistema de Back-up está en uso, la curva combinada no se mantiene debido a que el control de RPM del motor estará separado del otro waterjet y, en consecuencia, la fuerza no será la misma.

Ilustración 44 Mando Back-up de los Waterjets



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

2.4.4. Timón (T-Max)

El T-Max es, junto con los waterjets, el sistema de gobierno primario del buque. Dicho sistema lo constituyen dos hidro-alas simétricas, cada una de ellas situada sobre un eje que gira sobre un cojinete inferior, colocado sobre la estructura interna del buque. El extremo superior del eje está sujeto por un cojinete dentro de un alojamiento, el cual es volteado por cilindros hidráulicos.

La principal función de los T-Max es contrarrestar la acción de los rollfin cuando el Motion Control System se encuentra activo. Los rollfin provocan la guiñada del buque a una banda o a la otra debido a que eliminan las escoras, y esto hace que el buque se desvíe del rumbo establecido. Por esta razón, los T-Max actúan corrigiendo de forma automática ese desvío mediante ángulos de timón. El recorrido máximo que pueden realizar los T-Max es de 35° a ambas bandas.

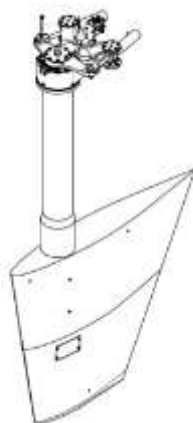
También son utilizados para cambios de rumbo de forma independiente o acoplados a los waterjets.

Hay tres modos de gobiernos disponibles para el barco:

- Solo waterjets: en este modo los waterjets asumen totalmente el control de gobierno, mientras que los T-max están centrados y bloqueados.
- Solo T-max: en este modo los timones asumen totalmente el control del gobierno, mientras que los waterjets están centrados y bloqueados.

- Waterjets y T-max combinados: en este modo ambos waterjets y timones se usan para el control del gobierno. (19)

Ilustración 45 Esquema de T-Max



Fuente: Benchijigua Express (20)

2.4.5. T-Foil

El buque Benchijigua Express dispone de una aleta sustentadora en forma de T (T-Foil), la cual se encuentra debajo del casco principal, entre las cuadernas 16-19. La aleta está compuesta por dos perfiles estabilizadores que generan fuerzas verticales, y cuando la acción del flujo de agua incide sobre éstas a alta velocidad, cambia su ángulo de ataque.

De la combinación de las aletas sustentadoras de proa y los reguladores de trimado de proa se obtienen momentos de fuerza, a partir de los cuales se logran reducir los movimientos del buque. (19)

2.4.5.1. Efecto

El sistema de aletas T-foil sirve para provocar fuerzas tanto negativas como positivas con el objetivo de contrarrestar los diferentes movimientos del buque,

especialmente los de cabeceo. De esta manera, el sistema autocorrije el asiento del buque a lo largo de la navegación. Veamos, a continuación, de qué manera se obtienen los resultados descritos según los tipos de asientos en los que se encuentre el buque.(29)

Asiento apopante

Ilustración 46 Asiento apopante



Fuente: Benchijigua Express

Cuando el buque tiene asiento apopante (proa elevada, popa hundida), el T-Foil actúa contrarrestando dicho asiento mediante la elevación de la superficie móvil. El resultado es que, a lo largo de la cara inferior del alerón, las líneas de agua circulan más rápido, y con ello se reduce la presión. En cambio, por la cara superior, la presión aumentará, y con ello se genera una fuerza negativa que nivela la proa hundiéndola.

Asiento aproante.

Ilustración 47 Asiento aproante



Fuente: Benchijigua Express

En este caso, y dado que la proa se encontrará más sumergida que la popa, las líneas de agua recorrerán la cara superior del alerón a mayor velocidad, lo cual implica una reducción de presiones en dicha cara. Por el contrario, en la cara inferior se ejercerá mayor presión por cuanto habrá menos velocidad de las líneas de agua. En consecuencia, se producirá una fuerza positiva de la cual se obtendrá la elevación de la proa. (29)

2.4.6. Interceptor

Los interceptors SeaState están compuestos por una hoja de acero fijada a ambos lados del casco principal de la popa del buque. Cada una de las hojas se desplazan por unas guías con dos bielas, cada una acoplada a un cilindro hidráulico. Los cilindros están colocados en la parte exterior del casco, y dentro de cada uno de ellos se halla un dispositivo de retroalimentación. (29)

2.4.6.1. Efecto

Los interceptores producen una fuerza que regula el movimiento. Al proyectar una plancha en el agua, perpendicular al flujo, provocan que se genere una zona de alta presión que se genera a proa del interceptor. Los *momentos* que actúan sobre el casco del buque son creados por efecto de la presión, actuando sobre la plancha situada a proa del interceptor. En términos generales, no entiendo el funcionamiento. Intenta aclararlo un poco más.

Los interceptores únicamente generan presión positiva (hacia arriba) sobre el casco. Esto quiere decir que, por un lado, elevan la popa mientras que, por otro, hundan la proa. El trimado, por su parte, contribuye a la acción del interceptor consiguiendo con ello un efecto ideal para la operación.

También es posible eliminar la elevación generada por los interceptores llevando su posición al modo de reposo. Con ello se consigue que el casco tienda a sumergirse. [13]

Ilustración 48 Efecto Interceptor

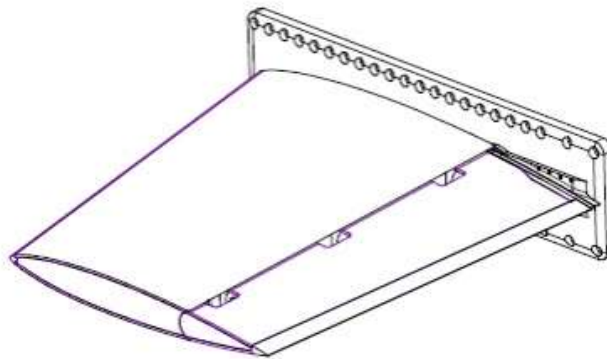


Fuente: Benchijigua Express

2.4.7. Rollfin

El buque posee dos aletas de balanceo (Roll Fins) modelo SeaState. Dichas aletas están situadas en a cada uno de los lados del casco principal, en concreto sobre las cuadernas 78 – 82. A continuación describiremos cada uno de los componentes que las constituyen. (29)

Ilustración 49 Rollfin



Fuente: Benchijigua Express (20)

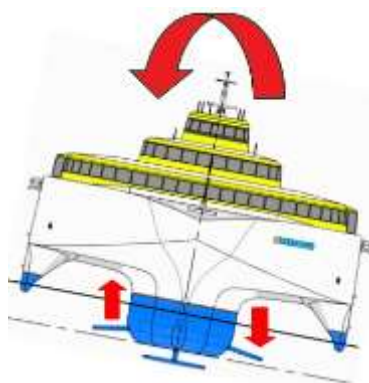
El control primario de superficie dispone de una aleta con dos elementos fundamentales: la aleta principal y el alerón. El primero va unido al casco mediante pernos, mientras que el segundo está abisagrado a la salida de la aleta y es movido por un eje, situado éste en un alojamiento estanco con cojinetes. Dicho alojamiento se

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

encuentra sobre la cara más interna de la brida del Roll Fin, y es visible desde el interior del buque. Por el extremo saliente del eje se dispone de una caña, y su giro, a su vez, es generado por un par de cilindros hidráulicos. El desvío que produce este alerón, genera fuerzas tanto positivas como negativas de elevación que contrarrestan los movimientos del buque, haciendo hincapié en los balances. Es gracias a este sistema que es posible corregir la escora del buque durante la navegación de forma inmediata. [13]

a. Balance a babor

Ilustración 50 Efecto de balance a babor

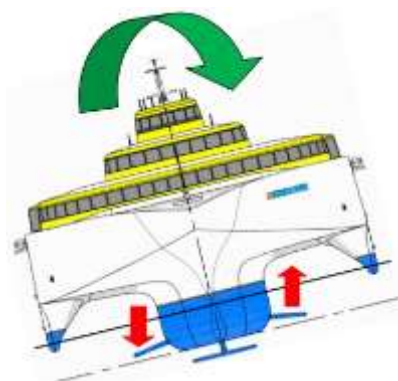


Fuente: Benchijigua Express

La aleta de babor desciende y la de estribor asciende, generando así una fuerza hacia estribor que permite corregir la escora. (29)

b. Balance a estribor

Ilustración 51 Efecto balance a estribor



Fuente: Benchijigua Express

En este caso, la aleta de estribor es la que desciende y la de babor la que asciende, generando así una fuerza hacia babor que permite corregir la escora.(29)

2.4.8. Sistemas de lastre y antiescora

El buque dispone de un sistema para mantener controlado el ángulo de escora cuando se está efectuando la carga o descarga de mercancía. Se trata de un mecanismo que permite mantener la estabilidad del buque durante los procesos de carga y descarga del mismo, pues no es operativo durante la navegación. Dicho sistema, por tanto, opera de dos maneras distintas de acuerdo con la situación en la que se encuentre el buque: cuando se lleva a cabo la carga, el sistema comienza a operar cuando nos aproximamos a puerto, momento en el que se produce el llenado de tanques; cuando se procede a la descarga, éste se inicia justo cuando el barco zarpa y deja atrás su puesto de atraque. Además, mientras el buque permanece en el puesto de atraque, el sistema mantiene su operatividad, de tal manera que actúa corrigiendo la escora automáticamente durante el tiempo que el buque permanece en puerto.

En cuanto a la constitución del sistema, éste se caracteriza por la distribución simétrica de los tanques que lo integran, a saber: 4 tanques situados a cada una de las bandas del barco, quedando por tanto, dos tanques en la banda de estribor y dos tanques en la de babor. A su vez, los tanques que encontramos más próximos a la proa son tanques de escora activa y los tanques que encontramos más cercanos a la popa son de lastre. Su funcionamiento, en cualquiera de los casos, obedece a un sistema de bombas integrado que permite la funcionalidad y operatividad que de ellos se espera, pero difieren en su capacidad y características; estas son:

- Los tanques de lastre disponen de una bomba de llenado con capacidad para 180 litros por segundo y una bomba de vaciado con capacidad de 19 litros por segundo.
- Los tanques antiescora, por su parte, tiene un sistema de bombas de llenado con capacidad para 180 litros por segundo; una bomba de vaciado de 19 litros por segundo; y dos bombas de trasiego de 180 litros por segundo cada una de ellas.

2.4.8.1. OPERACIONES

La activación del sistema de llenado de tanques es una tarea que compete al oficial al que se le haya encomendado dicha competencia. Éste activará el sistema cuando el buque se encuentre en las inmediaciones del puerto de atraque mediante el sistema denominado Marine Link. De esta manera, se procederá a la activación de las bombas correspondientes para su llenado, para lo cual las válvulas de descarga de los tanques deberán estar cerradas. El propio sistema detectará cuándo los tanques se encuentran llenos y procederá a la parada automática de las bombas de llenado. El proceso de llenado abarca, aproximadamente, cuatro minutos desde que se activa el sistema, y en el momento que el tanque esté lleno el sistema estará listo para funcionar en modo antiescora.

Por su parte, el sistema antiescora es accesible a través de un programa. Una vez atracados en el muelle podemos activar dicho sistema mediante la opción “antiheel”, la cual nos muestra el programa que incorpora. Una vez que dicho programa detecta la escora, envía una señal para poner en funcionamiento las bombas de trasiego y, con ello, corregir el ángulo de escora detectado lo antes posible. La forma en que opera el programa se fundamenta en un sistema de sensores que detectan y registran el grado de escora del buque y, con ello, activan las bombas para corregir dicho grado. [13]

2.4.9. Ancla y equipo de fondeo y maniobra

Como sabemos, el sistema de fondeo de un buque tiene por fin la inmovilización de éste al evitar la acción de las corrientes y del viento. Ello se consigue mediante una serie de mecanismos que, al fijarse en el fondo marino, permiten que el buque permanezca en el punto de fondeo deseado. Dentro de dicho sistema, el ancla es el elemento principal, pues mediante la acción que ejerce su propio peso en relación a la sujeción que se logra mediante las uñas, el buque queda fondeado.

En el caso del Buque Benchijigua, el equipo de fondeo del buque lo conforman: un ancla (tipo Danforth), un cable de alambre con grillete, una cadena, un molinete y

cuatro cabestrantes. En la siguiente tabla podemos observar las características de cada uno de ellos.

Ancla	1x960 Kg
Cable	1x330m de 42 mm y 6x36 alambre con grillete
Cadena	9 m de 36mm
Molinete	horizontal
Cabrestantes	4 cabestrantes hidraulicos verticales

2.4.9.1. Ancla y cadena

El cable y la cadena del ancla están marcados con los colores amarillo y azul con el objetivo de indicar los metros que se largan: cada 20m se indica con el color amarillo; y cada 100m con el color azul. Tiene un ancho de 500mm, aproximadamente.

Molinete del ancla

El mecanismo que se emplea para para llevar o arriar anclas mediante la acción sobre la cadena es el molinete. En el caso del buque que nos ocupa, éste se encuentra situado en la cubierta en la maniobra de proa, junto al ancla, en la roda del barco. Tiene un viraje de ancla de, aproximadamente, 10mts/minuto.

3. MÉTODO

Para elaborar el trabajo hemos llevado a cabo una investigación que se ha basado tanto en la recolección de datos a partir de la praxis diaria, durante las travesías emprendidas por el buque Benchijigua Express, así como un análisis teórico a partir de los manuales específicos del buque.

V. RESULTADOS

1. Introducción

Las maniobras de entrada y salida de puerto conforman un proceso operativo que comprende varias fases y procedimientos que dependen, por un lado, de las características propias del buque, las condiciones meteorológicas, así como de las particularidades de cada puerto. Teniendo en cuenta lo que hemos explicado en los apartados anteriores, describiremos detalladamente cada una de las partes y operaciones que constituyen las maniobras de entrada y salida en puerto, si bien, dado que los puertos donde opera el buque tienen características similares, llevaremos a cabo dicha descripción de forma genérica, pudiendo aplicar el contenido del procedimiento a cada uno de los puertos donde atracará el *Benchijigua Express*: el Puerto de Los Cristianos, el Puerto de San Sebastián de la Gomera y el Puerto de Santa Cruz de La Palma.

Con el objetivo de mostrar cada uno de los pasos a seguir, elaboraremos una relación de procedimientos a modo de esquema que permitan clarificar el proceso.

2. Maniobras de entrada y salida de puerto

2.1. Maniobra de entrada

2.1.1. Aproximación

Cuando el buque se encuentra a 3 millas del puerto, comienzan a desarrollarse las operaciones propias de la maniobra. Dichas operaciones se encuentran indicadas en el check list de llegada, el cual será empleado por el Oficial de guardia de navegación para comprobar que el contenido del mismo se va desarrollando adecuadamente.

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 52 Check List de entrada

COMPROBACIONES A LA LLEGADA: PUENTE Y MÁQUINAS										
Línea Nº:	1-5	PUERTO:	SPC-GMR-CRT		Fecha:					
Nº ANTES DE LA LLEGADA: PUENTE										
1-		Comunicado a Control Portuario S/S Tráfico CRT Práctico La Palma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-		Avisadas maniobras por radios portátiles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-		Sonda conectada y en escala adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-		Gobierno manual probado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-		Cámaras TV de maniobra en servicio, limpias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº ANTES DE LA LLEGADA: MÁQUINAS										
1-		Aceptados tres MAMA, MODO MANUAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-		Bombas SEASTATE en servicio. Hidráulicas de popa y proa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-		Poner la llave los tanques de lastre y antiheeling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-		Desentrapados los motores interiores (Boosters)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-		Activar pulsador de hélice de proa en stand-by	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-		Hélices de proa preparadas (6 radios de velocidad máxima)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7-		Desactivar pulsador de hélice de proa en stand-by	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº MANIOBRA										
1-		Maniobra en la maniobra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-		Talk-back de las maniobras de Proa conectado y probado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-		Arca preparada (desentrapada)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nº DESPUES DE LA LLEGADA										
1-		Antiheeling ON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-		Portalón de desembarque abierto y equipada para colocar escalas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Puerto de Llegada	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR	SPC
Máquina maniobrada										
Buzos entre puestas										
Rampas conectadas										

Observaciones:

Jefe de Máquinas	1º Oficial de Puente	Capitán

Fuente: Benchijigua Express

Llenado de los tanques de lastre y antiheeling. En este momento, un oficial del buque activa el sistema Marine Link en el ordenador para activar las bombas necesarias para el llenado de los tanques.

Se comprueba que la sonda esté conectada.

Las cámaras de tv deberán estar colocadas en la banda en la que se va a realizar el atraque para que puedan servir de ayudar al Capitán al ejecutar el mismo. Dependiendo del puerto en el que se vaya a realizar el atraque, la orientación de las cámaras será:

V. RESULTADOS

- Puerto de Los Cristianos y Puerto de Santa Cruz de La Palma: las cámaras que se emplean están orientadas a estribor.
- Puerto de San Sebastián de La Gomera: las cámaras están orientadas a babor.

Ilustración 53 Cámaras de maniobra



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo.

El Jefe de Máquinas comprobará que las bombas y los motores auxiliares para realizar las maniobras estén activos. Normalmente, se emplean 3 motores de los 4 de los que dispone el buque, pero en maniobras con mal tiempo o en situación de avería, se emplean se utilizan los 4. Esta situación suele ser común en el Puerto de San Sebastián, habida cuenta de las condiciones propias del puerto, especialmente el viento.

Cuando nos encontremos a 2 millas de la verde, se procede a iniciar el protocolo de comunicaciones ordinario. De esta manera, un Oficial llamará a los servicios de control portuario los cuales, dependiendo del puerto en el que nos encontremos serán:

- Control Portuario en San Sebastián de La Gomera, al cual llamaremos por el canal 12;
- Control de Tráfico en el Puerto de Los Cristianos, al cual llamaremos por el canal 16 y nos derivará al canal de trabajo (canal 14)
- Prácticos de La Palma, al cual llamaremos por el canal 6.:

Una vez establecido el Servicio de control portuario con el que llevaremos a cabo la comunicación, se procederá al intercambio de información. Sirva a modo de ejemplo la siguiente comunicación:

- Control Portuario de San Sebastián de La Gomera (x3).
- Benchijigua Express: nos encontramos a 2 millas.

El control responderá indicando las condiciones del puerto en ese momento (viento, situación del tráfico en el puerto y cualquier otro dato de interés).

Una vez recibida la información, se contestará al control repitiendo la información recibida y se permanecerá a la escucha del canal 12 por si hubiese algún cambio.

Finalizadas las comunicaciones con el Control de puerto, se procede a organizar la maniobra.

Maniobra de aproximación: se dará orden a la tripulación para que ocupen sus puestos. En el puente, las operaciones son las siguientes:

- Comprobamos que el ARPA y el ECDIS estén en una escala adecuada para la maniobra.
- Cuando el buque se encuentre a 1 milla del puerto, se procede a la activación del sistema de desalojo de agua de las hélices de Proa.
- El Capitán, que hasta entonces gobernaba el buque sólo mediante el timón, pasa a navegar con máxima capacidad de gobierno mediante los waterjets y el timón.
- El Capitán empezará a moderar máquinas y los oficiales nos concentramos en la navegación y el tráfico en el puerto.
- Cuando nos encontremos a 0,5 millas esperaremos a que los motores principales 1 y 2 estén al mínimo de revoluciones (400 rpm, aproximadamente) para poder desembragarlos. Cuando esto suceda, el

Jefe de Máquinas informará de dicha situación y procederemos a la acción de desembragado. Para ello pulsaremos los botones de desembragado siguiendo el orden establecido:

- Primero se desembraga el motor nº1 y en el momento en el que se desacople, se procede a pulsar el nº 2.
- Una vez desacoplados ambos motores, el Jefe de Máquinas confirmará la operación, emitiendo el mensaje: -“desacoplado los centrales”, refiriéndose a los motores 1-2.

2.1.2. Maniobra dentro de puerto

Una vez llevadas a cabo las operaciones anteriores, se procede a reducir la velocidad de los motores 3-4 (waterjets). En ese momento, el Capitán puede requerir que el Oficial le transfiera los mandos de los controles al panel de popa (mediante el botón “tranf” que se encuentra en el panel principal de proa, al lado del sillón del Primer Oficial). En este sentido es preciso aclarar que, dependiendo del puerto en el que nos encontremos, dicha transferencia se dará antes o después de la aproximación a la verde del puerto. Esto se debe a la lejanía del puesto de atraque, pues en el Puerto de La Palma y San Sebastián dicho puesto se encuentra a más distancia, razón por la cual el reviro se hace dentro del puerto.

El Capitán pasará a tomar los mandos de popa y comenzará la maniobra de atraque. En este momento, la velocidad del buque será de, aproximadamente, 6 nudos. Ello implica que el Jefe de Máquinas se encuentra en disposición de poder desplegar las hélices de proa y, con ello, el Capitán podrá hacer uso de las mismas para facilitar la maniobra.

El siguiente paso será la maniobra de reviro. Para emprenderlo, se empleará el sistema más frecuente de gobierno de la consola mediante la pulsación de la opción *Joystick Harbour*.

Se dará orden de velocidad de máquinas “cero” con el objetivo de que el sistema responda efectuando el “momento”, es decir, que los waterjets queden orientados de forma tal que se sitúen cada uno a 30 grados en sentido contrario (uno a babor y otro a estribor). A su vez, la dirección de los mismos será inversa, esto es, uno estará en dirección avante (600 rpm, aproximadamente) y otro atrás (800 rpm, aproximadamente).

En el Puerto de Los Cristianos y de La Palma, la acción con los waterjets será:

- Waterjet de estribor atrás.
- Waterjet de babor avante.
- Hélices de Proa orientadas a babor.

En el Puerto de La Gomera:

- Waterjet de estribor avante.
- Waterjet de babor atrás.
- Hélices de Proa orientadas a estribor.

Por su parte, las hélices de proa servirán de ayuda a la maniobra de reviro. El funcionamiento de las mismas se hará de tal manera que éstas queden orientadas a la banda contraria a la que se efectúe el reviro, pues de ello se obtendrá la orientación de giro deseada, cayendo por tanto la proa del barco a la misma banda a la que se está efectuando el reviro. Puesto que el lugar de atraque en cada uno de los puertos será distinto, en el caso del reviro en el Puerto de Los Cristianos y La Palma se hará cayendo a la banda de estribor; y en San Sebastián, a la banda de babor. Atraque

Cuando el barco ya esté con la popa en dirección al atraque, el Capitán comienza a dar atrás con la ayuda de los waterjets y las hélices de proa. Durante esta maniobra el Oficial irá informando puntualmente de la velocidad a la que se encuentra el buque.

Cuando el buque se encuentre a 90 metros del atraque, aproximadamente, se activarán los sistemas Talk-back de las *maniobras* de proa y popa.

V. RESULTADOS

Durante la maniobra, los marineros irán informando al puente de los metros que quedan para llegar al muelle y, una vez aproximados al atraque, éstos darán los cabos a tierra para encapillar los largos de proa y popa y el spring. Una vez encapillados, lo comunicarán al puente. Por su parte, el Capitán irá regulando tanto la orientación como la fuerza de las hélices de proa y los waterjets para lograr atracar adecuadamente el buque.

En este momento se inicia la conexión de las rampas que se encuentran en tierra, las cuales serán acopladas al barco por el contraмаestre. Una vez acopladas las rampas, se harán firmes los cabos, se conectarán las escalas y el sistema antiheeling del barco para comenzar la descarga.

Ilustración 54 Entrada al Puerto de Los Cristianos



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 55 Entrada al Puerto de Santa Cruz de La Palma



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Ilustración 56 Entrada al Puerto de San Sebastián de La Gomera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

2.2. Maniobra de salida

El procedimiento que ha de seguirse para iniciar las maniobras de salida de puerto comprende una serie de pautas y comprobaciones que, en general, siempre son aplicadas según el esquema que a continuación desarrollaremos.

2.2.1. Antes de salir

Las operaciones que han de llevarse a cabo para iniciar la salida del buque se encuentran indicadas en el check list de salida. Éste será empleado por el Oficial de guardia de navegación para comprobar que el contenido del mismo se va desarrollando adecuadamente. Esta función la desempeña, normalmente, el Primer Oficial.

Ilustración 57 Check List de salida

COMPROBACIONES A LA SALIDA: PUENTE Y MÁQUINAS													
Línea N°:	1-5	PUERTO:	SPC-GMR-CRT	Fecha:									
N°	ANTES DE LA SALIDA: PUENTE			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-	Luz de consumo apagada, bandera "bravo" arriada			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-	Manguera del agua desconectada y en tierra			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-	Última fila de vehículos cruzada por delante y por detrás.			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-	Ánodos a bordo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-	Comunicado a C. Portuario S/S. C. Tráfico CRT Practicas La Palma			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-	Aparatos VHF portátiles, Apco, VHF, GMDSS y talkback probados y en servicio			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7-	Cámaras del circuito TV en servicio, limpias y sincronizadas. Conexión limpias			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8-	Sonda conectada y en escala adecuada			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9-	Puertas estancos VOCS, planitas y Sates de máquinas cerradas y comprobadas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N°	ANTES DE LA SALIDA: MÁQUINAS												
1-	Secuencia de embrogados de los IMPP, comprobada todo los dos extremos			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-	Acoplados tres MMAA, MODO MANUAL			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-	Bombas de bucatas, gobierno y lubricación en servicio			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-	Bombas SEASTATE en servicio, hidráulicas de jiros y ancla			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-	Hélices de jiros arriadas y preparadas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-	Antiheeling OFF			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N°	MANIOBRA												
1-	Mórbido en la maniobra			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-	Ancla preparada (obtemperada)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-	Libros de escalas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-	Módulo de embrogados			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-	Pasado el control a la estación de maniobra requiera			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-	Maniobras alteradas y en servicio			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7-	Libros de rampas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8-	Libros de cables a Piro y Pogo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N°	DESPUES DE LA SALIDA												
1-	Hélices de jiros estiradas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-	Acoplados motores interiores (Boostar)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-	Sistema de estabilización activo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-	Ancla trincada (engranada)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-	Cáncora de Pogo cerradas y trincadas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-	Red colocada de seguridad			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7-	Carga trincada y revisada			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8-	Puertas contrahecho del ganje cerradas y bloqueadas MODO SEA			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9-	Cerrado con llave portales de Pasaje			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10-	Puerta acceso a escaleras de pogo (sundrick) cerradas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11-	Poner la viciat los tanques de lastre y antiheeling			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puerto de Salida:				SPC	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR	CRT	GMR
Calado a proa													
Calado a popa													
Largos cables													
Libro de puntas													
Avante todo													
Observaciones:													
Jefe de Máquinas				1º Oficial de Puente				Capitán					

Fuente: Benchijigua Express

- Debemos comprobar que ninguna bandera se encuentra arriada, como la de *consumo o buzos en el agua*.
- Posteriormente, procederemos al encendido de los dispositivos de ayuda a la navegación: el ARPA y el ECDIS. Así mismo, los configuraremos según las escalas y ruta apropiadas para nuestra travesía.
- Comprobaremos si las cámaras de maniobra están correctamente posicionadas y listas para su uso.
- Comprobaremos que las sondas estén conectadas.
- Nos aseguraremos de que el GPS tenga cargada la travesía adecuada.
- El Segundo Oficial, que estará en el garaje controlando la carga, informará al puente cuando estén todos los vehículos debidamente estibados.
- Se solicitará al Contramaestre que compruebe y confirme que:
 - La última fila de vehículos está debidamente calzada (por delante y por detrás).
 - Los ánodos de sacrificio que han sido empleados durante la estancia en puerto, estén recogidos y puestos a bordo.
 - La manguera de agua o combustible habrá de estar desconectada.
- Se solicitará al Mayordomo que compruebe y confirme que las escalas de pasaje estén liberadas.

- Se preguntará al Jefe de Máquinas por la disponibilidad operativa de los 3 motores auxiliares y las bombas precisas para comenzar las maniobras de salida. Cuando éste nos dé el visto bueno, procederemos a embragar los motores de maniobras (3-4).
- El ancla deberá estar preparada para el inicio de la maniobra de salida, es decir, desengranada. En este momento, los marineros ya estarán en sus puestos y los amarradores en el puerto a la espera de que den la orden de “aligerar cabos” y, con ello, dejar las maniobras *en sencillo* (solo con un largo y spring).
- Cuando ya tenemos las maniobras “en *sencillo*” llamaremos al Control Portuario siguiendo el procedimiento de comunicación común:
 - Control portuario (x3)
 - Benchijigua Express: listos para salir.

Esperaremos la respuesta del control con las indicaciones necesarias.

- Cuando estemos libres de cabo, el Capitán dará avante para comenzar la maniobra. Dependiendo del puerto en el que nos encontremos, la maniobra de desatraque se hará de diferente manera:
 - En el Puerto de Los Cristianos, las hélices de proa y los waterjets se orientarán a estribor para que la proa y la popa se separen del muelle. Además, la dirección de los waterjets será avante.
 - En La Palma, se procederá de igual manera que el Los Cristianos, solo que, dando más fuerza a las hélices de proa, ya que el atraque es perpendicular a la bocana del muelle.

- En La Gomera, las hélices de proa y los waterjets se orientarán a babor y, además, estos últimos estarán en dirección avante.
- Una vez que nos encontremos a una distancia segura de separación del muelle, se les indicará a *las maniobras*: “Listo de maniobra”.
- Cuando los marineros terminen la maniobra, harán una ronda de comprobación por el garaje para cerrar las puertas contra incendio y revisar que la carga esté bien estibada.
- Cuando nos encontremos al través de la verde, se le dará la siguiente orden al personal que se encuentre en el ancla: “listos por el ancla” y, con ello, se engranará.
- Emprendida ya la maniobra de salida de puerto, el siguiente procedimiento será el vaciado de los tanques de lastre y antiheeling, momento a partir del cual, se procederá al acople de los motores interiores (booster). Una condición indispensable para el embragado de los motores es que las hélices estén arriadas con anterioridad a cumplirse una velocidad de 6 nudos. Además, deberá comprobarse que estén debidamente trincadas.

V. RESULTADOS

Ilustración 58 Salida del Puerto de Los Cristianos



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

Ilustración 59 Salida del Puerto de Santa Cruz de La Palma



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

MANIOBRA DE UN TRIMARÁN

Ilustración 60 Salida de San Sebastian de La Gomera



Fuente: Elaboración propia. Trabajo de campo

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo hemos intentado exponer con la mayor claridad y precisión posible las distintas maniobras que efectúa el buque Benchijigua Express. Partiendo de una descripción general del buque, podemos concluir que los sistemas de propulsión por éste empleado constituye un avance tecnológico que en NGV como este, se tornan indispensables.

Sin lugar a dudas, la pericia del Capitán es el principal elemento para la consecución de los objetivos fundamentales de la navegación, pero, no obstante, disponer de un sistema de propulsión que favorezca las maniobras a las que se ve sometido el Benchijigua Express para poder entrar y salir en los puertos descritos facilitan exponencialmente dichas operaciones.

La experiencia y la posibilidad de vivir estas prácticas han hecho que mis conocimientos aumenten, pudiendo observar en reiteradas ocasiones la importancia de las maniobras; aunque muchas veces las maniobras parecieran igual, ninguna maniobra es igual ya que muchos factores influyen en ella.

Cabe destacar que en posibles fallos el buque tiene las capacidades suficientes para afrontar los posibles fallos y así demostrando que las maniobras del barco con los sistemas anteriormente descrito son efectivos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **Hélice.** Nauticadvisor. *www.nauticadvisor.com*. [En línea] [Citado el: 14 de Julio de 2016.] <https://www.nauticadvisor.com/blog/2016/03/21/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-helice-de-tu-barco/>.
2. **Hélices.** Ricepropulsion. *www.ricepropulsion.com*. [En línea] [Citado el: 30 de Junio de 2016.] <http://www.ricepropulsion.com/esp/TNLS/Como%20trabajan%20las%20helices.htm>.
3. **Hélice de paso variable.** Wikipedia. *www.wikipedia.org*. [En línea] [Citado el: 3 de Julio de 2016.] https://es.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9lice_de_paso_variable.
4. **Hélices con tobera.** Atmosferis. *www.atmosferis.com*. [En línea] [Citado el: 5 de Julio de 2016.] <http://www.atmosferis.com/helices-con-tobera/>.
5. **Fernández, David Mateos.** *Propulsores marinos*. Oviedo : Universidad de Oviedo.
6. **Waterjets.** Word Press. *nauticajonkepa.wordpress.com*. [En línea] [Citado el: 20 de Agosto de 2016.] nauticajonkepa.wordpress.com.
7. **Historia de los barcos.** *historiaybiografias.com*. [En línea] [Citado el: 24 de Julio de 2016.] <http://historiaybiografias.com/navegacion/>.
8. **I, Mazarron.** Line. [En línea] [Citado el: Agosto de 23 de 2016.] <http://www.line.do>.
9. **Trirrete.** Blog Spot. [En línea] <http://www.historiaparanodormiranhell.blogspot.com>.
10. **Historia de los barcos.** [En línea] [Citado el: 5 de Agosto de 2016.] <http://www.juancarlosdiazlorenzo.com/>.
11. **Drakka.** Subdivx. [En línea] <http://www.subdivx.com/>.
12. **Colon, Calaveras Cristobal.** Paronamio. [En línea] [Citado el: 25 de Agosto de 2016.] <http://www.panoramio.com/>.
13. **Vapor, Barco.** [En línea] [Citado el: 25 de Agosto de 2016.] <http://mnm.webmuseo.com/>.
14. **Forlanini, Barco Enrico.** Allposters. *www.allposters.com*. [En línea] http://www.allposters.com/-sp/The-Superb-Hydrofoil-Boat-of-Enrico-Forlanini-Travelling-Posters_i4073691_.htm.
15. **Historia Fred Olsen.** Fred Olsen. [En línea] <https://www.fredolsen.es>.
16. **Benchijigua, Ferry.** Wordpress. [En línea] <https://delacontecerportuario.wordpress.com>.
17. **Benchijigua, Historia del.** Wordpress. <https://delamarylosbarcos.wordpress.com>. [En línea] [Citado el: 21 de Agosto de 2016.] <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/tag/ferry-gomera/>.
18. **Olsen, Historia de Fred.** <https://delamarylosbarcos.wordpress.com/>. [En línea] [Citado el: 26 de Agosto de 2016.]
19. **Austal.** *Manual General Benchijigua Express*. 2005.
20. —. Planos "Benchijigua Express". 2005.
21. **Puertos.** Puertos de Tenerife. <http://www.puertosdetenerife.org>. [En línea]
22. **Aviso, Diario de.** En las tripas del 'Benchijigua`.
23. **Tiempo.** <http://www.aemet.es/>. [En línea] [Citado el: 28 de Agosto de 2016.]
24. **Roll-Royce.** *Ulstein Aquamaster UL601*.
25. **8000, MTU serie.** Motorship. *www.motorship.com*. [En línea] [Citado el: 24 de junio de 2016.] <http://www.motorship.com/news101/industry-news/more-power-for-mtu-20v8000-engine>.

26. **60, MTU DDA series.** Boattest. *www.boattest.com*. [En línea] [Citado el: 30 de junio de 2016.] <http://www.boattest.com/oem/337/engines/309/0/>.
27. **Rolls-Royce, Kamewa.** *Manual Kamewa Rolls-Royce Benchijigua Express*.
28. **Rolls-Royce.** Manual Kamewa Rolls-Royce. *Remote Control System*.
29. **Domínguez, Carlos Javier Viera.** *Estudio del Sistema de Estabilizadores y sus Posibles Fallos*. 2015.
30. **Historia Fred Olsen.** Fred Olsen en soluciones portuarias. <http://fredolsensolucionesportuarias.com>. [En línea] <http://fredolsensolucionesportuarias.com/quienes-somos/historia/>.
31. **Austal.** *Manual operaciones Benchijigua Express*.