



**Universidad  
de La Laguna**

---

**ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO**

# **Servicio de Bunkering y Mejoras a través de la Digitalización**

**Trabajo Fin de Máster**  
Gestión en Náutica y Transporte Marítimo.  
Junio de 2024

Autor:  
**Edgar Germán Salazar Vilela**  
53.802.452R

Tutor/a:  
Prof. Dr. José Agustín González Almeida

**Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**  
**Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval**  
Universidad de La Laguna; Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

---

D. José Agustín González Almeida, Profesor de la UD de Marina Civil, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Edgar Germán Salazar Vilela** con **DNI 53802452R**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Servicio de bunkering y mejoras a través de la digitalización.**

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 01 de Julio de 2024.

Fdo.: José Agustín González Almeida.

Tutor/a del trabajo.

Salazar Vilela, E. (2024). Servicio de bunkering y mejoras a través de la digitalización. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de La Laguna.

## RESUMEN

El presente trabajo está realizado a base de mi experiencia como capitán en el servicio de bunkering durante 17 años en los puertos de Algeciras, Las Palmas y Barcelona con el propósito de que nuevos tripulantes al incorporarse tengan una idea general del servicio que prestamos a bordo, describiendo las diferentes etapas, procedimientos e instrumentos utilizados a través de todo el proceso del servicio de bunkering; así las nuevas tecnologías con el paso del tiempo se han ido implantando poco a poco en la industria marítima mejorando la ergonomía en el trabajo, la seguridad de la tripulación, la mejora de tiempos de las operaciones, la seguridad del medio marino etc. El puerto de Las Palmas es un referente en cuanto al suministro de combustible dando servicio tanto en su dársena interior como en fondeo, pero cuando hay mal tiempo se para el servicio en fondeo esto por decisión de los diferentes capitanes de las gabarras no porque el puerto lo decida a lo cual dejan toda la responsabilidad y presión a los capitanes; aunque si bien es cierto existe un límite de viento y oleaje que algunas veces se ha visto sobrepasado por presión hacia los capitanes ahora bien debería ser a mi juicio la autoridad portuaria quien decida parar los suministros cuando se den las condiciones límites por mal tiempo.

Palabras clave: bunkering, tecnología, digitalización.

Salazar Vilela, E. (2024). Servicio de bunkering y mejoras a través de la digitalización. Trabajo de Fin de Master. Universidad de La Laguna.

## **ABSTRACT**

The present work is carried out based on my experience as a captain in the bunkering service for 17 years in the ports of Algeciras, Las Palmas and Barcelona with the purpose that new crew members when joining have a general idea of the service we provide on board to which i have been describing the different stages, procedures and instruments used through the entire process of the bunkering service thus whit the passage of time, new technologies have been implemented little by little in the maritime industry, improving ergonomics at work, the safety of crew, the improvement of operations times, the safety of the marine environment etc. The port of Las Palmas is a reference in terms of fuel supply, providing service both in its interior dock and at anchorage, but when there is bad weather the anchoring service is stopped due to the decision of the different captains of the barges, not because the port decides so, leaving all the responsibility and pressure to the captains, although it is true that there is a limit of wind and waves that are sometimes exceeded has been overwhelmed by pressure on the captains Now in my opinion, it should be the port authority that decides to stop supplies when extreme conditions arise due to bad weather.

Keywords: bunkering, technology, digitalization.

## AGRADECIMIENTOS

---

*Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor de trabajo fin de master, el Prof. Dr. José Agustín González Almeida por su guía experta, paciencia y apoyo a lo largo de este trabajo. Su dedicación y conocimiento fueron fundamentales para el éxito de este trabajo de fin de máster. también quiero agradecer a mis padres por su constante apoyo y motivación durante mi tiempo de estudio. A mi Sra. Esposa por sus palabras de ánimo y comprensión durante mi estudio y desarrollo de este trabajo. Finalmente quiero agradecer a todas las personas que me animaron a seguir y terminar con este máster.*

---



---

## Índice del TFM

---

<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1. Definición de bunkering.....	1
1.2. Importancia del servicio en la industria marina.....	1
<b>2. Proceso tradicional del bunkering</b> .....	<b>2</b>
2.1. Descripción de las etapas convencionales.....	2
2.1.1. Antes de una carga .....	3
2.1.2. Durante la carga.....	3
2.2.3. Después de la carga.....	4
2.2.4. Antes de una descarga.....	4
2.2.5. Durante la descarga .....	6
2.2.6. Después de la descarga .....	13
<b>3. Ventajas de la digitalización en el bunkering</b> .....	<b>19</b>
3.1. Mejora de la eficiencia operativa.....	19
3.2. Garantiza la seguridad marítima .....	20
<b>4. Automatización en el proceso de bunkering</b> .....	<b>20</b>
4.1 Sistemas de carga y descarga automatizados .....	20
4.2. Digitalización del servicio de bunkering.....	28
<b>5. Impacto ambiental y cumplimiento normativo</b> .....	<b>35</b>
5.1. Cumplimiento de regulaciones .....	35
<b>6. Conclusiones.</b> .....	<b>40</b>
<b>7. Conclusions.</b> .....	<b>42</b>
<b>8. Bibliografía.</b> .....	<b>44</b>

## Índice de ilustraciones

---

Ilustración 1. Acuerdo de suministro bunker o anexo 2. Fuente: Trabajo de campo.....	7
Ilustración 2. Carta de información o Anexo 6. Fuente: Trabajo de campo. ....	8
Ilustración 3. Lista de seguridad buque/barcaza. Fuente: Trabajo de campo. ....	9
Ilustración 4. Certificado de calidad. Fuente: Trabajo de campo. ....	10
Ilustración 5. Confirmación sistema de limpieza de gases de escape operativo. Fuente: Trabajo de campo. ....	11
Ilustración 6. Hoja de tiempos o Anexo 3. Fuente: Trabajo de campo.....	14
Ilustración 7. Recibo de entrega o bunker delivery note. Fuente: Trabajo de campo...	15
Ilustración 8. Anexo 4. Fuente: Trabajo de campo. ....	16
Ilustración 9. Anexo 4bis. Fuente: Trabajo de campo.....	17
Ilustración 10. Evaluación de suministro. Fuente: Trabajo de campo.....	18
Ilustración 11. Panel de manejo de lastre y deslastre. Fuente: Trabajo de campo. ....	21
Ilustración 12. Ordenador de carga. Fuente: Trabajo de campo. ....	22
Ilustración 13. Contador volumétrico o flow meter. Fuente: Trabajo de campo. ....	23
Ilustración 14. Cámara de video-vigilancia. Fuente: Trabajo de campo. ....	24
Ilustración 15. Panel de arranque y parada bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo. .....	25
Ilustración 16. Mezclador en la cubierta del barco. Fuente: Trabajo de campo. ....	26
Ilustración 17. Panel de alarma de alto nivel de tanques. Fuente: Trabajo de campo.	27
Ilustración 18. Sensores de vacío y presión en todos los tanques de carga. Fuente: Elaboración propia.....	33
Ilustración 19. Actores implicados en el servicio de bunkering. Fuente: Elaboración propia. ....	34



## Índice de tablas

---

Tabla 1. Tiempo medio de demoras. Fuente: Elaboración propia. ....	29
Tabla 2. Perdidas por liquidaciones en volúmenes. Fuente: Elaboración propia. ....	32



## 1. Introducción

### 1.1. Definición de bunkering

Bunkering es el suministro de combustibles marinos a barcos, cuando nos referimos al bunkering no solo significa el suministro de combustibles tradicionales como fuel y gas oíl ya que actualmente se están produciendo cambios en las regulaciones ambientales dando paso a combustibles más limpios y sostenibles como por ejemplo el gas natural, el cual es una opción dentro de varias que en el futuro se irán introduciendo con la finalidad de reducir la huella de carbono, así el bunkering de gas natural ya es una realidad en el puerto de Barcelona y quizá en un futuro sea mayor el volumen de suministro, al igual que fueron los inicios en el suministro de combustibles tradicionales.

En este trabajo cuando hablamos de bunkering solo nos vamos a referir al suministro de combustible de barco a barco, ya que la definición de bunkering también significa el suministro de barcos, aviones u otras embarcaciones por medio de tubería o camiones.

### 1.2. Importancia del servicio en la industria marina

El bunkering es una actividad importante dentro de la industria marítima siendo de gran relevancia en España debido a su extensa línea costera (aproximadamente 4964 km) y a la cantidad de tráfico marítimo que pasa por sus puertos ubicados estratégicamente en el mediterráneo y el Atlántico.

A través del tiempo se van generando cambios en la industria marítima del bunkering desde el vapor generado por el carbón que fue donde nació la palabra bunkering derivada de la palabra inglesa bunker que significa deposito o almacén para posteriormente referirse al bunkering propiamente dicho.

Estos cambios de combustibles a través del tiempo vienen debido a que la tecnología marítima avanza, así pasamos de las calderas de vapor alimentada por carbón (siglo XIX y principios del XX) a motores más eficientes en la actualidad.

Se están realizando muchos experimentos y pruebas para la descarbonización del planeta con objetivos marcados a mediano y largo plazo intentando frenar el cambio climático.

La organización marítima internacional (OMI) se encarga de dar las regulaciones sobre el contenido de azufre de los combustibles usados a bordo y según el anexo VI regla 14 párrafo 1 desde el 1 enero 2020 pasa a ser 0,5% masa/masa y en las zonas de control de emisiones como son la zona del mar Báltico, la zona del mar del norte, la zona norteamericana, la zona del mar caribe de los estados unidos y cualquier otra zona marítima incluidas las portuarias pasa a ser 0,1% masa/masa a partir del 1 enero 2015 y posterior.

Es así como las compañías suministradoras como CEPSA, REPSOL, MURELOIL etc. han ido adoptando medidas para la disponibilidad de fuel oil que cumpla con las normas de la OMI y tenga el estándar de calidad exigido por la organización. (ejemplo certificado de calidad de Mureloil ilustración 4).

## **2. Proceso tradicional del bunkering**

### **2.1. Descripción de las etapas convencionales**

En el control de carga de la gabarra se pueden controlar todas las operaciones de carga y descarga a través de la unión del conjunto de equipos y sistemas automatizados con que cuenta la gabarra de suministros.

Debo decir que a parte de estos equipos y sistemas automatizados no podemos dejar de mencionar otros equipos utilizados en el servicio de bunkering como son: defensas en nuestro costado de abarloe de tipo Yokohama y neumáticos, cabos, maquinillas, mangueras de suministro, grúas de mangueras, reducciones, detector portátil de gases etc.

Debemos tener en cuenta que tanto en la carga como en la descarga de la gabarra se tienen que rellenar el diario de navegación con observaciones importantes como hora abarloe o atraque, hora de desabarloe o desatraque, motivo de cancelaciones de un suministro por mal tiempo, averías propias que retrasen operativas, averías en el buque durante el abarloe etc.

Otro documento importante a mantener actualizado es el libro registro de hidrocarburos parte II (operaciones de carga / lastrado para petroleros) donde se anotan todas las operativas de carga, descarga, trasiegos, lavado con crudo, lastrado de tanques de carga, lastrado de los tanques dedicados a lastre limpio, limpieza de los tanques de carga, descarga de lastre contaminado, descarga en el mar del agua de los tanques de decantación etc.

### **2.1.1. Antes de una carga**

Ya una vez se nos ha informado por medio de un correo o e-mail tanto a la gabarra como a la terminal de las cantidades a cargar procedemos al muelle de carga e iniciamos procedimientos de seguridad como despliegue de una manguera contra incendio en el manifold de carga, puesta en stand by de un extintor de clase B es decir de espuma o polvo químico seco, colocación de bomba de pulmón, colocación o stand by de material antipolución como barriles, palas, serrín, Una absorbentes etc., se colocan imbornales, se alinean tanques de carga es decir se abren válvulas involucradas según tanques que se quieran llenar, se prueban alarmas de alto nivel, se comprueba funcionamiento de válvulas de presión y vació, se colabora en la conexión de manguera de carga al barco y por último se abre la válvula de carga en el manifold.

Se rellena checklist de seguridad donde aparecen todas las indicaciones de chequeo realizados anteriormente, acuerdo de rate máximo de carga, acuerdo de quien para la carga al final, acuerdo del canal de comunicaciones, chequeos horarios, lugares autorizados para fumar etc.

Una vez relleno el checklist se da por comenzada la carga.

### **2.1.2. Durante la carga**

Una vez iniciada o antes inclusive procedemos a deslastrear o sacar agua de los tanques de lastre según cantidad de carga a meter y según en qué tanque llenamos, realizando la secuencia de deslastre normalmente de proa hacia popa para que el barco se mantenga siempre con trimado positivo y no descebemos las bombas de lastre, estamos continuamente controlando la entrada del producto mediante los sistemas automatizados como el ordenador de carga donde vemos en tiempo real el llenado continuo de los tanques de carga, si se nos está llenando otro tanque que no queremos llenar, escora del barco corrigiéndola en caso necesario con el lastre, trimado o asiento del barco, es decir podemos llevar un control de la operativa desde el control de carga.

De todas formas, aunque contamos con cámaras de vigilancia de los espacios de carga siempre es recomendable dar una ronda presencial por la cubierta y los espacios de máquina.

### **2.2.3. Después de la carga**

Una vez la terminal o nosotros demos por finalizada la carga procederemos a cerrar el manifold, válvulas y caídas a tanques de carga procediendo a verificar cantidades cargadas mediante la utilización de las UTI o equipos de medición de vacío de los tanques que al introducirlo en el tanque y detectar el hidrocarburo emiten un pitido continuo para indicarnos el vacío correspondiente del tanque que estamos midiendo, también con este instrumento podemos saber la temperatura de la carga.

Ya con los vacíos correspondientes y las temperaturas procedemos a corregir los vacíos para introducirlos en el anexo 4, el cual es una pestaña de un programa excel que calcula la carga que tenemos abordo en todo momento así por medio de este programa calculamos la carga que hemos cargado, a la vez que la terminal también calcula la cantidad entregada, si hay diferencias se llega a un acuerdo de cantidades para luego expedir un conocimiento de embarque por la cantidad realmente cargada.

Este documento o conocimiento de embarque lo tenemos que tener abordo por tema de aduanas, una vez el conocimiento abordo se procede a desconectar mangueras.

### **2.2.4. Antes de una descarga**

Antes de proceder a suministrar un barco recibimos una programación donde nos pone fecha, hora aproximada de suministro, nombre del barco, número de recibo, cantidades a suministrar, tipo de producto a suministrar, nombre del consignatario, tiempo de escala del barco etc.

Siempre se intenta proceder al barco asignado a la hora programada sin demora generalmente a los buques de línea que tienen corta estancia en el muelle.

Actualmente existe uno o varios sistemas de localización de barcos a nivel mundial llamado Vesselfinder, Localizatodo, etc. a través de este sistema que está disponible en internet podemos saber en tiempo real donde se encuentra un barco que está en nuestra programación introduciendo el nombre del barco o IMO.

A través de esta herramienta podemos saber con seguridad si el barco que vamos a suministrar se encuentra ya atracado o próximo atracar al muelle.

Actualmente me encuentro trabajando en el puerto de Barcelona donde solo se hacen suministros a barcos en el interior de la dársena o atracados al muelle, lo cual es mucho más seguro tanto para la tripulación como para el medio ambiente a diferencia de otros puertos como el de Las Palmas donde si se hacen suministros fuera del

resguardo de la dársena o en el área de fondeo, lo cual merece prestar mucha más atención a las inclemencias de tiempo reinante o cualquier cambio a corto plazo.

De todas formas, como capitanes nos toca decidir si procedemos a abarloar o no, aquí tenemos que sopesar condiciones del barco, tamaño del oleaje, viento, tiempo de suministro, rate de bombeo, movimiento del barco, lugar de fondeo, nacionalidad de las tripulaciones, tamaño del barco, anteriores suministros realizados, si el mar o viento va en aumento o viene decreciendo etc.

Todo esto y más factores solo nos lo da la experiencia y debido a que muchas veces existe presión económica por parte del consignatario tenemos que valorar todo en conjunto sin arriesgar la seguridad del barco, la tripulación y el medio marino.

Durante la maniobra de abarloar en nuestro caso debido a tener un puente de mando circundante de cristalerías o visión a 360° y dos schottel mediante el cual controlamos el movimiento del barco y la fuerza o potencia acelerando o desacelerando en el mismo mando, debido a este sistema automatizado podemos realizar la maniobra nosotros solos, podemos realizar movimientos avante, atrás, laterales, giros en el mismo sitio etc.

Aunque con la combinación de movimientos de ambos schottel nos es suficiente para la maniobra del barco además contamos con hélice de proa la cual la usamos en maniobras donde se requiere más afinamiento y rapidez debido a maniobrar en un espacio más reducido.

Aquí en el puente además de los sistemas de maniobra podemos mencionar que contamos con repetidores de alarmas de fallos de ambos schottel, repetidores de alarmas de máquinas, tenemos una centralita contra incendios que nos advierte de algún incendio según la zona en que se activa el detector que puede ser activado por humo o temperatura, contamos con un control de cierre automático de puertas que separan una cubierta de otra con la finalidad de aislar un fuego en caso de incendio.

En el puente de mando también contamos con paradas de emergencia de los motores principales, podemos arrancar y parar bombas contra incendio desde aquí, podemos parar bombas de descarga etc.

Una vez advertimos al barco de nuestra intención de maniobra por comunicación vía radio VHF procedemos a realizar nuestra maniobra de abarloar.

### **2.2.5. Durante la descarga**

Una vez dado el listo de máquinas procedemos a dar mangueras de suministro, los papeles iniciales, parada de emergencia portátil.

Estableciendo comunicación vía radio en un canal de trabajo acordado vía VHF, la gran mayoría de los barcos a suministrar no suelen llevar un inspector o surveyor a bordo para el control de cantidades, pero los que si lo llevan suelen comprobar cantidades iniciales en la gabarra y en el barco.


Una vez comprobadas cantidades iniciales y devuelto los papeles iniciales que son:

Acuerdo de suministro bunker (anexo 2)

Donde se acuerda si hay suministro simultaneo cuando hay 2 productos a suministrar, si se realizaron las comprobaciones de cantidades iniciales, si la toma de muestras es presenciada por responsable del buque, si el combustible recibido se mezcla con otro combustible remanente a bordo, cantidad a suministrar, tipo de producto, capacidad de bombeo, numero de albarán, advertencia de que si no realiza mediciones iniciales después no tiene derecho a reclamación, indicación de que las muestras son tomadas del manifold de la gabarra, de que la gabarra no es responsable de pérdidas o daños provenientes de reboses causados por mal manejo en el barco suministrado, obligación del barco de mantener informado en todo momento a la gabarra de algún cambio en el rate de bombeo o interrupción del mismo, obligación del barco de avisar 5 minutos antes si van a cambiar a más de un tanque a ser llenado bajando el rate y no subirlo hasta confirmar su llenado, indicación de que la compañía suministradora no es responsable por el no cumplimiento de las obligaciones del comprador, también indica que hay que seguir las regulaciones locales durante todo el suministro, contiene también obligación de la tripulación del barco suministrado de conectar y desconectar mangueras según condiciones de venta, también deja indicado que el fuel suministrado cumple con el anexo VI de Marpol regla 14 parte 1 o 4 y regla 18 parte 1.



PROPIETARIO DEL PRODUCTO - PENINSULA PETROLEUM S.L.  
 Avenida Océano Atlántico nº 44, Parcela 172.11  
 Parque Empresarial y Tecnológico Las Marismas de Palmones  
 CP 11370 Palmones , Los Barrios (Cádiz) Spain Tel: +34 956 668 968  
 Email: bunkers@peninsulapetroleum.com RIF: B11905163  
 AUTORIZACION No 253060018000193 - EXPORTACION SIMPLIFICADA



**BUNKER SUPPLY AGREEMENT / ACUERDO DE SUMINISTRO BUNKER**

NOMBRE DEL BUQUE/VESSEL'S NAME: **JOLLY PALLADIO** ENTREGA DELIVERY DATE: **02/03/2024**

NUMERO / NO. / BICO NUMBER: **9668904**  
 Puerto / Port: **BARCELONA**

Owner / Prop: **SPABUNKER 22** A / PD. CAPITAN / OFFICIAL RESPONSIBLE / MASTER: **9280378**

May Sr. Maestro / Dear Sir:  
 Por la presente, le invitamos formalmente a presenciar las mediciones iniciales y finales, así como todos los cálculos de suministro de bunker que serán efectuados a su buque, siguiendo las instrucciones que hemos recibido de sus Principales y establecidas por Vd. como sigue. We are hereby formally inviting you to witness initial and final figures as well as all calculations of the bunker supply that we are going to effect to your ship, following instructions that we have received from your Principals and established by you as follows.

SUMINISTRO SIMULTANEO / SIMULTANEOUS SUPPLY:  BEFORE  AFTER

CANTIDADES COMPROBADAS EN BARCAZA POR REPRESENTANTE BUQUE / BARGE QUANTITIES WITNESSED BY VESSEL REPRESENTATIVE:  YES  NO

TONAJE DE MUESTRAS PRESENCIALES POR REPRESENTANTE BUQUE / SAMPLES WITNESSED BY VESSEL REPRESENTATIVE:  YES  NO

EL COMBUSTIBLE RECIBIDO SE MANTENDRA CON OTRO COMBUSTIBLE REMANENTE A BORDO / BUNKER RECEIVED WILL BE MIXED WITH OTHER BUNKER'S REMAINING ON BOARD:  YES  NO

SE DESCRIBE CARGA	PRODUCTO PRODUCT	AZUFRE SULPHUR (% POR 100)	CANTIDAD (T) QUANTITY (MT)	TEMPERATURA TEMPERATURE (GRADOS C) (DEGREES C)	GRUPO DE PRODUCTO PRODUCT GROUP (SEGUN ICAO) (ACCORDING TO ICAO)	NUMERO DE PRODUCTO PRODUCT NUMBER (SEGUN ICAO) (ACCORDING TO ICAO)	NUMERO DE BARRIL BARREL NUMBER	NUMERO DE BARRIL BARREL NUMBER
	IFO 380 ctn	1.2%	1,800,000	4005	400/2.0	255147	MSP447PPL00001	

FOR CUSTOMS PURPOSES, PLEASE DECLARE YOUR INITIAL BOB FIGURES: **733**

REMARK: The rates / pressures agreed could be liable in plus or minus 10% due technical reasons.  
 NOTA: Los Presiones / presiones pueden variar en más o menos un 10% debido a razones técnicas.

ENTREGA / DELIVERY:  Exact made (spot delivery) / Ex (what the position)  For galera / Ex (bunker barge)

**SPABUNKER 22**  
9280378

**SPABUNKER MENTIDOS**  
9280378  
On behalf of the Charterer

Only inclusive and binding figures shall be those resulting from stem flow meters. Barge gauges calculations and / or meters. In the event that you decide not to check previous/after figures must be understood that you waive the right to any quantity claim afterwards. The samples will be taken at bunker's barge manifold or shore manifold. Supplier shall not be responsible for any expenses, damages, losses and penalties arising from the leakage/spillage/evaporation/flow caused by any mishandling on board of vessel. We kindly bring to your notice Buyer's obligation to keep the Supplying Company fully advised at all times of any changes in the supply procedure such as increase or reduction in pump rate or any interruptions of same. In case that receiving vessel will use more than one tank to be bunkered, Dumper tanker shall be advised five minutes in advance for reducing pumping rate down to initial rate agreed and maintain mentioned rate until verification from receiving vessel that nominated and no nominated tanks have been checked and confirmed that bunkers are being loaded into designated tank's, pumping rate won't be increased to maximum agreed pumping rate until confirmation has been received from receiving vessel. The Supplying Company will not accept any claims or be liable for any consequences arising from the non fulfillment of Buyer's obligation. Safety notice: Please be advised that in order to comply with local regulation, an effective bridge attendance shall be observed at all times during bunkering operations, VNF agreed bunkering charterer & VTS (Vessel Traffic) watch to be mandatory maintained. Receiving vessel shall be responsible for monitoring her position at all times during bunkering operations. As per General Terms & Conditions of Sale vessel's crew is to disconnect and disconnect hoses to the vessel intake points, and to ensure and guarantee that hoses are duly connected/attached to the ship's manifold before bunkering start. Crew shall not be bound neither by Buyer's charterparty terms nor by any Ice Lien stamps or any wording similar in nature and/or meaning in any document including but not limited to bunker delivery receipts. Declaration of Supplier's Representative: The fuel oil supplied complies with the stated in Annex VI - Protocol modifying the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) - par. 1 of 4 e. Rule 14 and par. 1 Rule 18. Contents of this letter have been read, understood and accepted.

SELO DE: **GONAZO MESSINA & O'S, S.A.**  
 M/n **JOLLY PALLADIO**  
 PORT OF REGISTRY **MADEIRA**

CARGO OFFICER / OFFICIAL RESPONSIBLE / OFFICER IN CHARGE: **9280378**  
 NOMBRE COMPLETO LEGIBLE / FULL NAME IN BLOCK LETTERS: **9280378**

BUNKER AGREEMENT

Ilustración 1. Acuerdo de suministro bunker o anexo 2. Fuente: Trabajo de campo.

### Anexo 6 o carta de información.

Son una serie de indicaciones al capitán del barco a ser suministrado diciéndole que la tripulación de su barco se hace responsable bajo su supervisión de su conexión y desconexión, obligación de aviso a la gabarra 5 minutos antes de que se van a usar más de un tanque para ser llenado y poder bajar el rate y no subirlo hasta comprobar su llenado, invitación expresa al barco de comprobar cantidades iniciales y finales abordo de la gabarra, invitación a presenciar la calidad en la toma de muestras abordo de la gabarra, la obligación del barco según las condiciones de venta de no poner sellos que no sean solo del barco y la firma o en todo caso usar cartas de protesta aparte y no en documentación oficial.

**PENINSULA PETROLEUM S.L.U. LETTER OF INFORMATION ANNEX 6**

**PENINSULA** BUNKER BARGE SPABUNKER 22

**LETTER TO BE PRESENTED TO THE MASTER OF THE VESSEL TO BE SUPPLIED, ACKNOWLEDGED BY HIM AS RECEIPT AND RETURNED TO THE BUNKER BARGE MASTER, PRIOR TO COMMENCING DELIVERY.**

BUNKER BARGE	SPABUNKER 22
CAPTAN / Barge Master	EDGAR SALAZAR
VESSEL	JOLLY PALLADIO
DATE	02/03/2024
PORT	BARCELONA

Dear Sir,

Please note that under the general terms and conditions of sale, agreed between the bunker supplier (seller) and the bunker recipient (buyer), the following points which are related to the physical delivery, quantity assessment and quality apply to this supply:-

**Bunker hose(s) connections(s) disconnection(s):-**

All connection and disconnection of bunker hoses, onboard the vessel been supplied will be carried out by ship's crew under their own supervision and responsibility.

**Nominated Bunker tanks changing procedure:-**

In case that receiving vessel will use more than one tank to be bunkered, bunker tanker shall be advised five minutes in advance for reducing pumping rate down to initial rate agreed and maintain mentioned rate until verification from receiving vessel that nominated and no nominated tanks have been checked and confirmed that bunkers are being loaded into designated tanks, pumping rate won't be increased to maximum agreed pumping rate until confirmation has been received from receiving vessel.

**Determining the quantities of bunkers supplied:-**

The final and binding measurements and calculations, are the ones appertaining to the supplying bunker barge. In no case will onboard receiving ship's measurements and calculations be accepted as evidence of the quantity supplied. You are invited to witness the initial/final soundings and meter readings, and corresponding quantity calculation, onboard the barge.

**Marine Fuel(s) Quality Sampling:-**

Our approved and accepted sampling method and sealing of bottles, onboard the supplying bunker barge, will be used to draw the corresponding official samples, as proof of the quality of the fuel(s) delivered. Only these samples will be recognised as official samples, representative of the quality of the fuel delivered. In no case will onboard receiving ship's samples, drawn by ship's staff or any other third party, be accepted as evidence of the true quality of the fuel(s) supplied. You are invited to witness the sampling of products and the method of sealing the sample bottles, onboard the bunker barge.

**General:-**

You are also kindly requested to carefully read all the enclosed documentation and ANNEX forms, to complete these and return them to the bunker barge Master, prior to commencing delivery of products.

Should you have been instructed by your Principals/Owners to endorse the official delivery note with a "NO LIEN" stamp, please note that such a stamp is not valid. The contents of such a stamp are outside the scope of the agreed terms and conditions of sale agreed between the buyer and the seller. A letter of protest will be issued accordingly.

Yours sincerely,

Signature of CAPITAN / Barge Master  
I acknowledge receipt of above letter.

Signature of Ship's Master

Bunker Barge Stamp  
PENINSULA PETROLEUM S.L.U.  
M/n  
JOLLY  
PALLADIO  
PORT OF REGISTRY  
MADEIRA  
MADEIRA

SPABUNKER VEINTIDOS  
IMO 9280578  
On behalf of the Charterer

Ilustración 2. Carta de información o Anexo 6. Fuente: Trabajo de campo.

**Lista de seguridad buque/barcaza.**

Es un modelo de la dirección general de la marina mercante donde se indica promedio acordado de bombeo, medio de comunicación, responsables de la comunicación, responsable de las sondas, responsable de las operaciones, amarre del buque con seguridad, si está en todo momento la gabarra lista para maniobrar por sus propios medios, si hay una guardia competente, operatividad del sistema de comunicaciones, si se ha establecido el procedimiento para la transferencia de combustible, disponibilidad de parada de emergencia, disponibilidad de mangueras y equipos contra incendios, si están las mangueras de combustible en buen estado y comprobados sus certificados, si están bien cerrados los imbornales, si están bien cerradas o con bridas ciegas las conexiones de combustible que no se están usando, radiotelefonía VHF portátiles de tipo aprobado, si están desconectados los radares, si se están respetando las zonas de fumadores, si hay suficiente personal abordo para hacer frente a una emergencia, si se están usando linternas homologadas etc.

Ilustración 3. Lista de seguridad buque/barcaza. Fuente: Trabajo de campo.

### Certificado de calidad (COQ)

Es un reporte de la analítica del producto a suministrar que nos lo facilita la terminal donde aparecen todas las propiedades del producto es decir contenido de azufre, partículas contaminantes, densidad, flash point, viscosidad, pour point, contenido de agua, etc. todo esto es importante debido a que si hay alguna avería en la máquina del buque suministrado o reclamación sobre la calidad del producto como por ejemplo mayor cantidad de azufre del declarado se puede constatar si es verdad tal reclamo mandando a analizar las muestras que se toman durante el suministro; de allí la importancia de presenciar la toma de muestras durante un suministro.

**BUREAU VERITAS**

**ANALYTICAL REPORT**

Bureau Veritas Inspección y Testing, S.L.  
 (Unipersonal)  
 Barcelona Laboratory  
 Carrer Y, N° 31-33 Port de Barcelona  
 Barcelona, 08040, Spain  
 +34 674 230 809  
 CTDBarcelona@bureauveritas.com

Job No: 11487-2  
 ^Grade: GOC  
 ^Origin: MEROIL  
 ^Seal No: ---  
 ^y/Ref: ---

^Date of Sampling: 15-Feb-2024  
 Date of Reception: 15-Feb-2024  
 Date of Analysis Started: 15-Feb-2024  
 Date Reported: 16-Feb-2024  
 Sample Package: Plastic Bottle 1.00 L  
 Product Category: Petroleum Products

^Customer:  
 Name: MEROIL S.A., Address: Carrer del Port de Lagos, 20, 08039, Barcelona  
 Name: PENINSULA PETROLEUM SL, Address: Europort, Building B/9, Suite 921, Gibraltar

^Shoretank 13 All Level

Test	Method	Unit	Result	Specification (ISO 8217:2017)	
				Min	Max
Cetane Index	ASTM D4737A-21	---	52.4	40	min
Derived Cetane Number	ASTM D7668-23	---	53.6	Report	Report
Ignition Delay	ASTM D7668-23	ms	2.95	---	---
Combustion Delay	ASTM D7668-23	ms	4.44	---	---
Chamber Wall Temperature	ASTM D7668-23	°C	596.8	---	---
Injection period	ASTM D7668-23	µs	2500.0	---	---
Calibration Reference	ASTM D7668-23	---	Internal Source	---	---
Number of outliers	ASTM D7668-23	---	1	---	---
Density at 15°C	ASTM D4052-22	kg/m³	840.3	890	max
Density at 15°C (air)	Calculated	kg/m³	839.2	890	max
Water Content	EN ISO 12937:2000	ppm (m/m)	45	Report	Report
ASTM Colour	ASTM D1500-12(2017)	---	1.0	Report	Report
Flash Point	ASTM D93A-20	°C	67.5	60	min
Total Sulfur Content	ASTM D4294-21	%(m/m)	0.0456	0.1	max
Cold Filter Plugging Point	EN 116:2015	°C	-18	Report	Report
Pour Point	ASTM D97-17b(2022)	°C	-21	0	max
Distillation	ASTM D86-23	---	---	---	---
Manual/Automated	ASTM D86-23	---	Automatic	---	---
Obs Baro Pressure	ASTM D86-23	kPa	102.0	---	---
65% Recovered	ASTM D86-23	°C	298.2	Report	Report
80% Recovered	ASTM D86-23	°C	320.3	Report	Report
95% Recovered	ASTM D86-23	°C	353.5	Report	Report
Kinematic Viscosity at 40°C (Procedure A)	ASTM D445-23	mm²/s	3.052	2.0	6.0
Particulate Contaminant	EN 12662:2014	mg/kg	<12	24	max
Ash	ASTM D482-19	%(m/m)	<0.010	0.01	max
Lubricity	ISO 12156-1 (Method B):2018¹	µm	410	520	max
Corrosion Copper Strip - 3h at 50°C (122°F)	ASTM D130-19	---	1a	Report	Report
Carbon Residue on 10% Distillation Residue	ASTM D4530-15(2020)	%(m/m)	<0.10	0.3	max

Page 1 of 2

ESOFJ24000519-005

CHIEF ANALYST  
 MO 9280378  
 In behalf of the Charterer

Ilustración 4. Certificado de calidad. Fuente: Trabajo de campo.

**Información requerida por el bunker barge.**

Es un documento cuya función principal es la aceptación del barco de contar con un sistema de limpieza de gases de escape o lavadores con la finalidad de cumplir con la reducción del azufre debido a que estos barcos reciben fuel pesado con un contenido de azufre mayor al 0,5% masa/masa.

Solo se lo damos a los barcos que reciben fueloil de alto azufre.

**PENINSULA** BUNKER INFORMATION REQUEST  
 BARCELONA [BarcelonaOps@peninsula360.com](mailto:BarcelonaOps@peninsula360.com)

**INFORMATION REQUIRED BY BUNKER BARGE**

To be completed and returned to above supplier email as soon as possible  
 Bunker Connection and Manifold Location (Please tick accordingly)

AFT  MID  FWD  SUPERSTR

PLEASE MARK THE BUNKER MANIFOLD LOCATION ON THE CHARTER

TO BE USED IF TAKING HIGH SULPHUR FUEL OIL

High Sulphur Fuel Oil, (fuel with Sulphur content of greater than 0.50%), shall be delivered to your vessel. By ticking  the box provided please confirm that your vessel has operational exhaust gas cleaning systems and that the fuel will be burnt compliantly. **CONFIRMED**

Does the vessel have any appendages or protrusions that could compromise the safe mooring of the bunker barge.  YES  NO (If YES please provide details separately).

	HSFO	VLSFO	LSMGO
Receiving Rate MT/Hr: (Minimum 200MT/PH)	400		
Maximum Pressure: (Bar)			
Will products be taken simultaneously:	YES	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
Diameter of Connection:			
Has a surveyor been appointed (Please provide Company) See Notes Below			
Please provide your next port of call:	Marseille		

**INFORMATION FOR VESSEL & SURVEYORS**

COVID -19 (CORONAVIRUS PROTOCOL - Add4) Effective immediately – until further notice.  
 The following instructions via DPA circular have been passed to all Peninsula Petroleum tanker Barges.

The access to the accommodation block is RESTRICTED at all times to surveyors and vessel representatives.  
**Boarding of Bunker Surveyors**  
 All bunker surveyors must send a copy of their vaccination card and ID electronically.  
 All bunker surveyors are to wear safety PPE, sanitary facemask and gloves, throughout their visit on board.  
 Avoid close interaction with the bunker surveyor and maintain a strict 2 m separation rule.  
 The movements of the bunker surveyor while on board is limited to what is necessary.  
 The contact with the bunker surveyor is to be constrained to the Cargo Officer.

**Boarding of Receiving Vessel Representative/s**  
 Vessel representative/s shall mandatory board bunker barge with full set of protective equipment.  
 Face Masks & gloves, shall be worn at all times whilst on board.  
 Vessel representative/s will not touch any of barge equipment.  
 Vessel representative/s shall not remain on board after measurements have been taken.  
 Barge crew to maintain safety distance with vessel representative/s as much as possible.  
 Transfer basket, if available and if used, to be disinfected immediately after us.  
 Barge crew too must wear protective equipment during vessel representative/s visit.

Master or Chief Engineer signature and vessels stamp.

IGNAZIO MESSINA & C. S.p.A.  
 Mrn  
 JOLLY PALLADIO  
 PORT OF REGISTRY  
 MADEIRA  
 MADEIRA

**PENINSULA**  
 THE OIL EXPERTS

Ilustración 5. Confirmación sistema de limpieza de gases de escape operativo. Fuente: Trabajo de campo.

Una vez comprobados los papeles firmados y sellados por el barco, comprobadas cantidades iniciales en la gabarra y barco, conectadas mangueras, firmados papeles del barco, establecida comunicación, y una vez comprobada la alineación de descarga es decir salida de la bomba, apertura al 100% del bypass de la bomba, comprobada cierre de válvulas que no intervienen y por último apertura del manifold.

Se arranca bomba de descarga desde el control de carga cerrando muy despacio el bypass (válvula para aumentar o disminuir presión) así mantenemos una presión baja hasta comprobar nosotros que todo va bien y el barco por su parte da conformidad de que no hay fugas y que está recibiendo el producto en el tanque a cargar (esta presión suele ser normalmente de 3 bares o 50 m<sup>3</sup> la hora ) nos de la orden de aumentar la descarga a la presión acordada, cabe recordar que hay barcos que suelen hacernos probar la parada de emergencia portátil.

Se va controlando desde el control de carga mediante el ordenador de carga el vaciado del tanque correspondiente y el no llenado de tanques no involucrados en la operación.

Se suministra siempre al rate acordado teniendo en cuenta que no se puede pasar más del 10% del rate acordado porque si llega haber un rebose podemos ser culpables ya que el flow meter con el que se controla la cantidad descargada en todo momento lo puede comprobar.

Debido a que las cantidades normalmente se venden por toneladas, nosotros contamos con un programa llamado anexo 4bis donde metemos las toneladas que nos mandan al suministrar que al dividirla por la densidad al aire nos da los metros cúbicos a 15 grados que al dividirlo por el factor de corrección sacado de la tabla 54B para petroleros nos da un volumen que dividido por el error de corrección del flow meter nos da el volumen a temperatura a suministrar.

Así nosotros damos una parada al bombero de guardia que junto con el oficial de guardia controlan en todo momento la descarga del producto, llenado de los tanques de lastre, buen trabajo de los cabos de amarre, rondas en la sala de máquinas etc.

### **2.2.6. Después de la descarga**

Una vez terminado el bombeo se avisa al barco suministrado. El cual procede a calcular cantidades recibidas y si está de acuerdo procede a desconectar la manguera y si no está de acuerdo nos lo dirá verbalmente a lo cual nosotros podemos comprobar por varios medios si es cierto lo que dice, es decir por medio del ordenador de carga donde nos da en tiempo real lo que nos queda de remanente del producto entregado que comprobando con lo que teníamos antes de iniciar la descarga nos da lo descargado, otra forma de comprobar es tomando sondas finales con la UTI y comparando con las sondas iniciales, otra forma sería con el flowmeter con el cual si tenemos el certificado revisión en regla podemos fiarnos del mismo.

Si una vez comprobemos esta de nuestra parte bien la cantidad entregada y el barco insiste que le falta producto nos puede dar una carta de protesta y nosotros firmarla como recibido.

Debemos tener en cuenta de que ellos recibieron inicialmente de parte nuestra un acuerdo de suministro donde se informa de varios puntos al barco como la invitación tomar sondas al principio y al final donde pone claro que al no haber comprobado cantidades iniciales no tienen derecho a reclamación.

Por consiguiente, nosotros al enviar la documentación si hubiera una reclamación por cantidades además de los papeles iniciales anteriormente mencionados debemos adjuntar una foto de los contadores o flow meter antes y después de la descarga.

Así al cerrar la documentación después de la descarga a los papeles iniciales antes mencionados tenemos que agregar:





**Recibo de entrega o bunker delivery note (BDN).**

Es el más importante ya que es la aceptación de la cantidad entregada, se rellenan datos como nombre de la suministradora del combustible por ejemplo Mureloil, nombre de la compañía que realiza las ventas y contratos como por ejemplo Península Petroleum, nombre del puerto de suministro, punto de entrega, fecha, numero de recibo, nombre del buque suministrado, IMO del barco, bandera, puerto de registro, próximo puerto de escala del barco, armador del barco, cliente, consignatario, números de muestras y lo más importante la cantidad del producto entregado en toneladas y volumen con sus características principales como son azufre, densidad, viscosidad y flash point.

PENINSULA ENERGY FLOWING		PROPIETARIO DEL PRODUCTO - PENINSULA PETROLEUM S.L. Avenida Océano Atlántico nº 44, Parcela IT2.11 Parque Tecnológico y Empresarial Las Marismas de Palmones CP 11379 Palmones, Los Barrios (Cádiz) Spain Tel: +34 956 668 968 Email: bunkers@peninsulapetroleum.com NIF: B11905163 AUTORIZACION No ES5DE02018000193 - EXPORTACION SIMPLIFICADA			
<b>BUNKER DELIVERY NOTE</b> 1-Ventas en Ruta para avituallamientos a embarcaciones					
DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA / BUNKER INSTALLATION		N.I.F.	N.I.C.A.E.	CRE/Nº de Albarán	FECHA SUMINISTRO / DELIVERY DATE
MEROIL		A-60404910	ES00008H7031V		02/03/2024
PORT / PUERTO		PUNTO DE ENTREGA / SUPPLY POINT		Nº RECIBO / RECEIPT NO.	
BARCELONA		MUELLE		259147	
NOMBRE DEL BUQUE / VESSEL'S NAME		Nº IMO / IMO NUMBER	PAIS / BANDERA / FLAG	PUERTO DE ORIGEN / PORT OF ORIGIN	
JOLLY PALLADIO		9668984	MADEIRA	PORTUGAL	
ACTIVIDAD: 2-Otros actividades distintas de pesca de recreo		ARMADOR / OWNER:			
DISTRINACION: MARSEILLE COUNTRY / PAIS: FRANCIA		<b>SAFEEN RO RO 42 LIMITED</b>			
CLIENTE / CUSTOMER		N.I.F.	CONSIGNATARIO / PORT AGENT	N.I.F.	
PENINSULA PETROLEUM LIMITED		IE6398557E	BERGÉ MARITIMA S.L.	B-95524898	
<b>METHODS OF DELIVERY</b>					
BARGE: <input checked="" type="checkbox"/> 001		BUNKER: SPABUNKER 22 9280378		TANK TRUCK: <input type="checkbox"/> 002	OTHERS: <input type="checkbox"/> 004
PRODUCTS / PRODUCTOS		SUBJECT SPECIFIC		SUPPLIED QUANTITIES CANTIDADES SUMINISTRADAS	
IFO 380 cts 27101967		B4		MT m <sup>3</sup> @ 15°C	
				0,9812	
				225,400	
				3,270	
				>110	
Declaration of Supplier's Representative: The supplier or its representative certifies that the fuel or supplied is in conformity with regulation 18.3 of MARPOL Annex VI and that the sulphur content of the fuel or supplied is 0.50% m/m as per the limit value given by regulation 14.1 of MARPOL Annex VI; or 0.10% m/m as per the limit value given by regulation 14.4 of MARPOL Annex VI; or X the purchaser's specified limit value of (% m/m) in compliance with regulation 4 or regulation 3.2 of MARPOL Annex VI.					
DOCKED / ANCHORED		YEAR	MONTH	DAY	HOUR
CONNECTED		2024	3	2	3
DISCONNECTED		2024	3	2	7
COMPLETED		2024	3	2	30
<b>BLENDED</b>					
I.F.O.		T.O.F.		T.O.F.	
Firma del Capitán y Sello del Buque / MASTER'S SIGNATURE AND VESSEL'S STAMP					
Firma Responsable Suministro / SUPPLIER'S REPRESENTATIVE SIGNATURE					
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		SFO 0000		REMARKS	
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		607346			
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		607347			
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		607348			
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		607349			
PRUEBA MUESTRAS / SAMPLES		607350			

Ilustración 7. Recibo de entrega o bunker delivery note. Fuente: Trabajo de campo.



**Anexo 4bis.**

Nos sirve para calcular los metros cúbicos a temperatura que tenemos que entregar partiendo de las toneladas en que se cerró la venta.

**BARGE SPABUNKER 22** Anexo 4 Bis rev.1

**BLENDED CONTROL**  
 Usar sólo para mezclas en tanque / To be filled only for tanks blendings.

GRADES	GOV	T°C	VCF (54B)	GSV @ 15°C	DENS @ 15C	FAC V/A	WEIGHT IN AIR (KG)
IFO-380							
IFO-180							
MDO							
MGO							
IFO 180 cSt							

**METERS & BLENDED CONTROL**  
 To be used only for meters & direct blendings using blenders.

JETTY METERS/BARGE METERS

JETTY METERS/BARGE METERS								BASE		CUTTER	
A	B	C	D	E	F	G	B.M.	VLSFO	M.G.O.	IFO 380 cts	M.G.O.
FINAL READING										1.558,302	
INITIAL READING											
METER ERROR CORRECTION								0,9983	0,9985	0,9983	0,9985
LOADED/TRANSFERED/SUPPLIED(GOV)										1.545,653	
AVERAGE TEMPERATURE USED								43	15	40	15,6
V C F ASTM 54B								0,9797	1,0000	0,9827	0,9995
LOADED/TRANSFERED/SUPPLIED(GSV@15°C)										1.528,740	
DENSITY IN VACUO								0,9489	0,8403	0,9822	0,8397
AIR/VACUO FACTOR								0,99885	0,99865	0,99895	0,99865
DENSITY IN AIR								0,9478	0,8392	0,9812	0,8386
WEIGHT IN AIR										1.500,000	

VISCOSITY RESULTS(ONLY BLENDINGS) (1) (2)  
 TOTAL BLENDING QUANTITY. (1+2+3+4) Cst VISC.FROM QUALITY CERTIFICATE  
MT

**DELIVER QUALITY** / Regalos de calidad, anotar.

	IFO-380	IFO-180	MDO	MGO	
STEMMED QUALITY					MT
DELIVERED QUALITY					MT

LOADING USUALLY STATE "REFINERY"  
 TRANSFER ALWAYS BARGE TO BARGE, BARGES CONSUMPTION EXCLUDED.  
 SUPPLY BUNKERAGE, INCLUDING OWN CONSUMPTION AND OTHERS BARGES CONSUMPTION.  
 BLENDED CONTROL TO BE FILLED WHEN APPLICABLE, LOADING, SUPPLY OR TRANSFER BARGE TO BARGE  
 METERS CONTROL TO BE FILLED LOADING USING SHORE METERS AND DISCHARGING USING BARGE METERS.  
 DELIVER QUALITY LOADING TO BE FILLED IF AVAILABLE QUALITY IS SUPERIOR THAN ORDERED, STATE REASON.  
 SUPPLY IF QUALITY SUPERIOR THAN REQUESTED, STATE REASON.  
 JETTY METERS DELETE AS NECESSARY.  
 VISCOSITY FOR BLENDING ALWAYS USE AND STATE QUALITY CERTIFICATE VISCOSITY  
 VSL REPRESENTATIVE ONLY IF QUANTITY WITNESSED BY THE BUYER ON BOARD THE BARGE.

REMARKS:

**SPABUNKER VEINTIDOS**  
 IMO 9280878  
 On behalf of the Charterer

CAPITAN / Barge Master  
 NAME EDGAR SALAZAR  
 SIGNATURE

VSL REPRESENTATIVE JOLLY  
 NAME  
 RANK  
 SIGNATURE

IGNAZIO MESSINA & C. S.p.A.  
 M/n  
 PALLADIO  
 PORT OF REGISTRY  
 MADEIRA  
 MADEIRA

Ilustración 9. Anexo 4bis. Fuente: Trabajo de campo.

**Evaluación de suministro.**

Donde se nos califica en varios aspectos como seguridad en la operación, bombeo, eficacia del personal, comunicaciones, documentos, aspecto de los equipos y personal.

Este documento es muy importante para el departamento de calidad de la empresa donde se puede evaluar la satisfacción del cliente sobre todo si son barcos de línea que continuamente nos solicitan el servicio de bunkering o grandes compañías de contenedores como MSC O MAERSK.

**PENINSULA**  
 PERFORMANCE SHEET / HOJA DE EVALUACION DE SERVICIO

**Master / Chief Engineer**  
 Capitán / Jefe de Maquinas

Dear Sir, as part of the PENINSULA PETROLEUM Bunker service overall quality management program, we have asked our client to take the time to asses our Bunkering services.

*Estimado Sr. Como parte del programa de gestión de Calidad del Servicio de Bunker de PENINSULA PETROLEUM, le rogamos que valoren el servicio de Bunker que le hemos prestado.*

**Thank you in advance for helping us in this effort.**  
*Agradeciendoles de antemano su colaboracion.*

Name of Vessel/ Buque:	JOLLY PALLADIO		
Company/ Compañía	SAFEEN RO RO 42 LIMITED		
Port / Puerto:	BARCELONA		
Operation / Operaciones:	BUNKERING	Barge/Gabarra: SPABUNKER 22	
Date / Fecha	02/03/2024		

Please mark with 'X' your option Marque con una 'X' su respuesta	GOOD BUENO	AVERAGE REGULAR	POOR MALO	REMARKS OBSERVACIONES
Operation Safety Seguridad en Operaciones	✓			
Pumping Bombeo	✓			
Personnel efficacy Eficacia del Personal	✓			
Communications Shore/Barge-Ship Comunicaciones Tierra/Gabarra-Buque	✓			
Documents Documentacion	✓			
Equipment/Barge appearance Aspecto de los equipos/Gabarra	✓			
Personnel appearance Aspecto del personal	✓			

**OTHERS / OTROS COMENTARIOS:**

Vessel's stamp  
Sello del Buque

IGNAZIO MESSINA & C. S.p.A.  
 M/n  
 JOLLY  
 PALLADIO  
 PORT OF REGISTRY  
 MADEIRA  
 MADEIRA

Master / Chief Engineer  
 Capitán / Jefe de Maquinas  
 Signature / Firma

CAPITAN / Barge Master's Comments if applicable  
 Name: EDGAR SALAZAR  
 Date:

VT  
 S/S TENCRIE

Ilustración 10. Evaluación de suministro. Fuente: Trabajo de campo.

### **3. Ventajas de la digitalización en el bunkering**

Como siempre las nuevas tecnologías primero salen al ámbito militar y luego pasan a la vida civil, así llegaron a las gabarras de combustible.

Las nuevas gabarras ya salen equipadas con la última tecnología para cumplir con las regulaciones y las que ya tienen unos años en servicio van adaptando poco a poco la nueva tecnología para cumplir los cambios en las exigencias del mercado y las regulaciones ambientales, mediante estos avances se aumenta la eficiencia, se reducen los errores y se agilizan los procesos mejorando así la productividad.

En este mundo cada vez más impulsado por la tecnología las empresas tienen que ir adaptándose a entornos cambiantes facilitando la toma de decisiones, fomentar la innovación y mejorar la ergonomía en el trabajo.

Considerando la actividad que nos ocupa podríamos decir que la automatización y digitalización ofrecen muchas ventajas.

#### **3.1. Mejora de la eficiencia operativa**

Se pueden manejar todos los procesos de carga y descarga desde un centro de control llamado control de carga, desde aquí se opera tanto en la carga como en la descarga, desde aquí se operan apertura y cierre de válvulas monitorizadas tanto de lastre (durante una operación de descarga) como deslastre (durante una operación de carga), podemos arrancar y parar bombas tanto para lastrar como para deslastrar.

También se pueden arrancar bombas de descarga, abrir y cerrar válvulas de descarga, manejar parámetros de la mezcladora (en caso de suministro de diferentes viscosidades de fueles IFO 180, IFO 60, IFO 40 etc.).

Desde el control de carga también controlamos la cantidad de fuel o gas oil que vamos cargando o descargando, su temperatura, las presiones, la escora etc.

Mediante cámaras de circuito cerrado podemos saber cuánto producto vamos descargando observando el contador de cubierta desde el centro de control.

Tenemos control visual y audible de las alarmas de alto nivel y de la existencia de gases en los tanques de lastre etc.

En resumen, gracias a la tecnología se puede manejar casi todo desde el control de carga mejorando la toma de decisiones ahorrando tiempo en las operaciones y dando una respuesta rápida ante situaciones de emergencia.

### **3.2. Garantiza la seguridad marítima**

Gracias a las nuevas tecnologías podemos centralizar todas las operaciones de carga y descarga en un solo sitio o control de carga donde se realizan y monitorean las operaciones de carga y descarga.

Esto facilita la supervisión a distancia siendo más seguro para el personal de abordaje ya que no necesitan estar tanto tiempo en cubierta evitando así accidentes o exposición a gases o a las inclemencias del tiempo.

Garantiza la seguridad para el medio marino debido a que se pueden realizar cargas y descargas en circuito cerrado teniendo información en tiempo real evitando así derrames de hidrocarburos al medio marino.

## **4. Automatización en el proceso de bunkering**

Con la ayuda de la digitalización podemos crear una plataforma única donde se integren todos los actores de la cadena de suministros creando una plataforma interna donde todos los actores puedan observar todas las etapas de un suministro desde la planificación hasta la entrega del producto.

A todo esto, la integración de la tecnología y la digitalización contribuye a la eficiencia, la seguridad y sostenibilidad en el transporte marítimo de los productos suministrados beneficiando el bunkering y al medio ambiente.

### **4.1 Sistemas de carga y descarga automatizados**

Durante las operaciones usamos los siguientes elementos automatizados manipulados desde el control de carga.

#### ***Sistemas de lastre y deslastre.***

Desde el control de carga podemos realizar una operación de lastre (durante un suministro) o deslastre (durante una carga) a través de la apertura o cierre de válvulas de manera remota para lo cual contamos en el control de carga con un esquema del barco el cual nos indica gráficamente que válvulas abrir o cerrar para realizar una operación de deslastre (durante una carga) o llenado de tanques (durante un suministro) solo necesitamos abrir o cerrar las válvulas implicadas según el tanque a vaciar o llenar y arrancar la bomba de lastre también de manera remota desde el control de carga.



Es decir, nos va indicando en tiempo real el llenado y vaciado de los tanques de carga dándonos mucha seguridad en las operaciones de carga y descarga debido a que por las regulaciones actuales está prohibido las cargas y descargas con los tanques abiertos.

Nos da una gran seguridad al mostrarnos en forma gráfica y en tiempo real el movimiento de llenado o vaciado de la carga dándonos en todo momento el porcentaje de llenado de los tanques.

Cabe destacar que ha sido una gran ayuda su instalación abordo tanto para la seguridad de la manipulación de la carga en circuito cerrado evitando así despistes o errores humanos que originaron varios reboses de fuel y gasoil, a mi parecer con este sistema es difícil que vuelvan a ocurrir derrames de hidrocarburo.

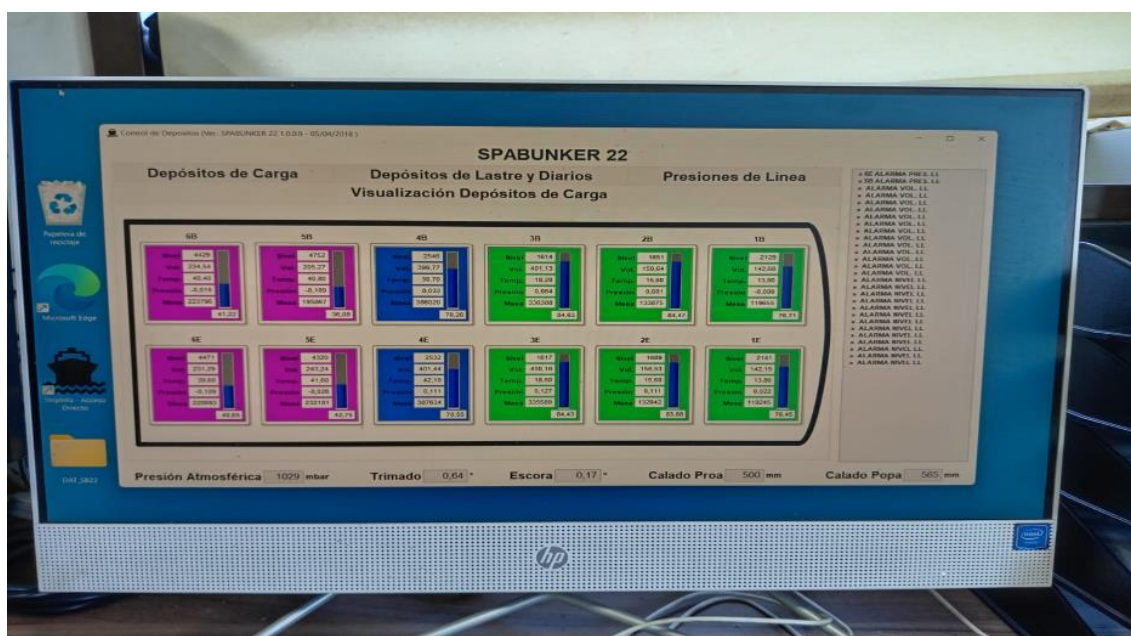


Ilustración 12. Ordenador de carga. Fuente: Trabajo de campo.

### ***Contador volumétrico de fuel y gasoil (Flowmeter).***

Abordo contamos con estos dispositivos uno en la línea descarga de fuel y otro en la línea descarga del gasoil.

Estos contadores nos calculan el volumen a temperatura que vamos entregando al barco suministrado partiendo del dato inicial que son las toneladas como se explicó anteriormente con el anexo IV bis.



Estos dispositivos no son tan exactos como un contador másico ya que dependen de la presión, temperatura, densidad además de otras correcciones para calcular el volumen a temperatura que queremos suministrar.

Como dijimos anteriormente el volumen a temperatura lo calculamos nosotros a bordo con el anexo 4bis y basta que no metamos bien la temperatura, densidad o alguna corrección para que la entrega no sea tan exacta, esto es por lo que es necesario un contador másico y el cliente no se fía.

Estos contadores volumétricos cuentan con un rango establecido de funcionamiento como por ejemplo nuestro contador de fuel va de 96 m<sup>3</sup> la hora a 960 m<sup>3</sup> la hora es decir a menos de 96 m<sup>3</sup> no es fiable así se nos ha dado el caso de que muchos barcos nos piden una presión muy baja a 3 bares lo que equivale a un caudal inferior a 96 m<sup>3</sup> hora y esto no es posible.

El contador del gasoil suele ser más pequeño oscilando su rango de trabajo de 48 m<sup>3</sup> la hora a 480 m<sup>3</sup> la hora.

Estos contadores también cuentan con un factor de corrección que son calculados en su revisión anual y que tiene que aplicarse esta corrección en el cálculo del anexo 4bis para la parada final de los metros cúbicos a temperatura.



Ilustración 13. Contador volumétrico o flow meter. Fuente: Trabajo de campo.

### ***Cámara de video-vigilancia***

Tenemos instaladas cámaras para vigilar todos los sectores de la cubierta de carga y especialmente los contadores para visualizar en tiempo real el volumen que se está descargando visualizando todo esto a través de una pantalla de ordenador instalada en el control de carga.

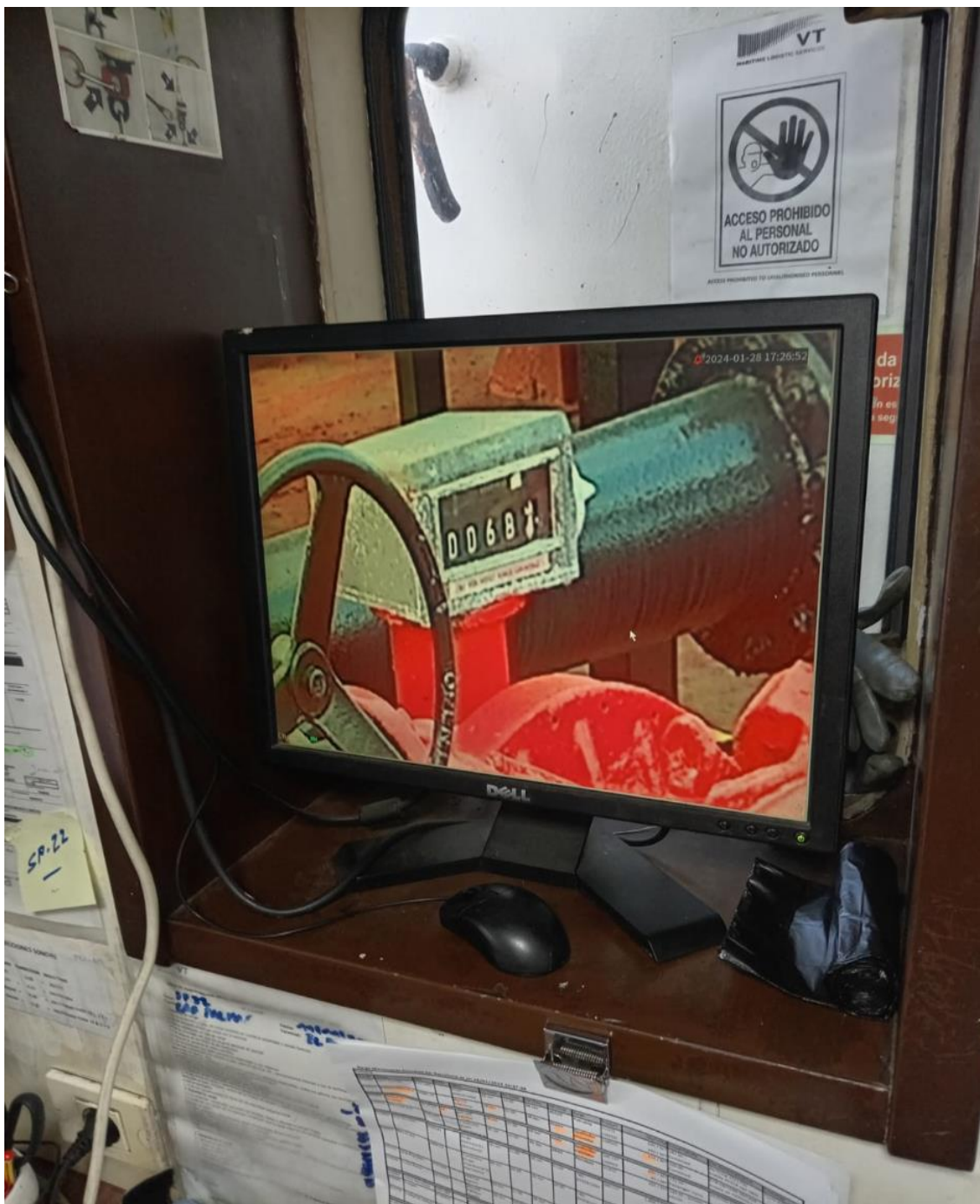


Ilustración 14. Cámara de video-vigilancia. Fuente: Trabajo de campo.

### **Panel de arranque y parada de bombas de carga.**

Desde este panel ubicado en el control de carga se puede abrir y cerrar de forma remota válvulas de salida de las bombas y controlar bypass de las bombas para aumentar o disminuir la presión de descarga para después arrancar las bombas de descarga desde este mismo panel, así como también tenemos visores para controlar el amperaje de las bombas de descarga.

El bypass es una válvula intermedia, la cual se deja totalmente abierta junto con la válvula de salida de la bomba, luego de arrancar la bomba se va cerrando despacio el bypass (válvula que controla el retorno al tanque del producto ) es decir al estar completamente abierto el bypass no sale carga hacia el manifold y luego al barco a suministrar pero a medida que vamos cerrando poco a poco va saliendo producto al barco suministrado con lo cual podemos aumentar o disminuir el caudal de salida a medida que cerramos aumenta la presión.

Según nos pida el barco a suministrar el rate, nosotros aumentamos o disminuimos presión para cumplir con el volumen de descarga que quieren ellos recibir por hora.



Ilustración 15. Panel de arranque y parada bombas de carga. Fuente: Trabajo de campo.

### **Mezcladora de fuel.**

Esta la usamos debido a que los barcos solicitan varias viscosidades de fuel según sus necesidades, así podemos preparar abordo IFO 180, IFO 60, IFO 40 etc.

Mezclando los productos que tenemos abordo como fuel y gasoil.

Abordo tenemos un programa que calcula los porcentajes en una tabla de las cantidades de fuel y gasoil que tienen que salir para formar la mezcla y preparar el producto resultante a la vez que se suministra.

Así se alinean o abren válvulas correspondientes para después de arrancar las bombas el producto fluya hacia la mezcladora en cubierta la cual cuenta con un contador de fuel y otro de gasoil para según tabla ir controlando la mezcla de los productos y hacer el producto resultante.

El fuel siempre pasa por su línea y contador a régimen normal lo que se va controlando en el control de carga es la inyección de gasoil aumentando o disminuyendo para ir llevando en todo momento las cantidades de fuel y gasoil según tabla de mezcla hasta completar el 100% de la mezcla.



Ilustración 16. Mezclador en la cubierta del barco. Fuente: Trabajo de campo.

**Panel de control de alarmas de alto nivel.**

En el control de carga contamos con un panel que nos avisa sonora y visualmente si algún tanque de carga sobrepasa los límites de llenado del 96% y posteriormente el 98% este panel recibe una señal eléctrica proveniente de un sensor instalado en cubierta para cada tanque de carga, el cual probamos su funcionamiento correcto siempre antes de cada operación de carga.

Las sirenas y las luces tipo patrulla están instaladas en la parte alta de la habitación a diferentes alturas es decir la del 98% por encima de la del 96%.



Ilustración 17. Panel de alarma de alto nivel de tanques. Fuente: Trabajo de campo.

### ***Breakaway (liberador).***

Es un acoplamiento de desconexión rápida de seguridad que libera la manguera del barco que estamos suministrando de forma automática cerrándose por ambos lados no produciendo derrame alguno de producto, esto sucede cuando hay un tirón fuerte de la misma debido al rompimiento de cabos o mal tiempo, se usa generalmente en Las Palmas ya que allí suministramos en fondeo donde estamos a merced de viento y oleaje.

## **4.2. Digitalización del servicio de bunkering**

El servicio de bunkering es uno de los servicios portuarios que más importancia tiene debido a que atrae a otros servicios como el aprovisionamiento de víveres, aprovisionamiento de aceite, aprovisionamiento de agua dulce, relevos de tripulación etc. por este motivo si un puerto ofrece combustibles a un precio competitivo los buques recalaran en dicho puerto, generalmente los armadores o chateadores aprovechan la escala de los barcos durante su carga o descarga para realizar el consumo de combustible, pero existen otros buques que solo fondean o entran en el puerto en caso de mal tiempo solo para tomar combustible tal es el caso del puerto de las palmas.

Este servicio de bunkering funciona muy bien en los puertos españoles a través de las diferentes compañías suministradoras de combustible marino como son Península Petroleum, Cepsa, Aegean, Repsol etc.

La idea que se propone es crear una plataforma online para mejorar el servicio de bunkering a nivel operacional, prestando así un servicio más seguro tanto para el personal como para el medio marino, mayor rapidez en las operaciones ya que sería en tiempo real donde todas las partes implicadas en el proceso de bunkering como son los barcos suministrados, gabarra de suministro, compañía suministradora, compañía suministrada, agentes de aduanas, autoridad portuaria, surveyors, etc. podrían acceder a los datos que nos dan los sensores durante el suministro siendo el proceso totalmente transparente para todos.

Con esta plataforma podríamos reducir las demoras que se producen por el intercambio de documentación del barco suministrado y suministrador tanto al inicio como al final de la operación de bunkering.

Evitaríamos también las demoras tan largas que suelen haber en la comprobación de cantidades iniciales y finales que si no se hacen puede haber problemas de cantidades.

Las demoras que suelen haber generalmente en cada buque suministrado son las siguientes:

- Demoras por tráfico portuario entrada y salida.
- Demoras en abarloe y desabarloe por parte de la tripulación del barco suministrado.
- Demoras en conexión y espera documentación inicial.
- Demoras en desconexión, sondado de tanques y espera documentación final.
- Otra demora bastante grande es la espera de practico pero que se ha solventado previo examen teórico y práctico dando a los capitanes de las gabarras la excepción de practicaje para un barco determinado bajo su mando que de no ser así sería imposible cumplir con los horarios de suministro.

En esta idea de hacer más eficiente la operación de suministro vamos a tomar las 2 razones más comunes que se dan en todos los barcos.

Tabla 1. Tiempo medio de demoras. Fuente: Elaboración propia.

<b>Tiempo medio de demora generado por un buque</b>	
<b>Motivo demoras</b>	<b>Tiempo medio</b>
Conexión, sondas iniciales y espera documentación inicial.	1 hora
Sondas finales, desconexión y espera documentación final	1 hora
Total	2 horas

Al llegar la gabarra y conectar ellos suelen demorar debido a que no se fían de las características del producto a ser entregado como son la densidad y la temperatura solicitándonos el certificado de calidad, ni de los contadores solicitándonos su certificado de calibración queriendo bajar a sondar la gabarra y muchas veces no habiendo medios seguros para ello.

Todo esto trae demoras innecesarias que se podrían evitar; la misma situación al terminar el suministro en la que muchas veces la discusión por cantidades puede demorar fácilmente más de 6 horas y si el barco no tiene prisa aún más.

En conclusión, todo esto se podría evitar con la creación de nuestra plataforma de bunkering.

De esta manera por ejemplo en el puerto de Las Palmas considerando que se hacen en promedio 1,8 barcos al día el tiempo perdido al año sería de 54,75 días o 1314 horas solo en demoras y solo considerando estas 2 demoras comunes a todos los barcos y no las otras mencionadas que también se dan, pero no en todas las operaciones de suministro.

Ahora bien, si la compañía suministradora como pueden ser Cepsa o Península tan solo quisieran recuperar una cuarta parte de las demoras serían 13,69 días o lo que es lo mismo 328.5 horas.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el rate promedio son a 175 ton. La hora estaríamos hablando de 57487,5 toneladas más suministradas al año que se están perdiendo de facturar las compañías suministradoras, teniendo en cuenta que el precio actual del fuel bajo en azufre <0,5% en el puerto de Las Palmas está en 595 dólares por tonelada por consiguiente las pérdidas anuales en un solo barco por año serían de 34 205.063 dólares anuales.

Estas pérdidas anuales podrían ser más si el buque suministrado aparte del fuel bajo azufre requiere también que se le suministre gasoil, aunque el suministro de gasoil suele ser menor ya que los barcos lo usan en menor cantidad y por esto es un suministro simultáneo que generalmente se hace, el suministro de gasoil entra en una franja de tiempo menor dentro del tiempo que dura el suministro del fuel bajo azufre < 0,5%.

También puede darse el caso de que el buque suministrado pida fuel alto azufre y gas oil que en todo caso las pérdidas son parecidas.

En conclusión, estas pérdidas son muy grandes anualmente para las compañías suministradoras teniendo en cuenta que la mayoría de pólizas de fletamento de las gabarras la hacen por tiempo es decir se paga, aunque esté parada la gabarra.

Para realizar más suministros anualmente mediante la plataforma online se tendría que realizar lo siguiente:



## **1.- Instalación de 2 contadores másicos en la gabarra independientes, uno en la línea de gasoil y otro en la línea de fueloil.**

### ***Contadores másicos.***

Este sería el pilar fundamental para hacer funcionar la plataforma on line, su importancia se sostiene en que son capaces de medir el flujo de masa que trascurren por ellos a través del efecto Coriolis, este contador másico es específicamente para líquidos como es el caso del fuel y el gasoil debemos distinguirlos de un caudalímetro térmico que es para medir el caudal másico de gases.

Un caudalímetro de Coriolis mide la fuerza de Coriolis, dicha fuerza resulta de la inercia del gasoil o fuel moviéndose en un tubo vibrante.

El dispositivo consta de un tubo de medición vibrante por medio del cual circula el fluido. Cuando el producto circula a través del tubo produce una vibración debido a la fuerza de Coriolis producida por el movimiento del producto.

Dos sensores miden la vibración del tubo y la diferencia en las fases entre ellos se usa para determinar la masa, así como el caudal del fluido.

El medidor de flujo másico puede medir de manera precisa y estable, incluso cuando existen variaciones de densidad y viscosidad del fuel o gasoil esto debido a no depender de la velocidad o volumen de líquido que pueden verse afectados por cambios de propiedad de los líquidos.

En conclusión, con estos contadores másicos de efecto Coriolis obtenemos masa, volumen, densidad, temperatura, índice de aire en el producto etc.

Al ser capaces de medir la densidad del producto facilitara que el suministro sea más transparente ya que el cliente se fiara más que la operación de suministro va a ser más exacta en cuanto a las cantidades que solicito.

Las cantidades en los barcos se venden por toneladas, pero los suministros se hacen por volumen habiendo por este motivo importantes pérdidas en las liquidaciones como podemos ver en la siguiente tabla.

Tabla 2. Perdidas por liquidaciones en volúmenes. Fuente: Elaboración propia.

ITEM	PERDIDA
Coste estimado del vlsfo	595 dólares
Cantidad suministrada buque	1000 metros cúbicos
Densidad real	0,986
Densidad a la que se liquida	0,989
Toneladas reales suministradas	986 toneladas
Toneladas a la que se liquida en recibo entrega combustible	989Toneladas
Diferencia en toneladas	3 toneladas
Perdida por error en densidad	1.785 dólares

Esta tabla quiere decir que le hemos facturado 3 toneladas más, perdiendo dinero por lo tanto las perdidas serán muy preocupantes anualmente si la densidad no es la correcta.

Por esto la importancia de la instalación de contadores másicos para que la plataforma online funcione.

## 2. Instalación de sensores en tiempo real.

Estos sensores arrojan datos visibles a cada momento como si de un radar se tratase, estos datos se podrán ver a través de la pantalla de un ordenador.

Estamos hablando de sensores de presión y temperatura en las líneas de descarga para cada producto, sensores de vacío en todos los tanques de carga, sensores de asiento, escora etc.

Estos sensores serían los principales para que el radar nos muestre en todo momento la cantidad de producto en los tanques.

Nosotros ya contamos con esto abordado y es una gran ayuda para las operaciones de carga y descarga a tanque cerrado, da mucha seguridad tanto para el personal como el medio marino, cabe destacar que minimiza casi en un 100% el riesgo de polución.

Aunque el contador másico nos calcula la densidad, podría interconectarse con el radar y facilitar ese dato también al ordenador o radar ya que actualmente nosotros

lo metemos manualmente según nos da la terminal de carga o según certificado de calidad o conectar otro sensor y que nos calcule también la densidad real.

Estamos hablando de estos sensores ya que son los principales datos para que aplicadas las correcciones del caso nos den en todo momento la cantidad del producto abordo.

Ahora bien, para la creación de la plataforma online todos estos sensores podrían estar interconectados gracias al IoT o el internet de las cosas.

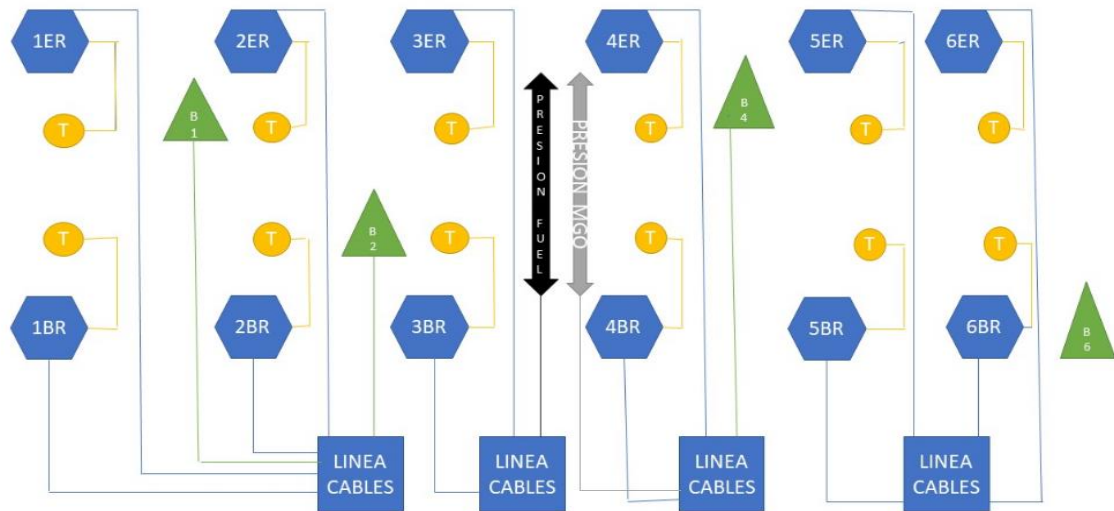


Ilustración 18. Sensores de vacío y presión en todos los tanques de carga. Fuente: Elaboración propia.

donde:

T = Sensor de temperatura tanques carga.

1BR, 1ER, 2BR, 2ER, 3BR, 3ER, 4BR, 4ER, 5BR, 5ER, 6BR, 6ER = Sensor vacío de los tanques.

B1, B2, B4, B6 = Sensores presión en las bombas de descarga.

### 3.- Unificación en una plataforma online.

Todos los datos y en donde solo tengan acceso las partes implicadas en el servicio de bunkering como son la barcaza suministro, barco suministrado, compañía suministradora, compañía suministrada, agentes de aduanas, surveyor, autoridad portuaria etc.

Además, podemos incluir en esta plataforma la cumplimentación de los documentos iniciales y finales de un suministro pudiendo tener acceso los implicados con una clave digital o pin por ejemplo.

Este sistema ahorraría mucho tiempo y facilitaría el intercambio de documentación entre la gabarra y el barco suministrado debido al tamaño cada vez más creciente de los barcos y el medio agreste donde trabajamos ya que se nos dificulta el contacto por la diferencia de tamaño entre ambos.

La dificultad de acceder de manera segura por parte de ellos a tomar sondas iniciales y finales, el intercambio de documentación física, todo esto se podría evitar y más en estos tiempos en que por medio de la tecnología y la digitalización el procedimiento actual queda obsoleto.



Ilustración 19. Actores implicados en el servicio de bunkering. Fuente: Elaboración propia.

Siendo estos 3 puntos necesarios para la creación de nuestra plataforma de bunkering, nosotros contamos con 2 de los puntos actualmente, faltándonos la instalación del contador másico y la interconexión de todo para crear nuestra plataforma web, tal es así que en el puerto de Las Palmas Cepsa ya trabaja con una plataforma llamada Citrix a través de la cual ellos ven los datos que nosotros volcamos para la confección del albarán de entrega del producto, a esta plataforma se puede tener acceso desde cualquier lugar a través de internet y por medio de un usuario y contraseña.

Pero aún no tenemos una plataforma de acceso de todos los actores, ni donde se vuelquen todos los datos que arrojan los sensores y pueda ser visualizado en tiempo real como lo que estamos planteando.

## **5. Impacto ambiental y cumplimiento normativo**

### **5.1. Cumplimiento de regulaciones**

El cumplimiento de regulaciones es importante para prestar operaciones seguras y respetar normativas ambientales.

En nuestro servicio de bunkering tenemos que seguir una serie de normativas como son: Anexo VI Marpol, Código ISM, ISGOTT (Guía Internacional de Seguridad para Petroleros y Terminales), Mooring Equipment Guidelines, Ship to Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases.

Se requiere estar actualizado de los cambios normativos, contar con la documentación adecuada para que las operaciones cumplan con los estándares establecidos.

Es importante todo esto debido a que el bunkering por las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes produce un impacto ambiental significativo y así cumpliendo con la normativa minimizamos los efectos.

La última edición refundida de 2017 MARPOL con respecto al servicio de bunker dice lo siguiente:

#### **Anexo VI**

Prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

Capítulo 3- Prescripciones para el control de las emisiones de los buques.

#### **Regla 14**

Óxidos de azufre (SOx) y materia particulada

Prescripciones generales

1. El contenido de azufre de todo fueloil utilizado a bordo de los buques no excederá los siguientes límites:
  - 4,5% masa/masa antes del 1 enero de 2012;
  - 3,5% masa/masa el 1 de enero de 2012 y posteriormente; y
  - **0,5% masa/masa el 1 enero de 2020 y posteriormente.**

Mientras los buques operen dentro de las zonas de control de emisiones, el contenido de azufre del fueloil utilizado a bordo no excederá los siguientes límites:

- 1,50% masa/masa antes del 1 de julio de 2010;
- 1,00% masa/masa el 1 de julio de 2010 y posteriormente; y
- **0.10% masa/masa el 1 de enero de 2015 y posteriormente.**

.4 Con anterioridad al 1 de enero de 2020, el contenido de azufre del fueloil al que se hace referencia en el párrafo 4 de la presente regla no se aplicara a los buques que operen en la zona de Norteamérica o la zona del mar Caribe de los Estados Unidos definidas en el párrafo 3, construidos el 1 de agosto de 2011 o anteriormente, que utilicen calderas de propulsión que no estuvieran proyectadas originalmente para funcionar de manera continuada con combustible destilado para usos marinos o gas natural.

#### **Regla 18**

Disponibilidad y calidad del fueloil.

Disponibilidad del fueloil.

1 Cada parte adoptara todas las medidas razonables para fomentar la disponibilidad de fueloil que cumpla lo dispuesto en el presente anexo, e informara a la organización de la disponibilidad de fueloil reglamentario en sus puertos y terminales.

## Calidad del fueloil

3 El fueloil para combustible que se entregue y utilice a bordo de los buques a los que se aplique el presente anexo se ajustara a las siguientes prescripciones:

.1 a excepción de lo estipulado en el párrafo 3.2 de la presente regla:

.1.1 estará compuesto por mezclas de hidrocarburo derivados del refinado de petróleo. Esto no excluirá la posibilidad de incorporar pequeñas cantidades de aditivos con objeto de mejorar algunos aspectos de rendimiento;

.1.2 no contendrá ningún ácido inorgánico; y

.1.3 no contendrá ninguna sustancia añadida ni desecho químico que:

.1.3.1 comprometa la seguridad de los buques o afecte negativamente al rendimiento de las maquinas, o

.1.3.2 sea perjudicial para el personal, o

.1.3.3 contribuya en general a aumentar la contaminación atmosférica;

.2 el fueloil para combustible obtenido por métodos distintos del refinado del petróleo no deberá:

.2.1 tener un contenido de azufre superior al aplicable según lo estipulado en la regla 14 del presente anexo;

.2.2 ser causa de que el motor supere el límite de emisión de NO<sub>x</sub> aplicable indicado en los párrafos 3,4,5.1.1 y 7.4 de la regla 13;

.2.3 contener ningún ácido inorgánico; ni

.2.4.1 comprometer la seguridad de los buques o afectar negativamente al rendimiento de las maquinas; o

.2.4.2 ser perjudicial para el personal; o

.2.4.3 contribuir en general a aumentar la contaminación atmosférica.

## Anexo VI

Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques.

Capítulo 1-Generalidades

### Regla 4

#### Equivalentes

**1 La administración de una parte podrá autorizar la utilización abordo de un buque de accesorios, materiales, dispositivos o aparatos u otros procedimientos, tipos de fueloil o**

métodos de cumplimiento, **como alternativa a los prescritos en el presente anexo, si tales accesorios, materiales, dispositivos o aparatos, u otros procedimientos, tipos de fueloil o métodos de cumplimiento son por lo menos tan eficaces en cuanto a la reducción de las emisiones como los prescritos en el presente anexo, incluidos los niveles indicados en las reglas 13 y 14.**

Lo anteriormente señalado en negrita lo cumplimos como suministradores colocando una cláusula específica en el Acuerdo de suministro de bunker o Anexo 2, entregándose al barco en los papeles iniciales es decir la regla 14 párrafos 1.3 a 4.3 y la regla 18 párrafo 1. (disponibilidad del fueloil).

La regla 18.3 (calidad del fueloil) citada anteriormente también en negrita también la cumplimos declarándolo en el recibo de entrega o Bunker Delivery note (BDN), lo cual lo justificamos al barco mediante un certificado de calidad que recibimos de la terminal de carga y entregamos copia a todos los barcos a suministrar junto con la documentación inicial.

La regla 4 del Marpol anexo VI es el motivo por el cual aún estamos suministrando fuel alto azufre es decir con un contenido de 3,23% por ejemplo o más alto del ordenado por la regla 14 párrafos 1.3 o 4.3 es decir mayor a 0,5% masa/masa o 0.10% masa/masa dentro de una zona de control de emisiones.

Esto lo declaramos también en el recibo de entrega o bunker delivery note y lo justificamos mediante un documento denominado información requerida por el bunker barge (ilustración 5) que nos firma y sella el barco donde nos pone claramente de que el mismo cuenta con un sistema de limpieza de gases de escape o lavadores con lo cual justifica la toma de fuel pesado o alto azufre este papel se lo damos solo a los barcos que piden alto azufre junto con los papeles iniciales.

Nosotros como suministradores de fueloil nos hemos ido adaptando progresivamente a los cambios en las normativas de la Organización Marítima Internacional en cuanto a reducción de óxidos de azufre que entraron en vigor en 2005.

Como capitán de una gabarra prestando servicios de bunkering desde el año 2008 he sido testigo de estos cambios, así pasamos de suministrar un fueloil desde 4,5 % masa/masa hasta el actual reglamentario fuera de las zonas de control de emisión a 0,5% masa/masa desde el 1 de enero de 2020; y un gas oil que ha pasado de un 1,5% masa/masa a un 0,10% masa/masa desde el 1 enero 2015 aunque actualmente tenemos un gas oil con contenido de azufre 0,01% masa/masa.

Como suministradores he visto que se han seguido los plazos para poder cumplir con la normativa internacional y también se ha visto el interés de los barcos de poder



adaptarse a la normativa desde utilizar mezclas de fueloil con gas oil para reducir el contenido de azufre, así nosotros hemos suministrado a lo largo del tiempo fueloil con viscosidades diferentes bajando el contenido de azufre (IFO 180, IFO 60 etc.) para lo cual contamos con un mezclador abordo antes mencionado.

Pero debido a que estas mezclas de fueles son máscaras que el fuel pesado (IFO 380) algunos buques han optado por reducir costes e instalar sistemas de limpieza de los gases de escape o lavadores como un medio equivalente para cumplir la normativa (siempre cumpliendo la regla 4 del anexo VI de Marpol).

## 6. Conclusiones.

A lo largo de este trabajo, hemos explorado en profundidad el servicio de bunkering, destacando su importancia crítica en la industria marítima y las numerosas mejoras que la digitalización ha aportado a este proceso. Basándonos en una experiencia de 17 años en diversos puertos, y respaldados por una extensa revisión bibliográfica, podemos extraer varias conclusiones clave que reflejan no solo los avances técnicos, sino también la dimensión humana y operativa del bunkering.

**1. Importancia del Bunkering en la Industria Marítima:** El bunkering sigue siendo una actividad vital para el funcionamiento eficiente de la industria marítima. A pesar de la evolución tecnológica, los principios fundamentales del bunkering permanecen relevantes, asegurando que los barcos reciban el combustible necesario para sus operaciones. La adecuada gestión de este proceso es crucial para mantener la seguridad y la eficiencia en los puertos, así como para garantizar la continuidad del comercio marítimo global (Nguyen et al., 2023; UNCTAD, 2020).

**2. Impacto de la Digitalización:** La incorporación de tecnologías digitales ha revolucionado el proceso de bunkering. Desde sistemas de monitoreo en tiempo real hasta equipos automatizados de carga y descarga, estas innovaciones han mejorado significativamente la precisión, la seguridad y la eficiencia operativa. La digitalización permite una mejor gestión de los recursos y una respuesta más rápida a las incidencias, lo que reduce los riesgos operativos y mejora la productividad (DNV GL, 2020; Shell Marine, 2020).

**3. Seguridad Operativa:** Uno de los beneficios más destacados de la digitalización es la mejora de la seguridad operativa. La capacidad de monitorizar y controlar los procesos de manera centralizada reduce la necesidad de intervención manual, disminuyendo así el riesgo de errores humanos y accidentes. Esta mejora es particularmente significativa en el contexto del manejo de combustibles peligrosos, donde cualquier incidente puede tener graves consecuencias ambientales y económicas (American Bureau of Shipping, 2020; European Maritime Safety Agency, 2020).

**4. Desafíos y Responsabilidades:** A pesar de los avances tecnológicos, la responsabilidad y la presión sobre los capitanes y tripulaciones durante las operaciones de bunkering siguen siendo altas. Las condiciones meteorológicas adversas y las decisiones críticas sobre la continuidad del servicio en tales circunstancias subrayan la necesidad de un apoyo institucional más fuerte, como una mayor implicación de las autoridades portuarias en la toma de decisiones operativas. Esto no solo aliviaría la

presión sobre los capitanes, sino que también mejoraría la seguridad general del proceso.

**5. Cumplimiento Normativo y Sostenibilidad:** El cumplimiento de las normativas internacionales, como el Anexo VI del MARPOL, es esencial para reducir el impacto ambiental del bunkering. La adopción de prácticas más sostenibles y el uso de combustibles alternativos son pasos cruciales hacia la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la protección del medio marino. Estas medidas son fundamentales no solo para cumplir con las regulaciones actuales, sino también para prepararse para futuros desafíos.

En resumen, el servicio de bunkering ha experimentado una transformación significativa gracias a la digitalización y la automatización. Estos avances han mejorado la eficiencia y la seguridad, aunque también han resaltado la necesidad de un apoyo continuo y una mayor responsabilidad institucional. La evolución del bunkering hacia prácticas más sostenibles y el cumplimiento de las normativas ambientales son imperativos para el futuro de la industria marítima. El conocimiento y la experiencia acumulados en este trabajo proporcionan una guía valiosa para los nuevos tripulantes y para la mejora continua del servicio de bunkering.

## 7. Conclusions.

Throughout this paper, we have explored bunkering in depth, highlighting its critical importance in the maritime industry and the many improvements that digitalisation has brought to this process. Based on 17 years of experience in various ports, and supported by an extensive literature review, we are able to draw several key conclusions that reflect not only the technical advances, but also the human and operational dimension of bunkering.

**1. Importance of Bunkering in the Maritime Industry:** Bunkering remains a vital activity for the efficient operation of the maritime industry. Despite technological evolution, the fundamental principles of bunkering remain relevant, ensuring that ships receive the fuel necessary for their operations. Proper management of this process is crucial to maintaining safety and efficiency in ports, as well as ensuring the continuity of global seaborne trade.

**2. Impact of Digitalisation:** The incorporation of digital technologies has revolutionised the bunkering process. From real-time monitoring systems to automated loading and unloading equipment, these innovations have significantly improved accuracy, safety and operational efficiency. Digitisation enables better resource management and faster response to incidents, reducing operational risks and improving productivity.

**3. Operational safety:** One of the most prominent benefits of digitisation is improved operational safety. The ability to centrally monitor and control processes reduces the need for manual intervention, thereby reducing the risk of human error and accidents. This improvement is particularly significant in the context of hazardous fuel handling, where any incident can have serious environmental and economic consequences.

**4. Challenges and Responsibilities:** Despite technological advances, the responsibility and pressure on masters and crews during bunkering operations remain high. Adverse weather conditions and critical decisions on continuity of service in such circumstances underline the need for stronger institutional support, such as greater involvement of port authorities in operational decision-making. This would not only alleviate the pressure on masters, but also improve the overall safety of the process.

**5. Compliance and Sustainability:** Compliance with international regulations, such as MARPOL Annex VI, is essential to reduce the environmental impact of bunkering. Adopting more sustainable practices and using alternative fuels are crucial steps towards reducing greenhouse gas emissions and protecting the marine

environment. These measures are fundamental not only to comply with current regulations, but also to prepare for future challenges.

In short, the bunkering service has undergone a significant transformation thanks to digitalisation and automation. These developments have improved efficiency and safety, but have also highlighted the need for continued support and greater institutional accountability. The evolution of bunkering towards more sustainable practices and compliance with environmental regulations are imperative for the future of the maritime industry. The knowledge and experience accumulated in this work provides valuable guidance for new crews and for the continuous improvement of the bunkering service.

## 8. Bibliografía.

- American Bureau of Shipping. (2020). Guide for the environmental protection notation (ENVIRO). Recuperado de [https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/special\\_service/226\\_enviro\\_guide.pdf](https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/rules-and-guides/current/special_service/226_enviro_guide.pdf)
- American Petroleum Institute. (2020). API Standard 1525: Bulk Oil Testing and Control. Recuperado de <https://www.api.org>
- DNV GL. (2020). The fuel of the future: LNG as ship fuel. *DNV GL*. Recuperado de <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/index.html>
- European Maritime Safety Agency. (2020). Guidance on best practices for bunkering operations. Recuperado de <http://www.emsa.europa.eu/publications/reports/item/3594-guidance-on-best-practices-for-bunkering-operations.html>
- ExxonMobil. (2020). Marine lubricants and fuels. Recuperado de <https://www.exxonmobil.com/marine-lubricants-and-fuels>
- International Energy Agency. (2020). Oil Market Report. Recuperado de <https://www.iea.org/reports/oil-market-report>
- International Maritime Organization. (2020). MARPOL Annex VI: Regulations for the prevention of air pollution from ships. Recuperado de <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx>
- Lam, J. S. L., & Zhang, W. (2020). Operational and economic evaluation of ammonia bunkering. *ScienceDirect*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219318828>
- Lloyd's Register. (2020). Marine fuel specifications and standards. Recuperado de <https://www.lr.org/en/marine-fuel-specifications-and-standards/>
- Marine Insight. (2024). The ultimate guide to fuel oil bunkering process on ships. Recuperado de <https://www.marineinsight.com/ultimate-guide-to-fuel-oil-bunkering-process-on-ships/>
- Maritime Dictionary. (2024). What is bunkering? Recuperado de <https://www.maridict.com/bunkering>
- Maritime Manual. (2024). What is bunkering in ships? Recuperado de <https://www.maritimemanual.com/what-is-bunkering-in-ships/>
- Nguyen, H. V., Nam, D., & Kang, H. (2023). Safety assessment of the ammonia bunkering process in the maritime sector: A review. *Energies*, 16(10), 4019. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/en16104019>

- Shell Marine. (2020). Technical guide to marine fuel management. Recuperado de <https://www.shell.com/marine-fuel-management>
- Singh, M. (2024). Bunkering procedures: Best practices and precautions. *Marine Insight*. Recuperado de <https://www.marineinsight.com/bunkering-procedures/>
- UNCTAD. (2020). Review of Maritime Transport. *United Nations Conference on Trade and Development*. Recuperado de <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2020>
- United States Coast Guard. (2020). Bunkering operations safety guide. Recuperado de [<https://www.uscg.mil/bunkering-safety-guide>](<https://www.uscg.mil/bunkering-safety>\*\*Servicio de Bunkering y Mejoras a través de la Digitalización\*\*

## Permiso de divulgación del Trabajo Fin de Máster

El alumno **Edgar Germán Salazar Vilela**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Servicio de bunker y mejoras a través de la digitalización**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Prof. Dr. José Agustín González Almeida**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFM), manifiesta que **NO PERMITE** la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado por la Universidad de La Laguna, por contener el mismo información y datos sensibles pertenecientes a empresas y organismos privados.