

REMOLCADORES PORTUARIOS CONVENCIONALES Y ASD

Trabajo Fin de Grado
Grado en Náutica y Transporte Marítimo
Septiembre de 2022

Autor:
José Edward De Armas Tracy
43.386.980X

Tutor:
Prof. D. Aarón Miguel Acevedo Reverón

Escuela Politécnica Superior de Ingeniería
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval
Universidad de La Laguna

D. Aarón Miguel Acevedo Reverón, Profesor de la UD de Marina Civil, perteneciente al Departamento Ingeniería Agraria Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **JOSÉ EDWARD DE ARMAS TRACY** con **DNI 43.386.980X**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **REMOLCADORES PORTUARIOS CONVENCIONALES Y ASD**

Revisado dicho trabajo, estimo 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 documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 16 de septiembre de 2022.

Fdo.:

Director del trabajo.

RESUMEN

En la actualidad la gran variedad de navíos y artefactos flotantes (petroleros, quimiqueros, ferries, plataformas, pontonas, etc.) que recalán en los puertos de las Islas Canarias han llevado a una gran tecnificación y mejora de las instalaciones y servicios portuarios prestados. Una herramienta fundamental y básica para garantizar la seguridad y rapidez de las maniobras de entrada, salida y atraque de los buques son los remolcadores portuarios. En las Islas Canarias, la principal empresa prestadora de servicios de remolque es Boluda Corporación Marítima.

Esta memoria, se aborda desde un enfoque práctico la metodología de trabajo en este tipo de buques, incluyendo la interacción de los remolcadores con los buques a los que prestan el servicio de remolque y procurando aportar unos conocimientos básicos sobre el remolque portuario a futuros oficiales y marinos.

También, aprovechando la renovación íntegra en el archipiélago canario de la flota de remolcadores convencionales, los cuales han sido sustituidos en su totalidad por remolcadores acimutales con propulsión a popa o a proa, se realiza un análisis de las principales diferencias entre ambos. Éste análisis se centra en la maniobrabilidad, comportamiento y procedimientos desde un punto de vista lo más práctico posible e intentando reflejar la experiencia adquirida por el autor del documento en el sector durante los últimos años.

Para concluir, destacar que la modernización de los remolcadores ha conllevado a la mejora de las condiciones de trabajo a bordo, facilitando las maniobras en cubierta y lo más importante, una mayor agilidad de maniobra del remolcador, permitiendo realizar las maniobras de remolque portuario de manera más eficiente, rápida, segura y sin la necesidad de un número tan elevado de remolcadores.

Palabras clave: remolcador acimutal, remolcador convencional, maniobras, servicios portuarios.

ABSTRACT

Nowadays, the great variety of ships, offshore platforms and vessels (tankers, chemical tankers, ferries, drilling vessels, pontoons, etc.) has led to the innovation and improvement of the Canarian port installations and services. One of the most essential services in the islands harbours, is the towing service provided by the port tugs. The company that offers this towage assistance around the Canary Islands is Boluda Maritime Corporation.

The thesis is focus in a practical approach of the behavior, maneuverability and procedures defined by the different types of tug boats, particularly conventional and azimuthal tugboats, specifically ASD type. Using all this information to study the relation between tugs and assisted vessels during maneuvers and trying to transfer the practical experience and knowledge acquired in this specific type of vessels to future sailors.

The Canarian tugboats fleet has suffered a complete renovation. All the conventional tug boats have been scrapped and updated with vessels using azimuth thruster systems technology astern or amidships. Taking advantage of this conversion of the tug fleet, we will examine the main differences between the two kind of boats and how it has led to the development of the port towing maneuvers and services. Without forgetting the improvement of the working conditions on the tugs decks and the agility and response of the tug during the port operations, allowing faster and more effective maneuvers with less tugboats.

Keywords: azimuthal tugboat, conventional tugboat, maneuvers, port services.

AGRADECIMIENTOS

*A mis padres por abrirme las puertas al mar,
a mis amigos por seguirme en mis locuras,
a los profesionales con los que he compartido muchos días y noches,
a los docentes que sienten la profesión.*

1. Introducción	6
1.1. Metodología.....	7
2. Características generales remolcadores.....	8
2.1. Remolcadores portuarios convencionales.....	9
2.2. Remolcadores portuarios ASD.....	17
3. Gobierno de los remolcadores	23
3.1. Gobierno del Boluda Don Blas.....	24
3.2. Gobierno del VB Tenerife	25
4. Maniobras básicas de los remolcadores.....	27
4.1. Toma y largado de cabo	27
4.2. Aproximaciones remolcador-buque	33
5. Supuesto de maniobra con asistencia de un remolcador.....	45
5.1. Buque portacontenedores y posición de atraque para el caso práctico.....	46
5.2. Maniobra con remolcador convencional.....	47
5.3. Maniobra con remolcador tipo ASD	52
6. Conclusiones	55
7. Bibliografía	58

Índice de figuras

Figura 1: Remolcador Boluda Don Blas en su puerto base	8
Figura 2: Remolcador VB Tenerife en su puerto base	9
Figura 3: Gancho de remolque basculante del Boluda Don Blas	12
Figura 4: Cubierta de popa de trabajo del Boluda Don Blas	14
Figura 6: Plano de diseño general del remolcador convencional, Boluda Don Blas.....	16
Figura 7: Maquinilla de proa de remolque.....	19
Figura 8: Cubierta de proa de trabajo	20
Figura 9: Cubierta de popa, remolque con alambre	20
Figura 10: Plano de diseño general del remolcador tipo ASD, VB Tenerife	22
Figura 11: Puente del Boluda Don Blas.....	24
Figura 12: Puente del VB Tenerife	26
Figura 13: Herramientas de trabajo Mecamar	28
Figura 14: Cabo de remolque estibado en maquinilla	29
Figura 15: Cabo de remolque estirado en cubierta	30
Figura 16: Aproximación proa-centro de remolcador convencional con reviro	35
Figura 17: Aproximación proa-centro de remolcador convencional por alcance	35
Figura 18: Aproximación popa-centro de remolcador convencional por alcance	36
Figura 19: Aproximación amura de remolcador convencional por alcance	37
Figura 20: Aproximación aleta de remolcador convencional	38
Figura 21: Aproximación aleta de remolcador convencional por alcance.....	38
Figura 22: Aproximación proa-centro de vuelta encontrada.....	40
Figura 23: Aproximación popa-centro por alcance con remolcador tipo ASD	41
Figura 24: Aproximación amura navegando de popa con remolcador tipo ASD	42
Figura 25: Aproximación amura navegando de proa con remolcador tipo ASD	43
Figura 26: Aproximación aleta de vuelta encontrada	44
Figura 27: Aproximación aleta por alcance navegando de proa con remolcador tipo ASD ..	45
Figura 28: Aproximación, toma de cabo y entrada a puerto.....	48
Figura 29: Acompañamiento y reviro hacia estribor	49

Figura 30: Largado de cabo de remolque	49
Figura 31: Remolcador en posición de empuje.....	50
Figura 32: Remolcador convencional en posición de tiro.....	51
Figura 33: Maniobra de entrada remolcador ASD.....	52
Figura 34: Acompañamiento con desplazamiento lateral.....	53
Figura 35: Remolcador VB Tenerife empujando del través.....	53
Figura 36: Remolcador ASD en posición de tiro	54

Índice de tablas

Tabla 1: Características técnicas y constructivas Boluda Don Blas.....	15
Tabla 2: Características de carga Boluda Don Blas	16
Tabla 3: Características técnicas y constructivas VB Tenerife	21
Tabla 4: Características de Carga VB Tenerife	22
Tabla 5: Toma de cabo remolcador tipo ASD.....	31
Tabla 6: Largado de cabo remolcador tipo ASD.....	31
Tabla 7: Toma de cabo remolcador convencional.	32
Tabla 8: Largado de cabo remolcador convencional	33
Tabla 9: Características constructivas Verónica B.....	46
Tabla 10: Características del puerto de Santa Cruz de la Palma.....	47

Acrónimos

ASD *Azimuthal Stern Drive*

Fi-Fi *Firefighting system*

KG Distancia entre quilla y centro de gravedad

Mecamar Marinero Mecánico/Cubierta

MMSI *Maritime Mobile Service Identity*

NIB Número de Identificación del Buque

OMI Organización Marítima Internacional

1. Introducción

Los remolcadores de servicio portuario son una de las herramientas más importantes para el correcto funcionamiento de puertos comerciales. Este tipo de buques facilitan de manera destacable las maniobras de entrada y salida de grandes buques, agilizando el tráfico portuario. En este caso en concreto, cabe destacar la diversidad de las tareas realizadas por parte de la flota de remolcadores de Santa Cruz de Tenerife, que van desde el servicio de atraque y desatraque, hasta el apoyo en accidentes marítimos, pasando por la extinción de incendios, las obras marítimas y los servicios de remolque de altura.

El trabajo que se desarrolla a continuación, toma como base la experiencia adquirida por el autor durante el embarque en los diferentes tipos de remolcadores. Se lleva a cabo una comparativa práctica tanto de las maniobras, el gobierno, la máquina y la operativa en cubierta en los remolcadores convencionales y los remolcadores azimutales con propulsión a popa (ASD, *Azimuthal Stern Drive*).

No se analiza únicamente la operativa de trabajo en remolcadores actuales, sino que se hace especial hincapié en la metodología de trabajo en remolcadores convencionales, los cuáles han operado en los puertos canarios desde finales del siglo XIX hasta el desguacé de los últimos ejemplares operativos en el archipiélago hasta principios del año 2021, llevando a cabo operaciones portuarias hasta dicha fecha. Cabe destacar el valor de la experiencia adquirida en este tipo de buques para el perfeccionamiento de los remolcadores más actuales.

Se recuerda que el servicio de remolque con máquina comenzó en Canarias con la entrada de los remolcadores de vapor. Algunos de los ejemplares fueron construidos en astilleros del Puerto de La Luz por The Grand Canary Coaling Company. Estos remolcadores a vapor finalizaron su vida marinera a mediados del siglo XX. Posteriormente, CEPSA adquiere diferentes remolcadores convencionales con motor de combustión interna para el gran tráfico marítimo de petroleros que recibe la refinería de la capital tinerfeña. Remolcadores de construcción y operativa muy similar a los del remolcador anteriormente nombrado, el Boluda Don Blas, que comienza su vida marinera en 1977 (La Luz Port, 2010).

Como remolcadores convencionales se toma de referencia el remolcador Boluda Don Blas con sistema de propulsión sencillo de paso variable y timón tobera orientable, aparte de remolque fijo a gancho basculante por popa. Este remolcador requiere una coordinación perfecta de toda la tripulación a la hora de maniobrar, ya que el trabajo en cubierta supone

una exposición grande al peligro si se desarrolla la maniobra de manera negligente o descoordinada.

El remolcador ASD de referencia para el estudio es el VB Tenerife. Ya que se trata del remolcador de este tipo con la maniobra más simplificada comparado con los otros dos remolcadores de la base de Santa Cruz de Tenerife, el VB Canarias y el VB Muletón. Todos ellos con maquinilla de maniobra en proa con cabo de remolque, maquinilla de remolque a popa con cable y sistema azimutal de propulsión a popa, aspecto fundamental de los remolcadores, que facilita enormemente el trabajo en cubierta y reduce drásticamente los factores de peligro para el personal en cubierta. Estos tres remolcadores difieren en el sistema de trabajo de revoluciones y paso, siendo el VB Tenerife de paso fijo y los restantes de paso variable.

Se analizan todas las diferencias técnicas de los remolcadores, como el sistema de propulsión, de gobierno, el control en el puente, las diferencias principales en la máquina y operativa de la sala de máquinas, el protocolo de trabajo en cubierta y como afecta de manera directa o indirecta en la maniobra de remolque.

Otro punto que cabe a destacar es la interacción remolcador-buque y como es el comportamiento de los diferentes remolcadores con la variedad de buques más comunes, las ventajas y desventajas que presenta cada uno de ellos en los diferentes tipos de maniobras.

El objetivo final del trabajo es un estudio somero de la metodología de trabajo en este tipo de buques. Lo que hace interesante el estudio para futuros Oficiales y Capitanes de la Marina Mercante es el hecho de conocer la otra perspectiva de las maniobras de salida y entrada con asistencia de remolque, y como facilitar la maniobra a los remolcadores. Que dependiendo de la tipología del remolcador se procederá a maniobrar de diferente manera, como deberá ser el comportamiento del buque remolcado y los principales aspectos de la navegación, trabajo en cubierta y máquinas. Siempre desde un punto de vista más práctico, gracias a la experiencia adquirida por el autor en el sector del remolque portuario.

1.1. Metodología

Esta memoria se basa en el conocimiento adquirido por parte del propio autor en sus periodos de embarque en este tipo de buques. Diferentes rangos, patrones, mecánicos y marineros han aportado con su experiencia tras años en el sector del remolque. Además de recopilación de información mediante planos y manuales de los propios buques, al igual que datos obtenidos de medios digitales.

2. Características generales remolcadores

En este capítulo, se describen los aspectos constructivos fundamentales de los remolcadores que servirán como base del estudio. El primer remolcador a tratar es el Boluda Don Blas (Figura 1). Un remolcador convencional botado en el año 1977 de la mano Construcciones Navales del Sureste (Alicante), todo un veterano en el servicio de remolque portuario del archipiélago, finalizando su vida marinera tras 44 años de servicio.

Figura 1

Imagen del remolcador Boluda Don Blas en su puerto base, Santa Cruz de la Palma. Trabajo de campo



Posteriormente se analizan las características del remolcador VB Tenerife (Figura 2), construido por Astilleros Zamakona en el País Vasco y cuya botadura fue en el año 1998. Fue el primer remolcador con tecnología azimutal que operó en el puerto capitalino y aún con su edad sigue siendo un fiel reflejo de la flota de remolcadores actual. La sencillez de sus sistemas lo hacen el modelo perfecto de referencia para el estudio, ya que sus similares de la base de Boluda Towage and Savage del puerto capitalino de Santa Cruz de Tenerife, el VB Muletón y el VB Canarias, aún teniendo características similares, complicarían la base del estudio debido a la gran cantidad de sistemas extra que poseen.

Figura 2

Imagen del remolcador VB Tenerife en su puerto base, Santa Cruz de Tenerife. Trabajo de campo



2.1. Remolcadores portuarios convencionales

Los primeros remolcadores convencionales de combustión interna empiezan a extenderse alrededor del globo a mediados del siglo XX. Se trata de remolcadores muy robustos que superan en prestaciones tanto de tiro como de autonomía y fiabilidad a sus antecesores de propulsión a vapor. La principal característica para diferenciar a los remolcadores convencionales de otro tipo es su sistema de propulsión y gobierno.

El remolcador convencional posee el sistema de propulsión tradicional, el cuál limita la maniobrabilidad de estos buques en comparación a los modernos ASD. Estos constan de una línea de eje acoplada al motor principal a través de una caja reductora. En algunos remolcadores de este tipo se acoplan dos motores principales en paralelo a un eje, para conseguir una mayor potencia de tiro. También existe la configuración de dos máquinas principales acopladas de manera independiente a sus respectivas hélices, lo que incrementa un punto la maniobrabilidad de este tipo de remolcador convencional al permitir la realización de ciabogas.

Hay que tener en cuenta las diferencias en cuanto al control de velocidad y gobierno de este tipo de buques. El sistema más común de gobierno se basa en el trabajo de la máquina con revoluciones fijas, cambio de paso en hélice y una tobera alrededor de la hélice para mejorar la capacidad de tiro con la misma potencia en el eje. La tobera consigue mejorar la curva evolutiva del buque al concentrar el chorro de salida y orientarlo de manera más efectiva, consiguiendo un mejor efecto de chorro-pala de timón.

Además, estos remolcadores suelen tener el punto de tiro ubicado a popa del puente, en la cubierta principal. Normalmente, el cabo de remolque se hace firme al gancho de remolque que bascula desde la línea de crujía hasta el través por ambas bandas, no pudiendo variar la longitud de remolque durante la maniobra. También existe la posibilidad de hacer firme el cabo de remolque a proa mediante una retenida a la bita de proa.

- **Remolcador Boluda Don Blas**

El Boluda Don Blas es un remolcador convencional, perteneciente a la flota de Boluda Corporación Marítima. Su puerto base y de operaciones portuarias era el de Santa Cruz de La Palma. Se encargó en el astillero Construcciones Navales del Sureste, Alicante. Entró en servicio en el año 1977, convirtiéndolo en un remolcador de características de construcción muy fiables en cuanto a robustez y calidades de los materiales.

La terminología de remolcador convencional viene ligada a su sistema de propulsión, sentido de trabajo habitual y remolque de distancia fija. En cuanto a su propulsión, cuenta con una sola máquina principal acoplada a un sistema de propulsión a través de una gran caja reductora y el sistema de gobierno de timón-tobera, en la cual se orientan hacia estribor o babor conjuntamente la hélice de paso variable (levógira), la tobera y el timón acoplado a la tobera, orientando de esta manera el chorro de salida de propulsión. Los ángulos de timón son fuertes, permitiendo una rápida curva evolutiva y así facilitar las maniobras de puerto.

La utilización de la tobera envolviendo la hélice mejora la maniobrabilidad hacia ambas bandas, ya que reduce el efecto evolutivo de la hélice levógira, llegando a maniobrar prácticamente de igual manera hacia las dos bandas. Una pequeña diferencia es la reducción de la curva evolutiva hacia babor, combinando la caída con pequeñas paladas atrás.

El sentido habitual de trabajo en el remolcador convencional es avante. Esto se debe a la poca maniobrabilidad navegando de popa, por la existencia de una sola máquina y hélice levógira, resultando en pequeñas caídas a estribor navegando atrás. Esta caída se ve ligeramente reducida por la existencia de la tobera tipo Becker, la cual añade un timón a la carcasa de la tobera y que gira sincrónicamente junto a la tobera. Por este motivo las maniobras de arrastre/remolque se realizan avante y las de empuje se realizan utilizando la proa del remolcador, conocido en el gremio como trabajar de carnero.

Otra característica del remolcador es su hélice de paso variable del fabricante Navalips, la cual permite cambios de paso muy rápidos, pasando de avante a atrás en pocos segundos, facilitando las maniobras en espacios angostos. Además, la hélice tiene un paso máximo reducido y gran diámetro, sacrificando la velocidad por capacidad de empuje, lo que se traduce directamente en una mayor capacidad de tiro.

Un punto interesante de este remolcador es que a pesar de su avanzada edad dispone de un potente sistema contraincendios. El cual, además de estar compuesto por los habituales hidrantes y rociadores (comúnmente denominados *sprinklers*, del inglés), tiene dos monitores contraincendios en una cubiertilla sobre el puente y controlados de manera mecánica con un tornillo sin fin, directamente en la cubierta magistral. Estos monitores se conocen como "Fi-Fi" del inglés *firefighting* (traducido: lucha contraincendios). Los Fi-Fi están conectados a una bomba centrífuga, la cual a su vez está conectada mediante un cardán a la caja reductora de la máquina principal. Tienen su propia toma de mar y un gran caudal, con chorros cuyas distancias de trabajo son de hasta 50-70m de distancia.

La capacidad de carga de buque se limita a los tanques de lastre, de combustible, de espuma contraincendios y agua dulce de servicio.

Este tipo de buques disponen de una gran carena frente a la obra muerta. Todos los tanques de combustible, agua, aceite... están ubicados en la parte más baja del buque, prácticamente en la quilla.

En este caso en particular, el remolcador tiene un gran quillote que comienza a media eslora hasta la popa, acabando en el codaste con la bocina y al cual está acoplada la tobera. Este quillote está compuesto en gran parte por acero macizo bajando aún más en centro de gravedad (G), lo que le aporta una gran estabilidad y momento adrizante. Los remolcadores son buques duros a la hora de navegar, el centro de gravedad del remolcador es muy bajo, recuperando la posición de adrizado rápidamente. Para evitar recuperaciones de adrizado demasiado duras y que entren en sincronismo transversal demasiado pronto, el barco tiene dos quillas de balanceo en la obra viva, a un metro de profundidad aproximadamente.

Al ser un buque con una obra viva superlativa en proporción a su obra muerta, además tener una distancia KG muy corta (como consecuencia un gran brazo adrizante) y poca capacidad en tanques. Las fuerzas que realmente comprometen su estabilidad son las resultantes de las operaciones de remolque, destacando las dos siguientes fuerzas:

- El momento escorante debido al arrastre del remolcador por parte del remolcado (Momento de arrastre).
- El momento escorante debido al tiro del remolcador (Momento de tiro).

En condiciones normales de operación el remolcador sufre escoras causadas por los dos momentos nombrados con anterioridad, que en algunas ocasiones inundan la cubierta de popa (a un metro aproximadamente de la línea de flotación), la cual se inunda con ángulos de escora de alrededor de los 10-15°, pero que no suponen ningún peligro. Las escoras que suponen un peligro grave son las superiores a 55° aprox., cuando comenzará a inundarse la

cubierta de proa, habría riesgo de inundación real y sería el punto de inflexión del brazo adrizante, pudiendo llegar a la estabilidad nula y zozobrar.

El momento de tiro en los remolcadores convencionales difícilmente puede causar la zozobra del buque, ya que no son capaces de realizar desplazamientos laterales, y el tiro de manera natural tiende a alinearse con la línea de crujía del remolcador si no interviene ninguna otra fuerza, como, por ejemplo, el empuje del sistema de propulsión.

Las operaciones de remolque siempre se ejecutan navegando avante y evitando que el cabo de remolque trabaje en ángulos muy abiertos respecto a la línea de crujía hacia una u otra banda. El gancho (Figura 3) dispone de una zafa de emergencia para largar el cabo de remolque en caso de que el tiro sea muy transversal, lo que comprometería gravemente la estabilidad del remolcador, pudiendo incluso llegar a zozobrar. Al tratarse de un buque diseñado para tareas que pueden comprometer su estabilidad debido a las fuerzas escorantes exteriores producidas por el cabo de remolque, se tiene en cuenta en su diseño una muy buena estabilidad dinámica y un momento adrizante fuerte.

Figura 3

Imagen del gancho de remolque basculante del Boluda Don Blas. Trabajo de campo



El Boluda Don Blas, limita su carga a 4 tanques de combustible ubicados a media eslora y distribuidos simétricamente, dos a cada banda. Para alimentar los motores, todo el combustible, pasa por una depuradora para separar partículas contaminantes y agua del combustible y luego trasegarlo a un tanque diario de 1000Lts. A la proa de los de combustible, se encuentra un tanque de agua dulce de 7.68m³ que ocupa toda la manga del buque.

Entre el *peak* (traducido al español, pique) de proa y el tanque de agua dulce se dispone de un tanque de espuma contraincendios de 13.86m³. Este tanque está conectado al sistema contraincendios del buque, pudiendo inyectar la espuma tanto en el circuito de hidrantes de cubierta o máquinas, como en los cañones fi-fi ubicados en la cubierta magistral sobre el puente del remolcador. Esta espuma se usa para extinguir incendios de líquidos inflamables, que suelen derramarse alrededor de los siniestros y generar una película inflamable sobre la superficie del mar, actuando la espuma y asfixiando el fuego.

El último tanque está dispuesto en el *peak* de proa y tiene una capacidad de 6m³. El Don Blas además dispone de 3 pequeños tanques que no llegan a los 500Lts. de capacidad. Dispuestos para el almacenaje de aceites para la caja reductora, el motor principal, los auxiliares y el circuito hidráulico.

Todos los tanques de combustible están conectados a un sistema de trasiego conectado a una bomba centrífuga y depuradora. Pudiendo pasar combustible de una banda a otra para mantener el remolcador lo más adrizado posible. Para mantener el asiento deseado del remolcador se juega con las capacidades de los tanques de combustible y con el de agua dulce. Aparte existe la posibilidad de lastrar el *peak* de proa.

Todos los tanques tienen grandes tapas de registro para realizar limpiezas en caso de que fueran necesarias. Además, en operaciones de remolque de rescate en las que fuera necesario sacar aceite o combustible de los tanques del buque accidentado, se podrían usar alguno de los tanques de combustible (limpiándolos minuciosamente después de descargar). También podría cumplir esta función el *peak* de proa.

Se intenta mantener un asiento neutro del remolcador para que la eficiencia de la hélice sea la máxima y exprimir la capacidad de tiro al máximo. Aunque en circunstancias muy específicas, donde se necesita reducir la curva evolutiva del remolcador se puede buscar un asiento aproante, teniendo en cuenta que se reduce de manera significativa la capacidad de tiro.

En cuanto a zonas de estiba se pueden destacar las cajas de cadenas de gran amplitud y con acceso desde la cubierta a través de unas escotillas ubicadas en la cubierta de proa (Figura 5). En la misma zona encontramos una escotilla de acceso al *peak* de proa.

En popa se emplaza el compartimento de la limera del timón, donde se encuentran los servos de la tobera. El acceso es a través de una gran escotilla. Esta zona se emplea para la estiba de cabos de remolque de respeto, al igual que alambres, grilletes y galgas de remolque. Es una zona amplia del remolcador, pero hay que tener precaución de que todo quede bien estibado y afirmado para no afectar a los servos.

En la cubierta de trabajo (Figura 4) (donde se ubica el gancho de remolque) es el lugar para estirar el cabo de remolque de 80m de longitud y 250mm de diámetro. Debido a la operativa de trabajo de los remolcadores convencionales es fundamental tener la cubierta limpia y libre de obstáculos, para evitar accidentes y que el cabo de remolque se trabe en la cubierta. Para que el cabo salga libremente por encima de la regala, las bitas, maquinillas... están protegidas con tubos curvos para que el cabo deslice sin problema.

Figura 4

Imagen de la cubierta de popa de trabajo del Boluda Don Blas. Trabajo de campo



Tabla 1. Características técnicas y constructivas Boluda Don Blas¹. Elaboración propia

Características técnicas y constructivas Boluda Don Blas		
Identificación:	Clasificación:	Dimensiones:
-Nombre: Boluda Don Blas -MMSI: 224225150 -Código IMO: 7516785 -Distintivo de llamada: EHHM	-Tipo: Remolcador -Remolcador contra incendios -Remolcador de puerto -Remolcador convencional	-Eslora total: 26.35m -Eslora de registro: 23.85m -Eslora entre pp.: 23.00m -Manga: 7.50m -Puntal de construcción: 3.10m -Calado Max.: 3.7m -TRB: 147GT -DWT: 170t -Tiro: 33t
Propulsión:	Equipos auxiliares:	
<p><u>Máquina Principal:</u></p> -Tipo: motor de combustión interna diésel sobrealimentado -Potencia: 2050HP -Nº de cilindros: 6-cyl. -Cilindrada: 275L	<p><u>Equipos Máquinas:</u></p> Generadores auxiliares: 2x Diésel atmosféricos 1500rpm 80KVA Bombas contra incendios: 2x Bombas elec. centrífugas (Toma de mar) 1x Bomba elec. centrífuga (Toma de mar -agua dulce) 1x Bomba "Fi-Fi" acoplada a reductora principal Bombas aceite/combustible: 1x Depuradora elec. centrífuga combustible 1x Bomba elec. aux. eléctrica de piñones aceite reductora 1x Bomba elec. aux. aceite Máquina 2x Bombas elec. hidráulicas hélice (Navalip) 2x Bombas elec. hidráulicas timón 1x Bomba de trasiego combustible 2x Compresores elec. aire comprimido 30bar 2x botellas aire comprimido 60bar 1000L	<p><u>Equipos cubierta:</u></p> 1x Chigre motor elec. gran tamaño (cubierta popa) 1x Carretel elec. cabo remolque 1x Carretel elec. cabo pequeño diámetro 1x Maquinilla elec. ancla (2x anclas/2x maquinillas) 1x Gancho de remolque con zafa y freno
<p><u>Caja Reductora:</u></p> -Tipo: 1800Hp/500rpm con toma de fuerza para Fi-Fi		
<p><u>Propulsor:</u></p> -Hélice: Tipo: paso variable con tobera y timón armónico. -Giro: levógiro -Nº de palas: 4 -Diámetro: 3200mm		

¹ Fuentes

Planos de Construcciones Navales del Sureste S.A.: Remolcador Boluda Sexto

Manual de montaje de Navalips, S.A. Hélice de paso variable Boluda Sexto

Libro de características de Factoría San Carlos del motor TbRHS-345.

Figura 6

Plano de diseño general del remolcador convencional, Boluda Don Blas.²

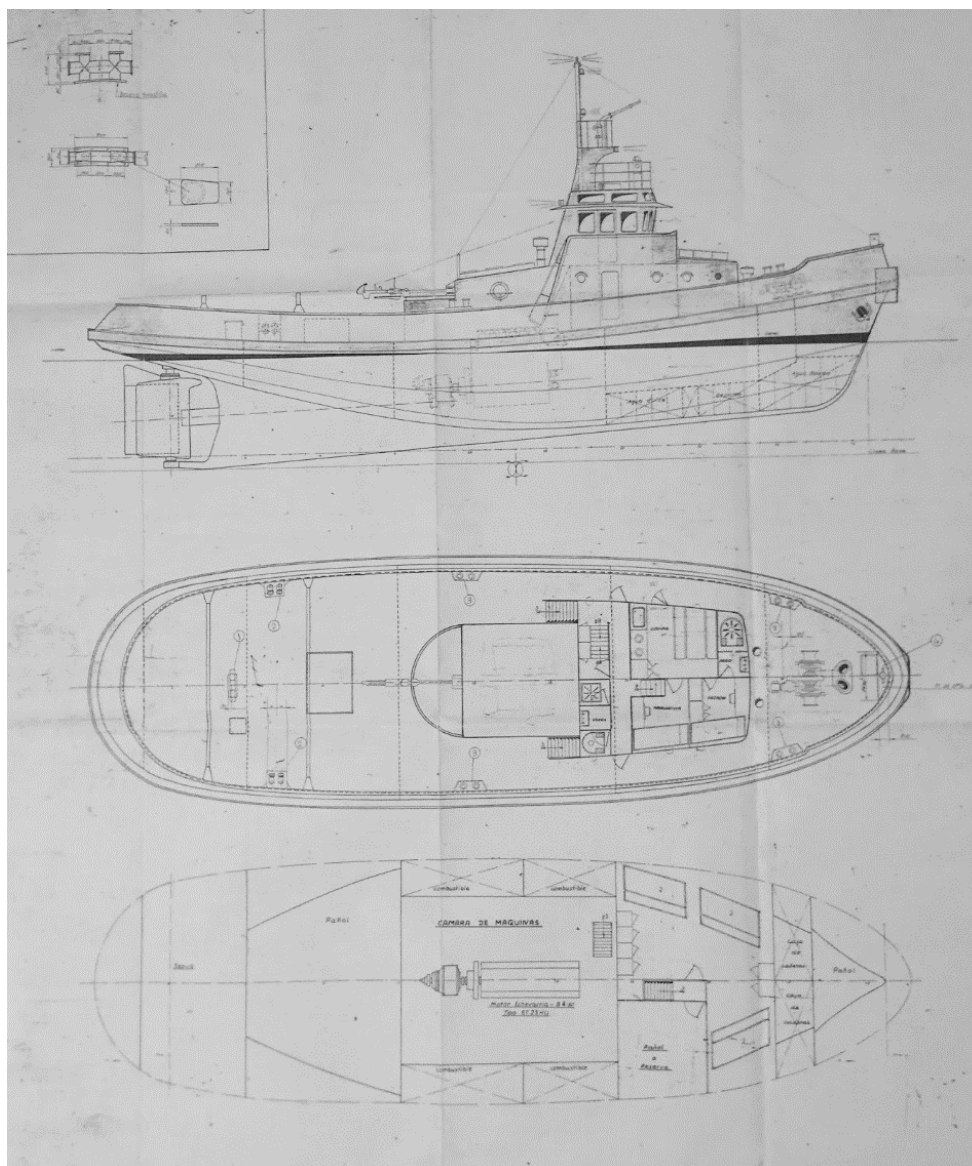


Tabla 2. Características de carga Boluda Don Blas³. Elaboración propia

Características de carga Boluda Don Blas:		
Pique de proa: 6'08m ³	Combust. Br: 9.13m ³	Combust. Er: 7.60m ³
Doble fondo: 13.86m ³	Combust. Er: 9.13m ³	Cofferdam: 2.34m ³
Doble fondo: 7.68m ³	Combust. Br: 7.60m ³	Servicio diario combust.: 1m ³

³ Fuente:

Planos de Construcciones Navales del Sureste S.A.: Remolcador Boluda Sexto

2.2. Remolcadores portuarios ASD

Los remolcadores con propulsión azimutal comienzan a trabajar a mediados de los años ochenta. Este tipo de propulsión moderna se inventa a mediados de los años 50, por el fundador del principal fabricante de propulsores azimutales, Schottel. Se comienza a comercializar junto a los principales fabricantes, como, Aquamaster y Wärtsilä, entrando extensivamente en el gremio del remolque a mediados de los ochenta (Propulsor Azimutal, 2021).

Con la incorporación de este tipo de propulsión en los remolcadores de nueva construcción se ve una gran mejora respecto a los tiempos de maniobra y la seguridad a bordo de los remolcadores. La propulsión azimutal permite un mayor grado de maniobrabilidad respecto a los anteriores sistemas de propulsión convencional, facilitando de manera considerable el acercamiento del remolcador al buque, permitiendo aproximaciones en diferentes ángulos, incluso el acompañamiento con desplazamiento lateral. También los remolcadores de nueva construcción incorporan en cubierta el sistema de cabo de remolque en maquinilla, lo que facilita mucho el trabajo en cubierta y reduce drásticamente el riesgo del personal de cubierta, al no existir la necesidad de estirar el cabo de remolque sobre la cubierta.

Las maniobras de asistencia se plantean de manera completamente diferente, al poder ajustar la longitud de cabo de remolque in-situ. Circunstancia que no se da en el sistema de remolque portuario convencional.

Además, la implementación de propulsores azimutales y maquinillas en cubierta, permiten la reducción del número de remolcadores para el mismo tipo de maniobra, ya que la transición de situación de tiro a empuje transcurre en pocos segundos, en cambio en los remolcadores convencionales, requiere el largado del cabo de remolque, reviro y posicionar el remolcador para proceder a empujar, multiplicando los tiempos considerablemente. Por lo que, en muchas situaciones, maniobras que puede realizar un solo remolcador moderno, requerían al menos dos remolcadores convencionales, uno trabajando en posición de tiro y otro en posición de empuje.

Por otro lado, la modernización de la flota de remolcadores ha supuesto la reducción notable de las tripulaciones mínimas a bordo, estando formada por 5 tripulantes en los años 80 a 3 en la actualidad.

Dentro de la variedad de remolcadores azimutales, nos centraremos en los remolcadores azimutales tipo ASD, de las siglas en inglés *Azimuthal Stern Drive*, indicándonos que la propulsión está ubicada en popa, diferenciándolos de los comúnmente

llamados Tractor, con la propulsión a $\frac{3}{4}$ de proa. En la actualidad también se han incorporado remolcadores asimétricos, con la propulsión a diferentes alturas respecto a la eslora, facilitando los desplazamientos laterales, pero reduciendo las cualidades marineras fuera de puerto.

- **Remolcador VB Tenerife**

El remolcador VB Tenerife entra en servicio en el puerto de Santa Cruz de Tenerife a principios del año 1999, debido al gran tráfico de buques petroleros que descargan en la refinería capitalina de CEPSA. Los pliegos portuarios exigen la incorporación de remolcadores con grandes monitores contraincendios para garantizar la seguridad del puerto en caso de un accidente en la refinería. El remolcador fue específicamente encargado a Astilleros Zamakona para cubrir las necesidades y características del puerto y refinería de Santa Cruz.

Bajo la cubierta del VB Tenerife, en la sala de máquinas, se encuentran dos grandes máquinas principales del fabricante Mak, que a través de dos líneas de ejes transmiten el giro a los propulsores azimutales Z-drive de paso fijo del fabricante Aquamaster.

A la salida del volante motor por popa se ubican los respectivos embragues neumáticos, que permiten el giro libre del motor o acoplado a los propulsores. A la toma de fuerza de la salida a proa del cigüeñal de los MMPP se instalan los respectivos embragues hidráulicos del fabricante noruego Hyek, que permiten el acople de las bombas centrífugas de gran caudal del sistema contraincendios “Fi-Fi”, para la utilización de los monitores contraincendios ubicados en la cubierta magistral y que tienen un alcance máximo de unos 250 metros. A parte del sistema contraincendios “Fi-Fi”, hay un sistema contraincendios convencional, con su respectiva bomba eléctrica, que aporta caudal a los elementos contraincendios de abordaje como, hidrantes, *sprinklers*...

La configuración de paso fijo de las hélices conlleva que el trabajo de gobierno sea con revoluciones de la máquina principal. En muchas ocasiones se tiende a gobernar el buque con el método comúnmente llamado “trabajo con ángulos”, que consiste en mantener un régimen alto de revoluciones y controlar el avance mediante el enfrentamiento de los chorros de los propulsores para parar buque. De esta manera en caso de necesidad de respuesta inmediata del remolcador no habría que demorar el instante que las máquinas necesitan para alcanzar el régimen de vueltas deseado.

En cuanto al suministro eléctrico a bordo, se dispone de dos generadores auxiliares de 380V y gran potencia que alimentan los principales sistemas y servicios del remolcador. También se encuentra un pequeño generador de puerto para cubrir las necesidades básicas

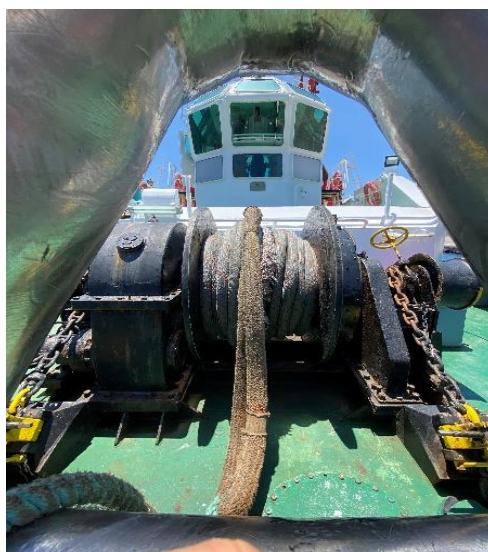
del barco a la hora de estar en *stand-by* (“en espera” como traducción directa del español) en el atraque.

El VB Tenerife dispone de dos grandes bombas eléctricas de fuerza hidráulica para cubrir las necesidades del buque. Además de dos compresores de aire con dos grandes botellas para asegurar el suministro de aire para el arranque de los MMPP, el embrague y desembrague de MMPP-Propulsores y diferentes circuitos de control de a bordo.

En la cubierta de proa se localiza uno de los elementos más importantes de un remolcador portuario, la maquinilla (Figura 7 y 8). Esta está conformada por un carrete central donde se almacena el cabo de remolque que es guiado a través del monaguillo de proa. A ambos lados del carretel se fijan los barbotenes para el izado y arriado de las anclas y en el tramo final del eje acoplado directamente al mismo, dos cabirones para el trabajo con cabos de menor diámetro. El carretel, gira libre sobre el eje de la maquinilla y se hace uso de un embrague dentado para transmitir el giro del eje al carretel. De igual manera trabajan los barbotenes. La maquinilla se actúa de forma habitual desde un mando ubicado en el puente. El mismo control está duplicado en cubierta. La maquinilla aplica fuerza para el largado y arriado y en la posición de parado se auto-frena mediante un sistema hidráulico que bloquea los piñones de la reductora de la misma. A parte dispone de un sistema de frenado secundario de cinta-ferodo. En caso de emergencia, existe la posibilidad del largado rápido, el cual, mediante la actuación de una seta, desbloquea tanto el freno hidráulico como el de cinta y alivia la presión de la línea de fuerza de la maquinilla, para que la misma gire libremente y se largue todo el cabo de remolque.

Figura 7

Imagen de la maquinilla de proa de remolque, desde la gatera central de trabajo. VB Tenerife. Trabajo de campo



Como elementos a destacar del VB Tenerife en la cubierta de popa (Figura 9), están la maquinilla de remolque con cable, un chigre y la grúa de trabajo.

La maquinilla de popa se utiliza de manera habitual para el remolque de altura, como, por ejemplo, el transporte de pontonas, dragas, bloques para la construcción de muelles, bloqueras, etc. La misma está conformada por un eje el cual dispone de dos carretes (uno para cabo y el otro para cable) que giran armónicamente. La sistemática hidráulica, de embrague y desembrague y de freno es prácticamente idéntica a la maquinilla de proa. La principal diferencia es la capacidad de almacenamiento (700m de cable frente a los 150m de cabo de proa) y la existencia de un almacenador que aduja el cable sobre el carretel.

Figura 8

Imagen de la cubierta de proa de trabajo, remolque portuario, VB Tenerife. Trabajo de campo

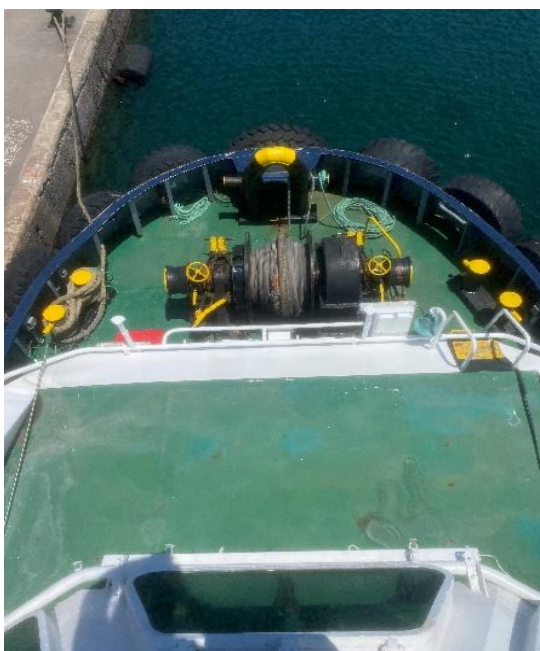
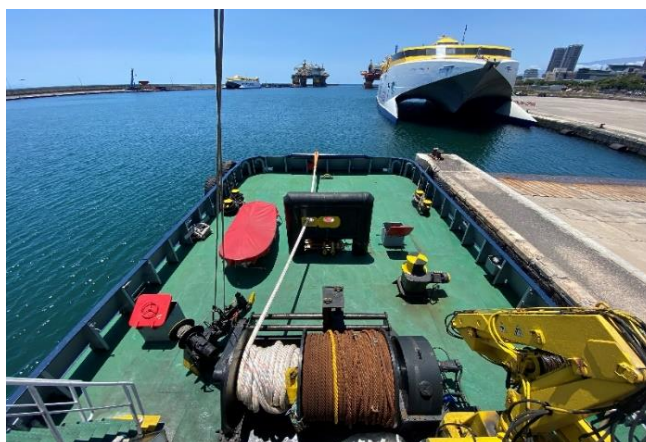


Figura 9

Imagen de la cubierta de popa, remolque con alambre, VB Tenerife. Trabajo de campo



Tal y como se ha mencionado con anterioridad, el sistema de cañones contraincendios “Fi-Fi”, tiene dispuesto en la cubierta magistral el elemento final, los monitores contraincendios. Estos orientan los chorros de agua hacia la dirección deseada, mediante un sistema de control *joystick* que se conecta mediante un cable a la centralita de control del sistema en el puente. Permitiendo la orientación y difusión del chorro a parte del control de valvulería.

Tabla 3. Características técnicas y constructivas VB Tenerife⁴. Elaboración propia

Características técnicas y constructivas VB Tenerife		
Identificación:	Clasificación:	Dimensiones:
-Nombre: VB Tenerife -MMSI: 224474000 -Código IMO: 9181429 -Distintivo de llamada: EATB	-Tipo: Remolcador -Remolcador contraincendios -Remolcador de puerto -Remolcador ASD	-Eslora total: 30.20m -Eslora entre pp.: 26.80m -Manga de trazado: 9.85m -Puntal construcción: 5.40m -Calado de trazado: 4.00m -Calado máximo: 5.40m -TRB: 375GT -Tiro: 52t
Propulsión:	Equipos auxiliares:	
<u>Máquina Principal:</u> -Número de motores: 2x MAK 8M20 -Tipo: motor de combustión interna diésel sobrealimentado KBB -Refrigeración: 2 circuito con intercambiador (dulce-salada) -Potencia: 1520HP @1000 -Nº de cilindros: 8-cyl. -Cilindrada: 75L <u>Equipo propulsor:</u> -2x propulsores azimutales Aquamaster	<u>Equipos Máquinas:</u> 2x Compresores de aire 2x Bombas hidráulicas de fuerza 2x Bombas hidráulicas de maniobra Generadores auxiliares: 2x Turbo diésel GUASCOR F-180 1500rpm 500 HP 1x Generador auxiliar de puerto MWM Diter D229 Bombas contraincendios: 2x Bombas elec. centrífugas contraincendios (Toma de mar)	<u>Equipos cubierta:</u> 1x Maquinilla de proa (remolque y fondeo) 1x Maquinilla de popa (remolque con cable) 1x Carretel eléctrico cabo virador 1x Gancho de remolque con zafa hidráulica 1x Chigre eléctrico de popa 1x Grúa de trabajo

⁴ Fuentes:

Manual de ajuste y montaje MWM Diter D229

Manual de uso y mantenimiento motores diésel Guascor F180/240

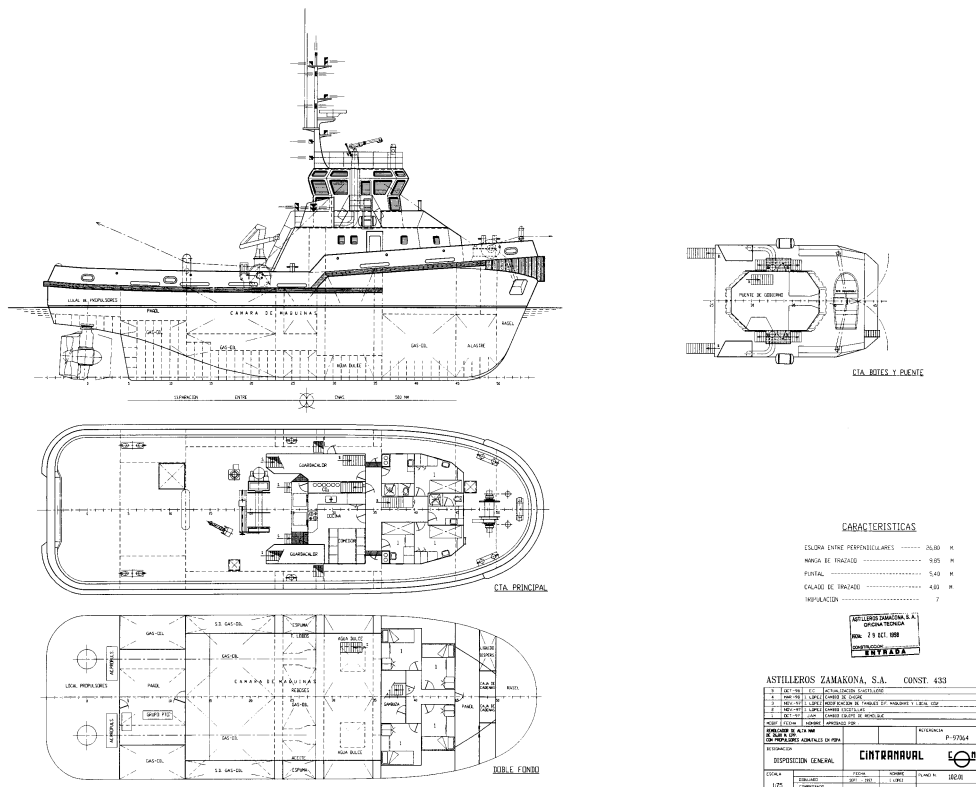
Planos de construcción de remolcador tipo Aquamaster 433/434/435/436 de Astilleros Zamakona

Tabla 4. Características de carga VB Tenerife⁵. Elaboración propia

Características de carga VB Tenerife:		
-Tanque vertical proa Br.: Líquido dispersante (5m ³)	-Tanque lateral popa Br.: GAS-OIL (23m ³)	-Tanque lateral máquinas Br.: Líquido espumógeno (6m ³)
-Tanque vertical proa Br.: GAS-OIL (52m ³)	-T. Servicio diario lateral popa Er.: GAS-OIL (16m ³)	-Tanque de reboses D. -Fondo máquinas Ctro.: GAS-OIL (11m ³)
-Tanque vertical proa Ctro.: Agua lastre (23m ³)	-T. Servicio diario lateral popa Br.: GAS-OIL (16m ³)	-Tanque doble fondo máquinas Er.: Aceite lubricante (4m ³)
-Tanque vertical proa Er.: GAS-OIL (52m ³)	-T. Doble fondo y lateral popa Er.: GAS-OIL (24m ³)	-Tanque doble fondo máquinas Br.: Lodos (4m ³)
-Tanque doble fondo popa Ctro.: GAS-OIL (18m ³)	-T. Doble fondo y lateral popa Br.: GAS-OIL (24m ³)	-T. doble fondo y lateral proa Er.: Agua dulce (28m ³)
-Tanque lateral popa Er.: GAS-OIL (23m ³)	-Tanque lateral máquinas Er.: Líquido espumógeno (6m ³)	-T. doble fondo y lateral proa Br.: Agua dulce (28m ³)

Figura 10:

Plano de diseño general del remolcador tipo ASD, VB Tenerife.



⁵ Fuentes:

Planos de construcción de remolcador tipo Aquamaster 433/434/435/436 de Astilleros Zamakona (s.f.)

3. Gobierno de los remolcadores

El trabajo se centra en la operativa de los dos remolcadores nombrados con anterioridad. Hay que tener en cuenta la diferencia de edad entre ambos remolcadores. Este hecho se refleja claramente en el sistema de gobierno, mucho más simplificado en el Boluda Don Blas. Ambos fueron diseñados para la mayor gobernabilidad posible y la respuesta lo más inmediata, teniendo en cuenta las limitaciones tecnológicas de la época. La gobernabilidad y limitaciones de este tipo de remolcadores viene muchas veces ligada directamente a la pericia y conocimiento del patrón. Un conocimiento práctico de las reacciones del remolcador en diferentes situaciones meteorológicas, tipo de buque a asistir, tipología de maniobra...facilitan mucho el trabajo de remolque, permitiendo llevar el remolcador a situaciones al límite de los parámetros constructivos.

Para obtener el máximo en cuánto a maniobrabilidad en un remolcador (o en cualquier tipo de buque) es necesario entender a la perfección el sistema de gobierno, los tiempos de reacción de la orden en el puente (tiempo que precisan las máquinas en alcanzar el régimen deseado o el tiempo necesario para el cambio de ángulo del timón), la respuesta del remolcador frente a las fuerzas ejercidas por el cabo de remolque, el efecto de succión-desplazamiento del buque asistido, la velocidad de las maniobras, las condiciones meteorológicas, incluso la profundidad de las zonas donde se realizan las maniobras, ya que se pueden llegar a producir pérdidas de fuerza en el equipo propulsor debido al efecto de vacío en los chorros de aspiración de las hélices.

Aspecto básico a tener en cuenta, es que los remolcadores son buques que se gobiernan a base de chorro de expulsión de los equipos propulsores, la carencia de una pala de timón, significa que, sin giro de hélice, el buque se vuelve ingobernable. Ya que las caídas son controladas por la orientación de los chorros. Por lo que se puede decir que los remolcadores no solo se pueden gobernar con la arrancada, tal y como se lleva a cabo en muchas ocasiones en los buques que disponen de pala de timón.

Debido a la complejidad intrínseca en el gobierno de los remolcadores, los cuales han de adaptarse a las circunstancias y exigencias, dentro de las posibilidades, de los buques a los que se les presta el servicio de remolque, es indispensable la correcta formación de los patronos. La formación de los profesionales de este sector supone un largo proceso de formación que comienza a bordo del remolcador. Siendo indispensable entrar en el sector como marinero de puente y máquinas, a partir de ahora; Mecamar, para progresivamente comenzar a coger los mandos del buque. Durante este proceso de aprendizaje es vital prestar cautelosa atención durante las maniobras, para identificar las reacciones del remolcador, del buque remolcado y la solución encontrada por el patrón.

Por otro lado, una vez capacitado para la realización de las maniobras como patrón, es necesario realizar maniobras de entreno a diario, las cuales se intensifican a la hora de entrar un nuevo remolcador a operar en puerto, ya que el futuro del mismo depende en parte del visto bueno de los señores prácticos del puerto. Ya que al fin y al cabo los remolcadores son algunas de las herramientas que pone a disposición la autoridad portuaria para los buques de tránsito. Jugando un rol importante en la elección de puerto de muchos capitanes.

3.1. Gobierno del Boluda Don Blas

En el caso del remolcador convencional, el Boluda Don Blas, se gobierna habitualmente con un mando para el control del paso y otro para el ángulo de timón, ubicados en ambos alerones del puente (Figura 11). Por otro lado, ubicada en la crujía del puente, se instala una rueda convencional, la cual se usa para navegaciones de larga distancia, ya que para una respuesta de timón de 5° se hacen necesarias 10 vueltas completas de rueda. Se trata de un buque con sistema de paso variable, lo que significa que inicialmente se establece el régimen de vueltas deseado (desde un mando neumático en el puente, el cual controla la inyección en la máquina), para luego trabajar exclusivamente con el paso de hélice.

Figura 11

Imagen del puente del Boluda Don Blas. Trabajo de campo



Nota: Observando a proa.

Los mecanismos de los mandos de paso y de timón, se basan en un sistema de control neumático, el cual envía la orden desde el puente a la sala de máquinas. En el caso del paso de la hélice, la señal neumática del puente es recibida por una bomba hidráulica, la cual actúa

un pistón alojado en el interior del eje, el mismo que ajusta el paso deseado en la hélice. En cuanto a la orden de timón, al igual que la de paso, es recibida por una bomba hidráulica, que mediante un sistema de piñones orientan el conjunto hélice-timón tobera.

El tiempo de respuesta de la orden de paso mínimo a máximo no excede de 3 segundos en hacerse efectiva en la hélice. Aun así, es fundamental tener en cuenta la arrancada del remolcador, el que precisa aproximadamente 3 esloras para pararse desde Todo Avante (haciendo uso de Todo Atrás).

Se puede decir, que el remolcador carece de velocidad mínima de gobierno, ya que a base de paladas avante y atrás se puede gobernar teniendo una velocidad lineal cercana a 0. El concepto de velocidad mínima de gobierno suele hacer referencia al gobierno de un buque gracias al timón, el cual precisa de un flujo constante de agua para que trabaje. Y en este caso, se trabaja mediante la orientación directa del chorro de propulsión proveniente directamente de la hélice.

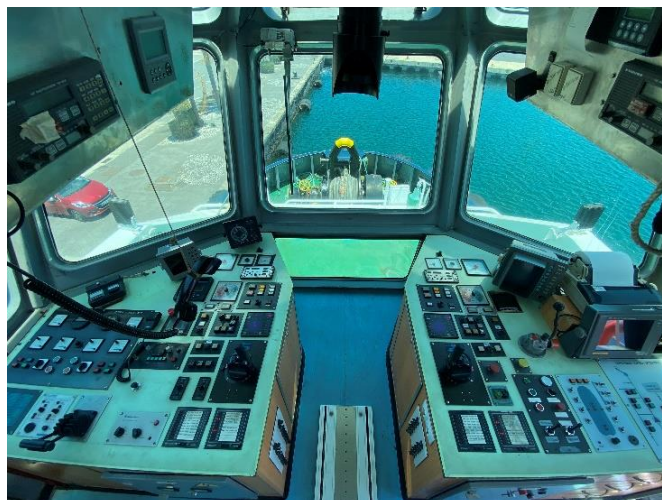
El conocimiento de estos tiempos, las sensaciones del patrón, son fundamentales para la operativa perfecta del remolcador, apurar las maniobras al límite, ya que en algunas circunstancias adversas es fundamental la rápida respuesta del remolcador. Estos tiempos son vitales para las aproximaciones del remolcador, para pasar a la posición de empuje.

3.2. Gobierno del VB Tenerife

A pesar de la edad de este remolcador (Año de botadura:1999), el sistema de gobierno es uno de los más extendidos en esta clase de buques hoy en día. Las dos plantas propulsoras son controladas desde el puente mediante dos joysticks, los cuales en un mismo mando combinan régimen de vueltas de las máquinas principales con el ángulo de timón (orientación de los chorros). Los mandos se ubican a ambos lados de la posición de gobierno (Figura 12), en la línea de crujía, teniendo el patrón una visión de 360º y controlando los mandos continuamente uno en cada mano.

Figura 12

Imagen del puente del VB Tenerife. Trabajo de campo



Nota: Observando a proa

Se trata de un sistema electrónico extremadamente sensible. En el puente, las órdenes dadas a través de ambos joysticks son traducidas a una señal electrónica de 24V, esta orden, llega al cuadro de control central de Aquamaster en la sala de máquinas. La señal eléctrica, por un lado, a través de unas electroválvulas es traducida a una señal neumática, que es la encargada del control de la inyección de los motores principales, aumentando el régimen de trabajo de las máquinas o reduciéndolo, que se traduce directamente a un mayor e menor régimen de vueltas de las hélices, ya que es un sistema de paso fijo.

La señal eléctrica restante corresponde a la orientación de los chorros, es decir, a la orientación del sistema azimutal de propulsión, al igual que la señal de régimen, llega a la unidad central de control de Aquamaster, ubicada en la sala de máquinas del VB Tenerife. En cambio, esta señal sigue su camino hasta la sala de propulsores, en la cual Aquamaster centraliza todos los accesorios para el correcto funcionamiento de las unidades propulsoras azimutales. Es aquí, en el local de propulsores donde la señal eléctrica a través de unas electroválvulas se convierte en señal hidráulica de control, la cual a su vez controla el flujo hidráulico de fuerza para la orientación de la unidad propulsora.

Las señales llegan de manera prácticamente instantánea a las unidades propulsoras al igual que a los motores principales. El sistema de propulsión azimutal necesita unos 6 segundos en realizar una vuelta entera de 360°, es importante tener en cuenta que dependiendo de la maniobra y las predicciones del patrón se suele trabajar en un rango de unos 90° de orientación de los chorros, lo que significa que las respuestas esperadas tardan unos 2 segundos aproximadamente. La respuesta del régimen de vueltas ronda alrededor de

unos 3-5 segundos, hay que tener en cuenta que se trata de motores diésel de grandes dimensiones, y que los acelerones no son bien tolerados por este tipo de maquinaria, pudiendo llegar a “ahogar” los motores. Es común trabajar con la orientación de los chorros a un régimen fijo de vueltas para evitar precisamente este tipo de problemas y ofrecer una respuesta lo más pronta posible a las exigencias propias de la maniobra.

En remolcadores con dos plantas propulsoras de tipo azimutal se puede afirmar la inexistencia de una velocidad mínima de gobierno, ya que desde el reposo total y de manera instantánea, sin la necesidad ni de un mínimo de velocidad, el remolcador es capaz de efectuar cualquier tipo de maniobra imaginable, desde una rotación 360° sin desplazarse del punto, un desplazamiento lateral, etc. La infinidad de posibilidades está únicamente limitada por la experiencia del patrón a bordo del remolcador.

4. Maniobras básicas de los remolcadores

Actualmente en los puertos españoles, como norma general, se intenta hacer uso exclusivo del equipo de remolque proporcionado por el remolcador. Esta circunstancia se ha extendido, por un lado, por la modernización de la flota, la cual almacena en la maquinilla de remolque el cabo necesario para la maniobra y por diferentes accidentes ocasionados por la rotura de los cabos entregados por parte de los buques remolcados al remolcador, desembocando en conflictos entre aseguradoras. Con el equipo de remolque propio del remolcador se evitan problemas burocráticos, complicaciones en la maniobra, la seguridad del personal en ambos lados y estandarizando las maniobras de remolque portuario.

4.1. Toma y largado de cabo

Para la realización de prácticamente cualquier maniobra de remolque portuaria normal, el remolcador tiene que hacerse firme con el cabo de remolque al buque al que se le presta servicio, previa petición por parte del práctico, el mismo que decide en qué punto y por qué banda del barco trabajará el remolcador. Se sigue un procedimiento bastante estandarizado, que en circunstancias excepcionales se ve alterado, momentos en los que la coordinación de la tripulación ha de ser perfecta.

El procedimiento estándar para hacer firme el remolcador al buque es el siguiente:

1. Aproximación del remolcador al buque.
2. Lanzamiento de sisga (Figura 13) del buque hacia el remolcador.
3. Entrega de “virador” (Figura 13) del remolcador, afirmándolo a la sisga.
4. Tomado de cabo de remolque mediante virador en cabirón del buque.
5. Cabo de remolque firme.

Este procedimiento se puede ver ligeramente modificado, dependiendo de las dificultades que puedan surgir en el momento de la maniobra. En algunas ocasiones, dependiendo del viento, puede ser más sencilla la entrega de la sisga por parte del remolcador. También se puede dar el caso de que el buque a asistir sea de pequeña eslora y las gateras no sean lo suficientemente grandes para el cabo de remolque y se proceda a trabajar con el cabo entregado por parte de la tripulación.

Figura 13

Imagen de las herramientas de trabajo Mecamar. Trabajo de campo



Nota: De Arriba hacia abajo: virador, sisga y rosiega.

Durante el proceso de hacer firme, se mantiene continuamente informado al práctico, ya que es el responsable final de la maniobra y todas las decisiones respecto a la maniobra tienen que ser aceptadas por el mismo.

Las dos posiciones básicas de trabajo para los remolcadores son la posición de tiro y la posición de empuje. En el caso de los remolcadores ASD, al igual que la gran mayoría de remolcadores modernos, la combinación de ambas posiciones de trabajo es facilitada por la presencia de la maquinilla de remolque, la que permite adujar el cabo rápidamente y pasar de la posición de tiro a la de empuje, o viceversa, en cuestión de pocos segundos. Además, el empuje con el cabo de remolque trabajando facilita el mantener la posición del remolcador en un punto concreto, ya que el cabo limita los movimientos del remolcador respecto al buque.

En este sentido el remolcador convencional se ve mucho más limitado, ya que la distancia de remolque es fija y no se puede alterar, impidiendo la combinación de ambas posiciones de trabajo de manera inmediata. En el caso del remolcador convencional el paso de la situación de tiro a la de empuje, se llevaría a cabo de la siguiente manera:

1. Remolcador convencional trabajando en posición de tiro, con cabo de remolque en el gancho de popa.
2. El remolcador alivia la tensión del cabo de remolque aproximándose ligeramente al buque.
3. La tripulación del buque desencapilla el cabo de remolque.
4. La tripulación del remolcador lleva por seno el cabo de remolque hasta unos pines ubicados en la aleta del remolcador para evitar que sea succionado por la hélice.
5. La tripulación del remolcador desencapilla el cabo del gancho y el carretel comienza a virar.
6. El remolcador se aproxima de proa al buque y comienza a trabajar en posición de empuje.

Como se puede apreciar, el tiempo de cambio de posición de un tipo de remolcador respecto al otro es muy diferente, obligando a todos los agentes involucrados en una maniobra con remolcador convencional a adelantarse de manera notable a los acontecimientos, ante la imposibilidad de volver a la posición de tiro de forma inmediata. Como, por ejemplo, cuando en el momento final de un atraque abarloado al muelle es interesante frenar la arrancada generada por el empuje del remolcador con un tirón. En el caso del remolcador convencional el práctico ha de cerciorarse en no excederse de arrancada lateral, la cual no podrá ser reducida por parte del remolcador convencional en el instante final.

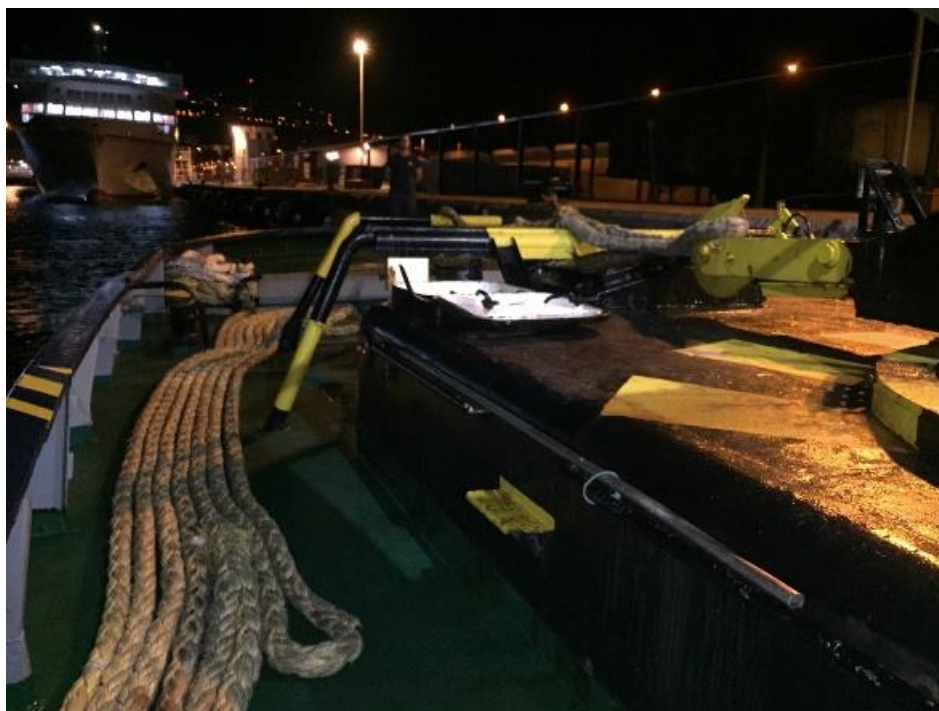
Figura 14

Imagen del cabo de remolque estibado en maquinilla. Trabajo de campo



Figura 15

Imagen del cabo de remolque estirado en cubierta. Trabajo de campo



Nota: preparado para maniobra, Boluda Don Blas (Remolcador convencional).

Es fundamental que las tripulaciones de los buques que reciben asistencia de remolcadores distingan si están siendo asistidos por un remolcador convencional (Figura 15) o por un remolcador moderno (Figura 14). En los remolcadores convencionales las maniobras de largado de cabo son especialmente sensibles, ya que, si la velocidad del buque es muy elevada o la marinería no lasca el cabo rápidamente, la tensión generada por el rozamiento del cabo con el agua complica mucho la situación a bordo del remolcador para conseguir desencapillar y cobrar el cabo. En cambio, los remolcadores modernos trabajan de forma opuesta, ya que el cabo se almacena en la maquinilla, lo interesante por parte de la tripulación del buque es que después del desencapillado del cabo de remolque lasquen moderadamente el cabo de remolque haciendo uso del virador con dos vueltas en la bita.

A continuación, se procede a analizar las maniobras de “Toma de cabo” (Tablas 5 y 7) y “Largado de cabo” (Tablas 6 y 8) desde ambas perspectivas: remolcador y buque asistido y con los dos tipos de remolcador, con las características propias de cada uno.

Tabla 5. Toma de cabo remolcador tipo ASD. Elaboración propia

Toma de cabo remolcador tipo ASD		
MOMENTO	PROCEDIMIENTO	
	REMOLCADOR	BUQUE ASISTIDO
PREPARATIVOS	1. Bichero y virador bien adujado 2. Rosiega en caso de que la sisga caiga al agua 3. Virador extra en buque de gran francobordo	1. Sisga preparada y firme 2. Bosa preparada en la bita indicada 3. Virador extra en caso de cabirón lejano
INICIO MANIOBRA	1. Comunicación con el práctico 2. Elección de bita de trabajo	1. Capitán y practico deciden 2. Tripulación preparada
ENTREGA CABO	1. Aproximación del remolcador 2. Mecamar listo con bichero 3. Recepción sisga y entrega virador 4. Supervisión lascado virador 5. Supervisión lascado cabo	1. Reducción de velocidad 2. Lanzamiento sisga 3. Cobrado de sisga y recuperación virador 4. Cobrado de virador en cabirón 5. Abosado cabo de remolque
CABO FIRME	1. Verificación de cabo firme 2. Cubierta remolcador despejada	1. Encapillado y señal de firme 2. Zona "snap back" bita de trabajo despejada

Tabla 6. Largado de cabo remolcador tipo ASD. Elaboración propia

Largado de cabo remolcador tipo ASD		
MOMENTO	PROCEDIMIENTO	
	REMOLCADOR	BUQUE ASISTIDO
PREPARATIVOS	1. Cubierta despejada para el rápido adujado del virador	1. Bosa preparada para poder descargar tensión cabo
INICIO MANIOBRA	1. Orden largado práctico 2. Aproximación de remolcador a gatera liberando tensión cabo	1. Capitán y practico deciden 2. Tripulación preparada, virador pasado por cabirón.
DESENCAPILLADO	1. Aproximación del remolcador 2. Mecamar listo en zona maquinilla 3. Verificación señal desencapillado	1. Descargar cabo en virador 2. Abosado cabo para liberar tensión gaza 3. Desencapillado 4. Señal de desencapillado
CABO A BORDO DEL REMOLCADOR	1. Mecamar supervisando el virado del cabo en maquinilla. 2. Virado cabo 3. Adujado manual virador en cubierta 4. Señal fin de maniobra	1. Lascado progresivo con vueltas en bita. 2. Largado virador

Tabla 7. Toma de cabo remolcador convencional. Elaboración propia

Toma de cabo remolcador convencional		
MOMENTO	PROCEDIMIENTO	
	REMOLCADOR	BUQUE ASISTIDO
PREPARATIVOS	1.Cabo de remolque estirado en cubierta. 2.Cabo de remolque encapillado 3.Gancho en posición de freno 4.Bichero y virador bien adujado 5.Rosiega en caso de que la sisga caiga al agua 6.Virador extra en buque de gran francobordo	1.Sisga preparada y firme 2.Bosa preparada en la bita indicada 3.Virador extra en caso de cabirón lejano
INICIO MANIOBRA	1.Comunicación con el práctico 2.Elección de bita de trabajo	1. Capitán y practico deciden 2.Tripulación preparada
ENTREGA CABO	1.Aproximación del remolcador 2.Mecamar listo con bichero, jefe de máquinas en stand-by en cubierta. 3.Recepción sisga y entrega virador 4.Supervisión entrega virador 5.Frenado cabo sobre regala y supervisión lascado cabo (con asistencia jefe de máquinas) 6.Desfrenado gancho de remolque	1.Reducción de la velocidad 2.Lanzamiento sisga 3.Cobrado de sisga y recuperación virador 4.Cobrado de virador en cabirón 5.Abosado cabo de remolque
CABO FIRME	1.Verificación de cabo firme 2.Cubierta remolcador despejada	1.Encapillado y señal de firme 2.Zona “ <i>snap back</i> ” bita de trabajo despejada

Tabla 8. *Largado de cabo remolcador convencional. Elaboración propia*

Largado de cabo remolcador convencional		
MOMENTO	PROCEDIMIENTO	
	REMOLCADOR	BUQUE ASISTIDO
PREPARATIVOS	1.Cubierta despejada para el rápido adujado del virador 2.Pines de regala preparados	1.Bosa preparada para poder descargar tensión cabo
INICIO MANIOBRA	1.Orden largado práctico 2.Aproximación de remolcador a gatera liberando tensión cabo	1. Capitán y practico deciden 2.Tripulación preparada, virador pasado por cabirón.
DESENCAPILLADO	1.Aproximación del remolcador 2.Mecamar y jefe de máquinas listos en zona gancho. 3.Guiado de cabo hasta la aleta 4.Colocación de pines 5.Verificación señal desencapillado 6.Frenado del gancho de remolque 6.Afirmado de cabo en carretel 7.Desencapillado de cabo del gancho	1.Descargar cabo en virador 2.Abosado cabo para liberar tensión gaza 3.Desencapillado 4.Señal de desencapillado
CABO A BORDO DEL REMOLCADOR	1.Mecamar y jefe supervisando el virado del cabo en el carretel. 2.Virado cabo 3.Adujado manual virador en cubierta 4.Señal fin de maniobra	1.Lascado rápido sin tensión en el virador 2.Largado virador

4.2. Aproximaciones remolcador-buque

La aproximación del remolcador al buque es uno de los momentos más críticos de la maniobra, pero a pesar de ello uno de los más importantes, ya que es indispensable a la hora de tomar y largar el cabo además de la transición a posición de empuje.

En este momento crítico es indispensable la correcta comunicación entre buque asistido y remolcador, ya que, por ejemplo, una caída hacia una u otra banda por parte del buque sin comunicación previa supondría un cambio repentino en las posiciones relativas entre ambos buques que podría incluso dar lugar a un abordaje. También los cambios

repentinos de velocidad sin la coordinación correcta podrían dar lugar a complicaciones. Al fin y al cabo, las maniobras con asistencia de remolcador son una especie de baile en pareja.

Durante diversos instantes de la maniobra, cuanto menor sea la distancia entre ambos buques más simplificada se verá la maniobra. Aun así, nunca interesa que queden abarloados remolcador y buque, porque desde esta posición (dependiendo de la velocidad del buque, la posición del cabo y el efecto de succión generado por el agua desplazada por el casco buque) puede ser muy complicado volverse a separar, especialmente con los remolcadores convencionales o los remolcadores tipo ASD navegando avante.

Dependiendo del tipo de remolcador se plantean las aproximaciones de diferente manera. Lo fundamental de este tipo de maniobras es facilitar al máximo la maniobra al buque y tripulaciones, por lo que hay que tener en cuenta diversos factores como pueden ser, la posición de tiro del cabo, la velocidad del buque, las condiciones marítimas, el planteamiento de la maniobra por parte del práctico, el escape en caso de emergencia, etc.

Se comienza con las aproximaciones en remolcador convencional, cuyo abanico se ve reducido respecto a los diferentes planteamientos posibles con los remolcadores de tipo ASD. Intentando estructurar las diferentes posibilidades usando como referencia la posición de la bita del buque sobre la que se trabajará.

- ***Aproximaciones con remolcador convencional***

Las aproximaciones con remolcador convencional, siempre que el buque a asistir tenga arrancada, se hará navegando en el sentido habitual, de proa, ya que las cualidades marineras de los remolcadores convencionales navegando atrás no son muy destacables. Como ya se ha comentado con anterioridad, el gancho de remolque está ubicado a media eslora, diseñado para trabajar en ángulos de hasta 60° respecto a la línea de crujía, desde la popa al través.

El cabo de remolque, preparado para las maniobras, se ubica estirado en cubierta y dependiendo del tipo de aproximación se preparará de diferente manera y en diferentes zonas de la cubierta.

Hay que tener en cuenta que en la época en la que trabajaban este tipo de remolcadores se solía trabajar frecuentemente con los cabos entregados por parte de los buques, lo cual facilitaba mucho la maniobra en el remolcador.

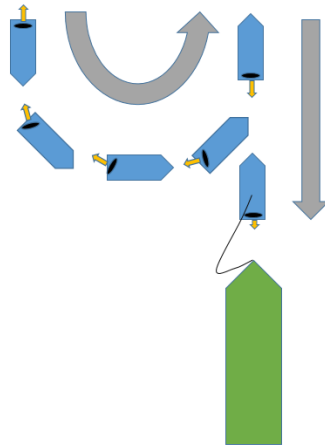
○ *Aproximación proa-centro*

La aproximación por la zona proa-centro del buque se emplea cuando se hace necesario trabajar hacia ambas bandas con el cabo de remolque. Las dos maniobras más frecuentes para llegar a esta situación son las siguientes (Figuras 16 y 17):

1. Realizar un reviro a la proa del buque para ubicarse en la crujía del mismo y posteriormente reducir la velocidad hasta ubicar la popa del remolcador a pocos metros del propio bulbo del buque

Figura 16

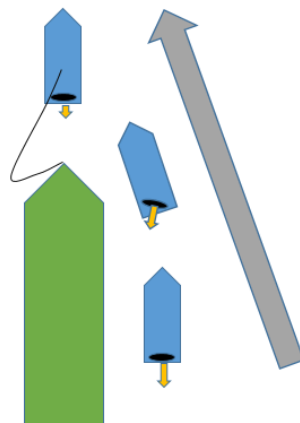
Aproximación proa-centro de remolcador convencional con reviro. Elaboración propia



2. Navegar en paralelo al buque para poco a poco ir adelantándolo y ubicarse en su crujía.

Figura 17

Aproximación proa-centro de remolcador convencional por alcance. Elaboración propia



A la hora de entregar el cabo en esta posición es absolutamente necesario ubicarse a pocos metros de la proa del buque para que el cabo del remolcador llegue a la bita sin tocar el agua, ya que en caso de que el cabo toque y exista un rozamiento excesivo se corre el riesgo de que todo el cabo se escape por la regala. El riesgo que se corre si todo el cabo de remolque se escapa, es que se enrede en alguna zona del buque. La posición de adujado del cabo en cubierta es de banda a banda, a popa del gancho de remolque y en perpendicular a la línea de crujía.

En esta maniobra el Mecamar trabaja en la zona de popa, supervisando que el cabo salga del remolcador correctamente y si es posible en alguna ocasión frenar la salida del cabo.

Una vez listos para trabajar con el cabo hay que prestar especial atención al seno generado por el cabo de remolque, intentando en los momentos de stand-y que el mismo sea prácticamente nulo y que el al cambiar de una banda a otra no quede el seno en la zona del bulbo.

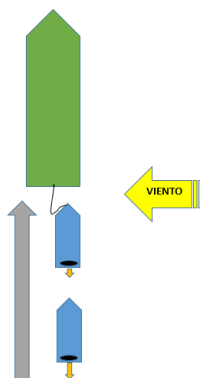
- *Aproximación popa-centro*

Esta posición de trabajo es comúnmente empleada para frenar el buque evitando caídas de la popa hacia una u otra banda. Se alcanzará el buque con la banda de sotavento del remolcador en línea con la crujía o incluso un poco más a barlovento de la misma, para que en caso de que el cabo se vaya en banda, caiga al agua y se aleje de la hélice del remolcador. El cabo de remolque irá adujado en la banda de sotavento, longitudinalmente (Figura 18).

En caso de que la intención sea el frenado del buque colgando el remolcador por popa, se afirmarían el seno del cabo de remolque al fraile de proa y el remolcador trabajaría con máquina atrás, pudiendo en velocidades reducidas largar el cabo del fraile y comenzar a trabajar con el gancho de remolque.

Figura 18

Aproximación popa-centro de remolcador convencional por alcance. Elaboración propia



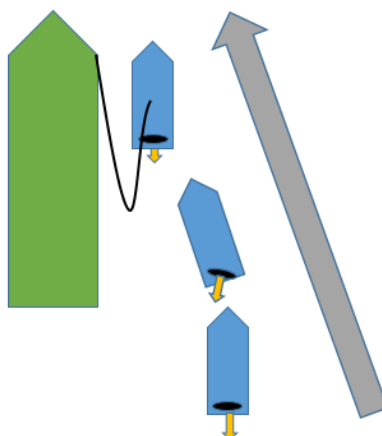
- *Aproximación amura*

La aproximación por la amura (Figura 19) se suele emplear en buques sin hélice de proa o para la realización de reviros en los que simultáneamente interesa la frenada del buque, ya que en caso de trabajar en posición de *spring* se consigue una reducción significativa de la velocidad del buque, al igual que un aumento del efecto del remolcador para la realización del reviro.

La aproximación se realiza navegando en paralelo hasta ubicarse a una distancia segura, la cual permita al patrón alejarse del buque en caso de que el mismo cambie de rumbo, pero no excesiva, para evitar un exceso de seno del cabo y que pueda tocar el agua. Es interesante mantener la gatera del buque a la altura del alerón del remolcador, para que el cabo salga por la regala llamando hacia proa y no sea necesario un frenado excesivo del mismo para evitar que toque el agua.

Figura 19

Aproximación amura de remolcador convencional por alcance. Elaboración propia



El cabo irá inicialmente adujado en la banda opuesta del remolcador, es decir, si se trabaja en la amura de babor del buque mercante, el cabo estará localizado en la banda de estribor del remolcador o viceversa.

- *Aproximación aleta*

Comúnmente se emplea esta posición para el trabajo con dos remolcadores o para los buques que disponen de hélice de proa. La aproximación se puede hacer alcanzando al buque por la popa (Figura 21) o realizando una navegación en paralelo para posteriormente ir reduciendo velocidad hasta ubicarse en la zona de la aleta (Figura 20). La dinámica de trabajo

es prácticamente idéntica a la aproximación por la amura, diferenciando que el cabo se entrega intentando mantener la gatera de la aleta a la altura del alerón del remolcador. Hay que prestar especial atención en todo momento al cabo del remolque, ya que, si el buque realiza caídas muy marcadas, podría existir el riesgo de que el cabo de remolque sea absorbido por la hélice debido a la reducción de distancia entre ambos buques. En caso de que se de este tipo de situación la reacción del remolcador ha de ser inmediata y alejarse del buque para separar el cabo de la zona de los finos de popa del buque.

Figura 20

Aproximación aleta de remolcador convencional navegando en paralelo y reduciendo velocidad.

Elaboración propia

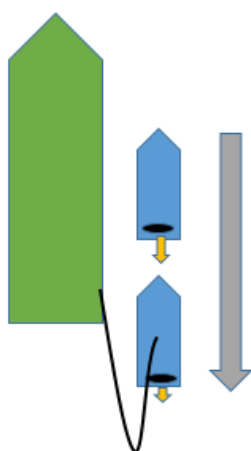
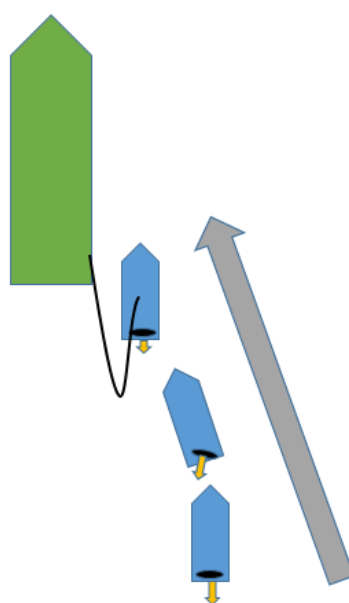


Figura 21

Aproximación aleta de remolcador convencional por alcance. Elaboración propia



- ***Aproximaciones con remolcador tipo ASD***

El abanico de posibilidades de maniobra con los remolcadores tipo ASD se ve infinitamente incrementado respecto a los remolcadores convencionales. Los ángulos de aproximación, la reducción de distancias, la reactividad y reacción del remolcador en sí permiten infinidad de maniobras.

Por un lado, la seguridad del personal de a bordo se ve drásticamente incrementada, ya que el tiempo en cubierta durante la maniobra es el mínimo. También la carga de trabajo en cuanto a preparativos de maniobra, desplazamiento de cargas, el adujado de cabos...hacen que solo sea necesaria la presencia del Mecamar en cubierta, lo que permite la presencia mínima de dos tripulantes en el puente durante la maniobra.

Por otro lado, la maniobra a bordo del buque remolcado se ve simplificada, ya que las opciones ofrecidas por parte del remolcador son mayores, además existe la posibilidad de correcciones de tiro y empuje prácticamente simultáneas. Al igual que posiciones de tiro a diferentes distancias debido a la posibilidad de ajuste del cabo de remolque durante la maniobra.

No se puede olvidar que los remolcadores tipo ASD también permiten las maniobras tipo *escort* (“escolta” en español) a velocidades relativamente altas, haciendo uso de posiciones de tiro indirectas para aprovechar la resistencia ofrecida por el desplazamiento producido por el casco al buscar flujos próximos al través del buque, que en caso de emergencia debido a un exceso de escora se puede solucionar rápidamente con el largado del cabo de remolque o con una reducción de régimen de máquina, consiguiendo que el remolcador quede automáticamente alineado con el cabo de remolque y recuperando la posición de adrizado. Esta situación sería muy arriesgada con remolcadores convencionales, debido a la posición del punto de fuerza ejercido por el cabo de remolque (que tiende al través, no a la proa como los remolcadores tipo ASD), pudiendo llegar a zozobrar en caso de un exceso de velocidad del buque remolcado. Ya que el remolcador convencional quedaría perpendicular al cabo de remolque.

- *Aproximación proa-centro*

La finalidad de dar el cabo en esta zona del buque es la posibilidad de poder trabajar tanto en posición de tiro como de empuje por ambas bandas del buque. Hay que prestar especial atención a posibles obstáculos que puedan acabar próximos al cabo de remolque, cuando se pase a posición de empuje, como pueden ser, los escobenes o las propias anclas.

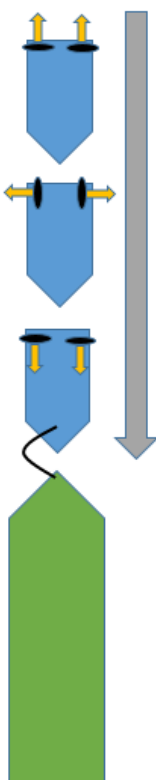
La solución más rápida y efectiva para acabar posicionado con el remolcador a proa-centro del buque, sería buscar la situación de vuelta encontrada, para posteriormente ir

ajustando la velocidad atrás del remolcador y acabar con la proa próxima al bulbo y en línea con el buque (Figura 22). Cuanto más cercanamente se posiciona el remolcador respecto al buque, más fácil será la maniobra de tomar el cabo para las tripulaciones de ambos buques.

Figura 22

Aproximación proa-centro de vuelta encontrada navegando de popa con remolcador tipo ASD.

Elaboración propia



- *Aproximación popa-centro*

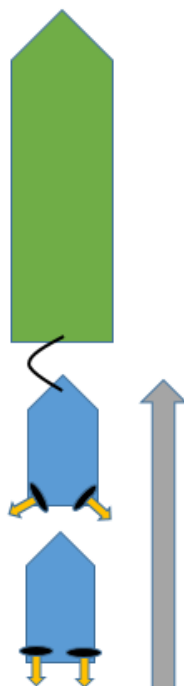
Posición de trabajo especialmente indicada para las operaciones de asistencia *escort* en canales angostos, ya que permite trabajar en posición de tiro a ambas bandas de manera sencilla.

Se trata una de las aproximaciones más sencillas y seguras que se pueden efectuar, ya que para llegar a la posición simplemente se debe llegar alcanzando al buque, buscar la crujía y ajustar la velocidad (Figura 23). Se recomienda trabajar con régimen alto de máquinas

y con los chorros de los propulsores azimutales enfrentados para buscar la estabilidad dentro de las turbulencias generadas por la hélice y el timón del buque.

Figura 23

Aproximación popa-centro por alcance con remolcador tipo ASD. Elaboración propia



También la toma de cabo se ve simplificada, ya que se trabaja directamente sobre la maquinilla del remolcador, no como en los convencionales en los cuales hay que afirmar el seno del cabo de remolque al fraile de proa.

- *Aproximación amura*

Esta posición de trabajo es muy frecuentemente empleada para reviros en posición de tiro y a continuación, una vez paralelo al muelle destinado al atraque al buque se procederá a empujar. Recordar que es una buena posición de trabajo para trabajar con el cabo buscando ángulos de cabo cercanos a la posición de *spring*, combinando el efecto de la caída de proa con la reducción de arrancada. No se suele trabajar en esta posición en buques con hélice de proa. Cuando existe la presencia de un remolcador en amura, suele estar combinando la maniobra con otro remolcador en la aleta de la misma banda. Efectuando durante el reviro uno trabajo de empuje y otro trabajo de tiro para incrementar al máximo la curva evolutiva dibujada por el buque asistido.

Al tratarse de remolcadores con cualidades marineras navegando tanto de proa, como de popa o incluso de través (desplazamiento lateral, pero limitado a velocidades de trabajo reducidas en esta navegación) las aproximaciones pueden plantearse de diferente manera.

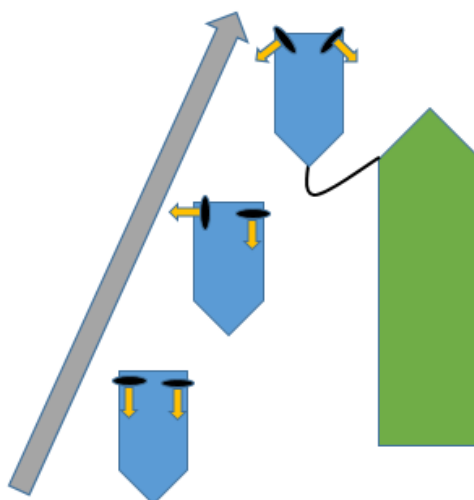
-Navegando de popa

Habitualmente se llega a la zona de la amura navegando en paralelo al buque a asistir. Se busca el paralelismo, se igualan las velocidades y se procede a la aproximación. Interesa posicionarse con la vita central del remolcador levemente adelantado a la gatera con la que se procederá a trabajar (Figura 24).

La maniobrabilidad del remolcador navegando de popa se vuelve algo más agresiva, pero teniendo la ventaja de que, en caso de acabar abarloado al buque, el desabarloado del mismo se ve facilitado navegando de popa. Ya que se puede combinar el efecto de desplazamiento lateral con una caída de popa hacia afuera, reduciendo el efecto de la caída de proa hacia la banda contraria (banda del buque) y por la forma redondeada de proa, el remolcador podrá despegarse sin apreciar ningún efecto el buque.

Figura 24

Aproximación amura navegando de popa con remolcador tipo ASD. Elaboración propia



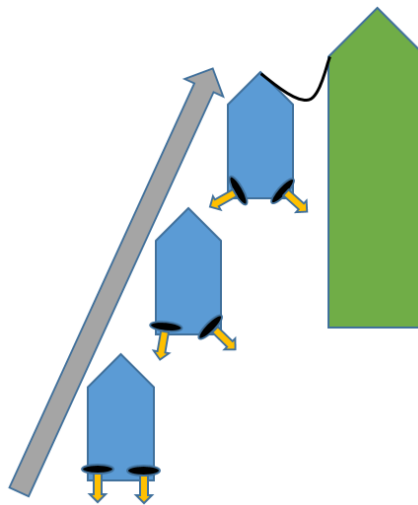
La desventaja principal es que en caso de fallo de máquinas en el remolcador y que no haya tiempo suficiente para un largado de emergencia, el remolcador revirará violentamente sobre el cabo y se abarloadrá fuertemente sobre el costado del buque.

-Navegando de proa

Navegando de proa el proceso de aproximación se simplifica. El proceso de aproximación es el mismo que navegando de popa (Figura 25). Difiere en el hecho de que el remolcador se aproximará a popa de la gatera que se usará para trabajar. Las desventajas principales son que la distancia de aproximación no se puede ver tan reducida como navegando de popa, ya que, en caso de quedar abarloado al buque, a altas velocidades, donde los desplazamientos laterales no se pueden combinar con el desplazamiento a proa. Haciéndose necesario hacer cabeza con la zona de proa del remolcador sobre el costado del buque, para separar la popa y ganar cancha para poder despegar la proa, ya que la popa volverá a aproximarse. Este hecho puede afectar a la trayectoria deseada por el buque, ya que se hace necesario apoyar ligeramente el remolcador al buque. Otro punto negativo es que, en caso de caída del cabo al agua por algún error a bordo del buque, el mismo acabará debajo del remolcador, corriendo el riesgo de quedar atascado en el equipo propulsor.

Figura 25

Aproximación amura navegando de proa con remolcador tipo ASD. Elaboración propia



- *Aproximación aleta*

Es la posición de trabajo más habitual, ya que, en algunas zonas de atraque angostas, los buques que carecen de sistemas propulsores transversales a popa, pueden verse afectados negativamente por el efecto producido por la hélice, pudiendo el remolcador desplazar la popa al punto deseado.

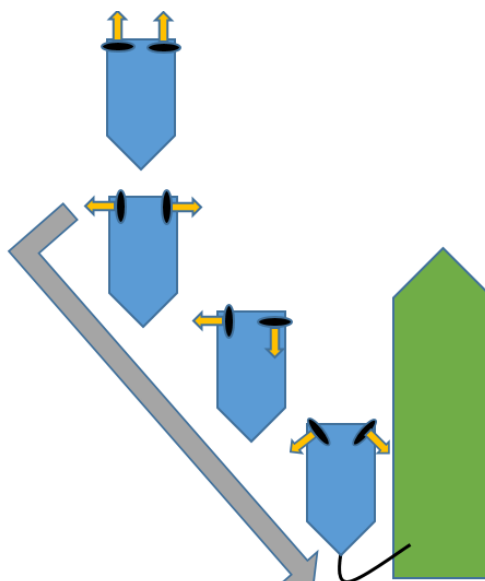
-Navegando de popa

La manera más sencilla para llegar a esta posición es buscar el buque de vuelta encontrada e ir reduciendo la velocidad a la altura de la proa del mismo y comenzar a navegar atrás, ubicándonos finalmente a proa de la gatera con la que se trabajará (Figura 26).

Figura 26

Aproximación aleta de vuelta encontrada para proseguir navegando de popa con remolcador tipo ASD.

Elaboración propia



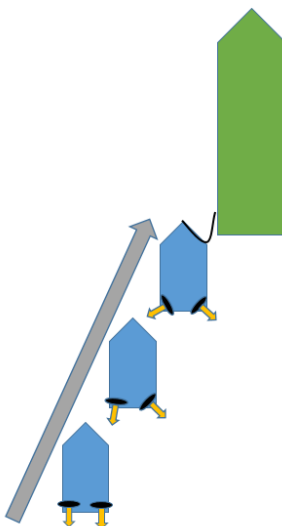
En esta posición se apreciarán más las ventajas de la navegación de popa con los remolcadores de tipo ASD. Las caídas de la popa del buque asistido serán solventadas de manera inmediata, evitando el riesgo de quedar bajo los finos del mismo.

-Navegando de proa

La aproximación se verá simplificada, se llega a la posición deseada alcanzando al buque a asistir. El remolcador se ubicará ligeramente a popa de la gatera de trabajo (Figura 27). Al igual que en las aproximaciones por la amura navegando de proa, en caso de quedar abarloado, el despegarse del buque asistido se basa en un cabeceo de la proa sobre el costado. Esta maniobra se ve complicada debido a la forma del casco en la zona de la aleta de los buques. Pudiendo incluso quedar la cubierta de popa del remolcador bajo los finos del buque, corriendo riesgo de grave avería, pudiendo alcanzar el timón o la hélice del buque. A parte del cabeceo de proa para desabarloadarse, se puede escapar por popa teniendo cuidado de no acabar en la situación anteriormente nombrada.

Figura 27

Aproximación aleta por alcance navegando de proa con remolcador tipo ASD. Elaboración propia



5. Supuesto de maniobra con asistencia de un remolcador.

Para finalizar, se analiza el procedimiento completo, de manera genérica, de cómo se realizará el mismo tipo de maniobra con un remolcador convencional y como se realizaría con un remolcador tipo ASD. Hay que tener en cuenta que, dependiendo de las condiciones meteorológicas, las características del buque, tales como forma del casco, ubicación de gateras...la maniobra se plantea desde diferentes perspectivas. Debido a ello se intenta simplificar al máximo el caso y en un supuesto de condiciones ideales. Definiendo condiciones ideales como:

- Mar de fondo nula
- Calma (inexistencia de viento)
- Gateras perfectamente ubicadas
- Casco sin obstáculos para el apoyo del remolcador.

Se analiza una maniobra de entrada con reviro inicial, empuje y atraque final y una maniobra de salida con desatraque, reviro y largado de cabo. Ambas maniobras son analizadas con los dos tipos de remolcador que se han tratado a lo largo del documento. Como zona de atraque para el ejemplo se emplea el muelle de ribera del Puerto de Santa Cruz de la Palma y como buque a asistir el portacontenedores de pequeña eslora del Grupo Boluda, el Verónica B.

5.1. Buque portacontenedores y posición de atraque para el caso práctico.

A continuación, especificamos las características principales del buque a asistir y el muelle para el atraque empleado para el caso práctico de maniobra con remolcador.

- **Buque portacontenedores**

El buque para el caso práctico, el Verónica B, es un habitual de los puertos canarios, el buque se dedica al cabotaje de transporte de mercancías alrededor de puertos de toda España. Se trata de un buque habituado a las maniobras con remolcador, factor que facilita mucho el procedimiento de la maniobra completa del remolcador, especialmente porque la marinería y oficialía conocen los procedimientos de trabajo con asistencia de remolcadores.

Tabla 9. Características constructivas Verónica B (Fernández, 2016)⁶. Elaboración propia

Características constructivas Verónica B		
Identificación:	Clasificación y Propulsión:	Dimensiones:
-Número IMO: 9348625	-Buque portacontenedores	-Eslora total: 159.8 m
-Número oficial (NIB): 319519	-Motor principal: WARTSILA - 10.395	-Eslora entre perpendiculares: 143 m
-Identificativo de llamada: CQNP	-Hélice de proa: 2 x 650 H.P	-Manga: 24.8 m
-MMSI: 255803950	-Velocidad: 18 nudos	-Puntal: 14 m
-Bandera: Portugal		-Calado de verano: 9.50 m
		-Calado aéreo: 42.5 m (desde la quilla)
		-Dsplz.: 24.498,90 MT
		-Peso muerto: 18.213,68 MT

- **Posición de atraque en muelle**

El puerto seleccionado para el ejemplo práctico es el puerto isleño de Santa Cruz de La Palma (Tabla 9), un Puerto del Estado gestionado por Puertos de Tenerife. La mayoría del tráfico presente es el de los ferries de transporte de pasajeros y carga rodada. También recalán gaseros, quimiqueros y multitud de cruceros en temporada. La cancha de maniobra es bastante amplia incluso con el puerto al 100% de ocupación, las condiciones

⁶ Fuente: Fernández, M. (2016). *Estiba y trincaje del buque portacontenedores Verónica B*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de La Laguna].

meteorológicas vienen marcadas por un acentuado alisio y una gran mar de fondo en el interior de las instalaciones portuarias, que ha llevado incluso a la construcción de barreras tipo esclusa en el muelle deportivo para evitar el rebote del oleaje.

Tabla 10. Características del puerto de Santa Cruz de la Palma⁷. Elaboración propia

Características del puerto de Santa Cruz de la Palma			
ORIENTACIÓN: SO			
CALADO BOCANA DE ENTRADA: 40 metros (B.M.W.E)			
NOMBRE	LONGITUD	CALADO	USO
Primera Alineación. DIQUE ESTE	197 m	8 m	Polivalente
Segunda Alineación. DIQUE ESTE	235 m	10 m	Polivalente
Tercera Alineación. DIQUE ESTE	315 m	12/14 m	Polivalente
Pantalán	143 m	9 m	Polivalente
Muelle Polivalente	412 m	9/12 m	Contenedores
Muelle de Ribera	162 m	6 m	
Deportiva	394 m	6 m	Deportivo
Dársena Pesquera	299 m	2 m	Pesquero
TOTAL	2157 METROS		

5.2. Maniobra con remolcador convencional

Hay que tener en cuenta que, al maniobrar con remolcadores convencionales, la velocidad del buque ha de ser inferior a la empleada con remolcadores más modernos con propulsores azimutales. Por otro lado, la planificación de la maniobra está más acotada, no pudiendo realizar tantos cambios de posición del remolcador y difícilmente se puede transitar de posición de tiro a empuje, por lo que, en una misma maniobra, se intentará pasar de la posición de tiro a la de empuje, teniendo en cuenta que volver a la posición de tiro de nuevo llevaría varios minutos.

Comenzamos analizando una maniobra de entrada con reviro para su posterior atraque y a continuación, el procedimiento de una maniobra de salida realizando un tirón para acabar enfilando a la bocana.

⁷ Fuente: Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, Características técnicas de los puertos (s.f.)

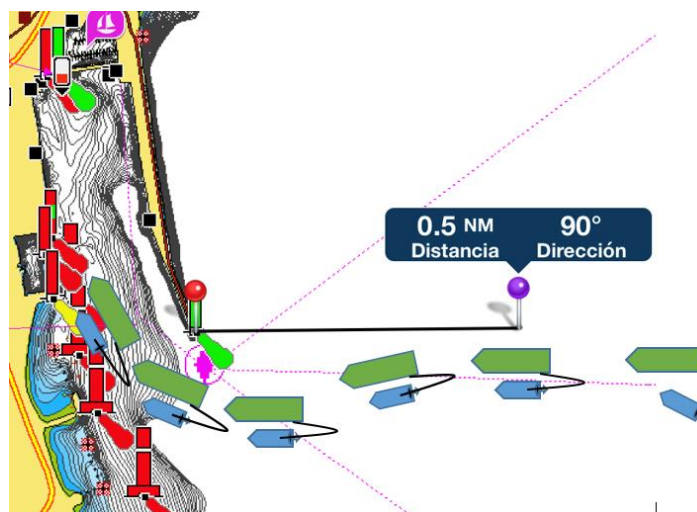
- **Entrada con revido/atraque con remolcador convencional**

En las maniobras de entrada con asistencia de remolcador, se debe tomar el cabo con relativa antelación. Para que en caso de incidente que se pueda volver a intentar la toma de cabo y evitar que el buque entre libre en las instalaciones portuarias. Dependiendo mucho del puerto y las condiciones marítimas se dará el cabo sin abrigo o ya al soco de algún dique.

En el caso analizado, en el Puerto de Santa Cruz de La Palma, tradicionalmente el cabo esta firme a aproximadamente media milla al este de la marca lateral verde de la bocana del puerto, por lo que la aproximación remolcador-buque se realizara a aproximadamente una milla. En este caso en particular se realiza un revido hacia estribor, por lo que el remolcador se hace firme en la aleta de babor y acompaña al buque con el cabo en banda hasta la entrada de puerto. Con el remolcador convencional hay que prestar especial atención a las caídas de la popa del buque, ya que cuando no se está trabajando, el cabo en banda va arrastrado por la superficie. Aquí en concreto se presta especial atención a la caída a estribor que efectúa el Verónica B para entrar en puerto (Figura 28).

Figura 28

Aproximación, toma de cabo y entrada a puerto de remolcador acompañando a buque portacontenedores. Fuente: Imagen modificada de Navionics

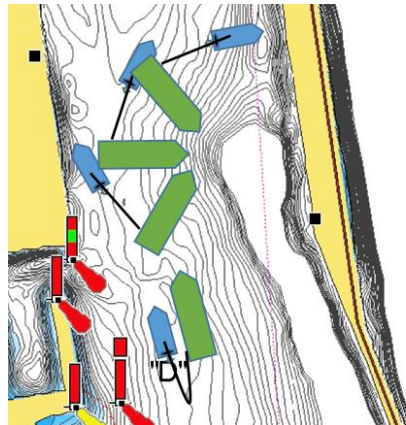


Dentro de las instalaciones portuarias el buque reducirá la velocidad a prácticamente la mínima de gobierno. A la altura de la marca lateral de canal principal a estribor que delimita la entrada de la dársena de pesca, el remolcador comenzará a trabajar en posición de tiro al través relativo del Verónica B. Dependiendo de la tendencia de la popa, si cae con excesiva velocidad y el revido queda muy adelantado a la posición de atraque, el remolcador trabajará

un poco más de largo para incrementar el avance hacia el norte del buque. En cambio, si se llega muy retrasado respecto a la posición final de atraque se procederá a trabajar más de *spring*, para frenar la tendencia de avance hacia el norte del buque (Figura 29).

Figura 29

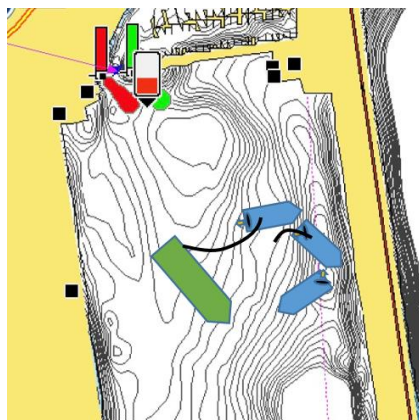
Acompañamiento y reviro hacia estribor trabajando con cabo del través. Fuente: Imagen modificada de Navionics



Una vez el buque este prácticamente paralelo al muelle a la altura de la posición de atraque (hay que tener en cuenta la tendencia residual del buque de seguir la caída de la popa hacia babor y la proa a estribor) el remolcador dejará de trabajar en posición de tiro y el cabo quedará en banda para que la tripulación del buque largue el cabo. Cuando el cabo caiga al agua el remolcador comenzará a recuperar el cabo y procederá mientras tanto a realizar el reviro para dirigirse con la proa hacia el buque lo más rápidamente posible (Figura 30).

Figura 30

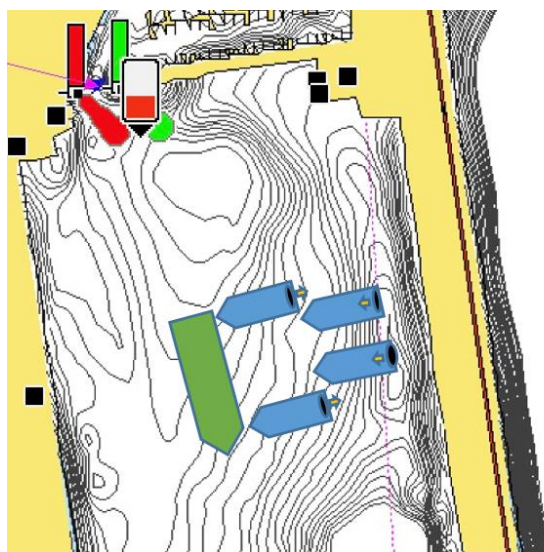
Largado de cabo de remolque, adujado del mismo y reviro del remolcador para pasar a posición de empuje. Fuente: Imagen modificada de Navionics



Dependiendo de la posición final del reviro del buque, el efecto de caída producido por la hélice del buque, la existencia o no de hélice de maniobra de proa, el remolcador comenzará a empujar por proa o por popa, pudiendo alternar posiciones separándose del buque dando atrás para ganar cancha para poder dirigirse a la zona del costado deseada (Figura 31).

Figura 31

Remolcador en posición de empuje, variando de posición entre proa y popa. Fuente: Imagen modificada de Navionics



Poco a poco el buque se irá acercando en paralelo al atraque. Es importante que no se gane excesiva arrancada lateral, ya que con el remolcador convencional no hay opción instantánea de frenar la arrancada con un tirón, debido a que se largó el cabo de remolque para pasar a la posición de empuje. Finalmente, una vez abarloado y amarrado el buque en su posición final, el práctico dará la orden de fin de maniobra y el remolcador volverá a su posición de atraque hasta nuevo aviso.

- ***Maniobra de salida con remolcador convencional***

A continuación, se desglosa una maniobra de salida muy sencilla, con un único remolcador, el Boluda Don Blas firme a la popa del Verónica B. El portacontenedores ya está emplazado con la proa hacia la bocana, por lo que simplemente habrá que desplazar paralelamente al muelle el portacontenedores, para que a posteriori por medios propios salga por la bocana.

Una vez el buque esté listo para la salida con el práctico a bordo y bajo petición del mismo, el remolcador procederá a hacerse firme a la bita de la aleta. Para ello, el Don Blas a

de aproximar su popa a los finos del buque, quedando exactamente bajo la gatera a emplear. En esta posición se procederá a la entrega del cabo de remolque.

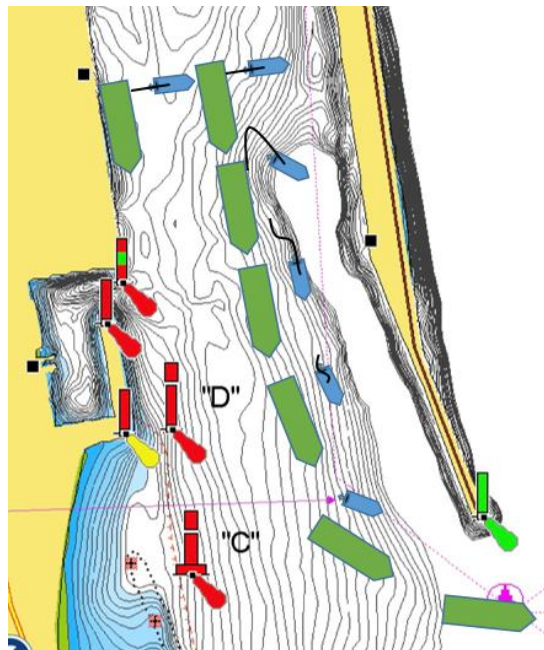
Cuando el cabo de remolque haya quedado firme al buque, el remolcador comenzará a separarse al través del mismo, no llegando a templar el cabo, pero en *stand-by*, para que cuando el práctico lo ordene se comience a trabajar tirando de manera inmediata.

Con los cabos de amarre libres, el práctico dará la orden de tirar al remolcador. Junto al efecto de la hélice de proa, el remolcador irá separando paralelamente el buque del muelle. Cuando se haya alcanzado la separación estipulada por el práctico, el mismo ordenará al remolcador que detenga el trabajo de tiro y que proceda a largar remolque, para lo que el remolcador se aproximará al costado del buque y manteniendo una navegación en paralelo. Con el cabo del remolque en banda, la tripulación del Verónica B, desencapillará y largará el remolque para que el remolcador pueda estibarlo en el carretel (Figura 32).

El remolcador acompañará al buque hasta el final del muelle y se dará por finalizada la maniobra de salida.

Figura 32

Remolcador convencional en posición de tiro, cabo en banda, largado de remolque y acompañamiento durante maniobra de salida. Fuente: Imagen modificada de Navionics



5.3. Maniobra con remolcador tipo ASD

Dentro del amplio abanico de posibilidades de ejecución de la misma maniobra con un remolcador tan polivalente como los de tipo ASD, se analiza una maniobra sencilla, pero sacando el mayor provecho a este tipo de propulsión y gobierno.

- **Entrada con reviro/atraque con remolcador tipo ASD**

El primer paso a ejecutar, al igual que con los remolcadores convencionales, es la aproximación y toma de cabo. Debido a la buena maniobrabilidad que ofrece el remolcador tipo ASD navegando de popa, se procederá a una aproximación de vuelta encontrada, para a continuación comenzar a navegar en paralelo al buque, a la altura de la gatera de aleta del mismo. Al igual que con el remolcador convencional, se intentará estar firmes a aproximadamente media milla de la bocana. Para hacer firme el remolcador, mientras se navega en paralelo, de popa y con la proa a la altura de la gatera de trabajo, se procederá a caer levemente con la amura sobre el portacontenedores, navegando ligeramente en cuña. Una vez encapillado el cabo, se podrá volver a una posición segura, navegando de popa y paralelo al buque. Se acompañará al Verónica B con el cabo en banda hasta la entrada del puerto, a la espera de la nueva orden del práctico (Figura 33).

Figura 33

Maniobra de entrada remolcador ASD. Fuente: Imagen modificada de Navionics



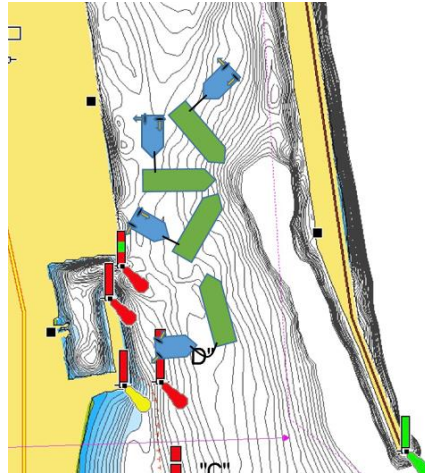
Nota: aproximación de vuelta encontrada, toma de cabo y acompañamiento al interior de la dársena.

Una vez en el interior de la dársena cuando el buque tenga una velocidad reducida, se procederá a acompañarlo con desplazamiento lateral, posicionamiento que permite al remolcador trabajar de manera prácticamente inmediata en posición de tiro o empuje, según indiquen desde el buque asistido. Además, debido a la altura de las gateras del Verónica B (relativamente bajas), se podrá trabajar con el cabo extremadamente en corto en la zona de la aleta. A la orden del práctico se comenzará a trabajar tirando del través, pudiendo siempre

parar el momento de tiro con un lascado de cabo instantáneo y parada del remolcador (Figura 34). Al igual que se puede pasar a empujar en cualquier momento para frenar la caída de la popa en caso de que haya sido excesivo el tiro efectuado o por alguna racha de viento.

Figura 34

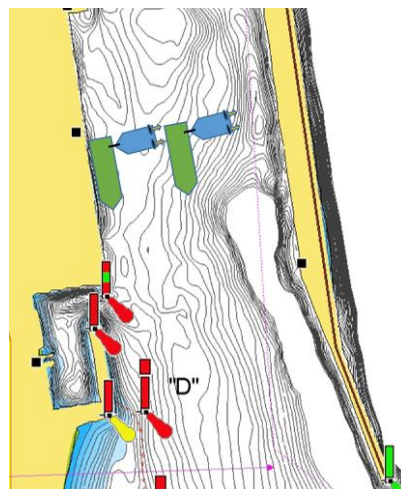
Acompañamiento con desplazamiento lateral y trabajo de tiro para reviro. Imagen modificada de Navionics



Una vez el Verónica B se encuentre en paralelo a la posición de atraque se cobrará cabo para pasar a la posición de empuje. Al contrario que en el remolcador convencional, no se hace necesario efectuar un reviro para pasar a empujar, ya que el trabajo de tiro y empuje se realiza con la zona de proa del remolcador (Figura 35). También, se puede trabajar empujando a diferentes alturas de la eslora del buque, mediante un desplazamiento lateral a lo largo del costado del portacontenedores, cambiando de posición según las necesidades de caída de la popa o la proa respecto a la línea de atraque.

Figura 35

Remolcador VB Tenerife empujando del través con cabo de remolque firme. Fuente: Imagen modificada de Navionics



Hay que destacar que con este tipo de remolcador también se puede ralentizar la caída del buque en el último instante, para que la abarloada sea lo más sutil posible. Una vez apoyado y con los cabos de amarre firme se dará por finalizada la maniobra, momento en el que se desencapillará y se cobrará el cabo de remolque que estaba firme en la bita de la aleta.

- **Maniobra de salida con remolcador tipo ASD**

La evolución de la maniobra de salida será muy similar a la efectuada con el remolcador convencional, la diferencia principal es que el cabo se dará por la proa, lo que permite empujar al Verónica B hacia el muelle mientras larga los cabos, manteniéndolo fijo en la misma posición a pesar de no estar firme a tierra.

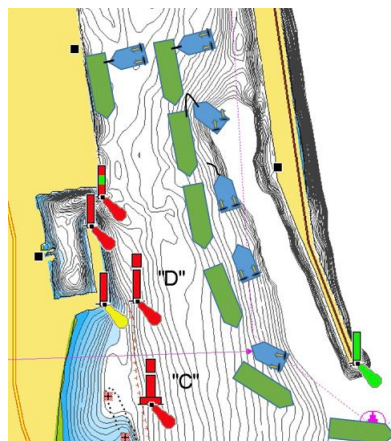
El primer paso será apoyar la proa contra la aleta del portacontenedores, a la altura de la gatera por la que se pasará el cabo. Una vez apoyado se hará firme el cabo de remolque. El Verónica B comenzará a largar cabos de amarre mientras el VB Tenerife mantiene un leve empuje contra la aleta lo que mantendrá posicionado al portacontenedores contra la línea de atraque.

Una vez libre se procederá a tirar del través, despegando la popa del muelle, la proa será alejada mediante el uso de la hélice de proa del Verónica B, se irán ajustando las fuerzas de tiro y de la hélice de proa para acabar con el portacontenedores enfilado hacia la bocana.

Enfilado hacia la bocana, el remolcador terminará de tirar del buque y procederá a buscar el paralelismo, con la popa en la dirección de avance, para que el cabo de remolque pueda ser recuperado sin meterse bajo el casco del remolcador. Con el cabo en banda, la tripulación del Verónica B largará el remolque y el VB Tenerife cobrará todo el cabo y el virador. Acompañará al buque hasta la bocana y se dará por finalizada la maniobra (Fig. 36).

Figura 36

Remolcador ASD en posición de tiro, cabo en banda, largado de remolque y acompañamiento durante maniobra de salida .Fuente: Imagen modificada de Navionics



6. Conclusiones

Conclusión 1. Mayor seguridad portuaria.

La renovación de la flota de remolcadores (sustituyendo los convencionales por unidades con sistema azimutal) en las Islas Canarias ha supuesto una gran mejora en la calidad de servicio e imagen externa de los puertos isleños. Posiblemente, sobre todo en las islas menores, suponga un incremento de tráfico de cruceros, ya que la seguridad portuaria transmitida a la oficialía se ve afectada positivamente.

Conclusión 2. Formación de marinos en interacción buque-remolcador.

Un mayor grado de formación en futuros oficiales de la Marina Mercante seguramente facilite mucho las interacciones de remolcador-buque. Especialmente en buques que no suelen emplear frecuentemente esta herramienta de trabajo y que bajo condiciones extremas o de avería precisan su asistencia. Evitando de esta forma malentendidos o situaciones de riesgo, que con nociones básicas sobre el comportamiento de estos buques serían atajadas.

Conclusión 3. Avances tecnológicos en remolcadores y la seguridad a bordo.

Tras el desarrollo de las prácticas y un periodo profesional a bordo de ambos tipos de remolcadores, destaca la mejoría en cuanto a condiciones laborales y de seguridad a bordo de los nuevos remolcadores respecto a los convencionales. Evitando de manera considerable enfermedades y accidentes laborales a causa de las duras y exigentes condiciones laborales de los antiguos remolcadores.

Conclusión 4. Maniobrabilidad de los sistemas azimutales

Este sistema de propulsión, siempre y cuando existan como mínimo dos unidades propulsoras, ofrece infinidad de posibilidades de maniobra, especialmente en los desplazamientos laterales mediante la combinación de ángulos de chorro de salida que dan como resultante un vector completamente perpendicular al buque.

Conclusión final. Experiencia adquirida en el sector

Durante mi corto periodo de prácticas como Alumno de Puente, tuve la gran oportunidad de adentrarme en el mundo del remolque portuario. La complejidad de las maniobras con remolcadores involucrados me llamaron mucho la atención. Además de conocer desde dentro la operativa del puerto, el sistema de trabajo, guardias, mantenimiento y trabajos tanto de cubierta como de máquinas de los remolcadores.

Tanto patrones, como mecánicos y Mecamares me transmitieron toda su experiencia en el sector, pasando por todos los departamentos del remolcador, adquiriendo conocimientos

tanto teóricos como prácticos del puente, cubierta y máquinas, que en otro tipo de buques de mayor envergadura difícilmente se pueden adquirir.

Posteriormente, el embarque como Mecamar en el remolcador convencional Don Blas, con base en Santa Cruz de la Palma, me sirvió para adentrarme en la complejidad que entraña el maniobrar con remolcadores convencionales de servicios portuarios. Durante este periodo amplié mis conocimientos de maniobra y mecánica en este tipo de buque.

Por otro lado, el trabajar en una base de remolcadores con tres barcos diferentes, y teniendo la suerte de realizar guardias en todos ellos, amplía de manera considerable el conocimiento tanto teórico como práctico de la operativa.

Finalmente, quiero destacar lo fructífero que fue mi embarque como Mecamar, ya que la tripulación del remolcador en servicio de puerto consta únicamente de Patrón, Mecánico y Mecamar. Este hecho, hace que la figura del Mecamar pase tanto tiempo en guardia de navegación de puente, trabajos de maniobra y mantenimiento en cubierta, y guardias y mantenimiento de la sala de máquinas, haciendo la experiencia única en cuanto a la adquisición de conocimientos de todas las áreas de un buque.

7. Bibliografía

- Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, Características técnicas de los puertos (s.f.)
https://www.puertos.es/Memorias_Anuales/2014/pdf/Santa_Cruz_Tenerife/02_CaracteristicasTecnicasPuertos.pdf
- Fernández, M. (2016). *Estiba y trincaje del buque portacontenedores Verónica B.* [Trabajo de Fin de Grado], Universidad de La Laguna.
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/31511>
- La Luz Port History 1883-2021. (2021).
https://www.laluzport.com/MAIN_folder/HISTORY/laluzhistory.html
- Whiteford, S. (2021). How do Azimuth Thrusters work? (1 de octubre de 2021).
En *Onesteppower*.
<https://www.onesteppower.com/post/azimuth-thrusters>
- Navionics. Cartografía Puerto Santa Cruz de la Palma, Navionics S.R.L. (2022). [Aplicación Móvil], Versión 18.0.2 Boating mares y lagos (s.f)

- **Planos y manuales utilizados:**

- MWM. *Manual de ajuste y montaje MWM Diter D229* [Manual] (1998)
- Guascor. *Manual de uso y entretenimiento motores diésel Guascor F180/240.* [Manual] (1998)
- Navalips S.A.. *Manual de montaje: Hélice de paso variable Remolcador Boluda Sexto.* [Manual] (1976)
- Factoría San Carlos. *Libro de características del motor TbRHS-345.* [Manual] (1975)
- Construcciones Navales del Sureste S.A.. Plano general [Plano] 1:50. *Planos de diseño Remolcador Boluda Sexto* (1976)
- Astilleros Zamakona. Plano general [Plano] 1:50. *Planos de construcción de remolcador tipo Aquamaster 433/434/435/436* (1998)

Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **José Edward De Armas Tracy**, autor del trabajo final de Grado titulado **“REMOLCADORES PORTUARIOS CONVENCIONALES Y ASD”**, y tutorizado por el profesor **D. Aarón Miguel Acevedo Reverón**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Agraria Náutica, Civil y Marítima y de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

