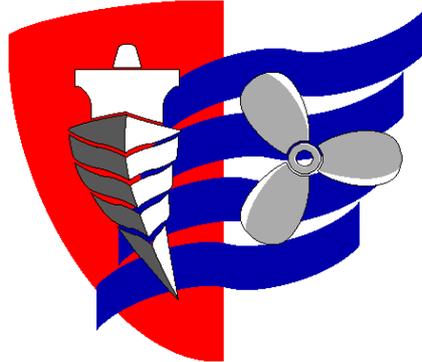


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Máster*

**PROCEDIMIENTOS PARA EL AMARRE Y  
ATRAQUE EN OPERATIVA DE  
EMERGENCIA**

---

**MOORING AND BERTHING PROCEDURES  
FOR EMERGENCY OPERATION**

Para acceder al Título de Máster Universitario en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE  
MARÍTIMO**

Autor: Alba Rodríguez Aguinaga

Director: Andrés Rafael Ortega Piris

Julio-2023

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

*Trabajo Fin de Máster*

**PROCEDIMIENTOS PARA EL AMARRE Y  
ATRAQUE EN OPERATIVA DE  
EMERGENCIA**

---

**MOORING AND BERTHING PROCEDURES  
FOR EMERGENCY OPERATION**

Para acceder al Título de Máster Universitario en

**INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE  
MARÍTIMO**

Julio-2023



## RESUMEN

Como consecuencia de la erupción del volcán Tajogaite, el pueblo de Puerto Naos y sus alrededores pertenecientes a la isla de La Palma quedaron desabastecidos de agua para el regadío de las plantaciones de plátanos, las cuales constituyen la primera fuente de ingresos de la isla.

Ante esta situación de emergencia, el Consejo Insular de Aguas de La Palma solicitó de manera urgente agua de regadío para la zona afectada, siendo el Gobierno Central quien hizo una propuesta de transporte de agua vía marítima y dirigida a su vez por el Gobierno de Canarias. Para ello, entre las fechas 20 de octubre de 2021 y 4 de marzo de 2022, se fletó el servicio de un buque cisterna petro-químico de 115,26 metros de eslora, 18,20 metros de manga y con una capacidad para transportar 8.500,08 m<sup>3</sup> de agua, distribuida en 10 tanques con sus respectivas bombas centrifugas de 200 m<sup>3</sup>/h.

Al oeste de la isla de La Palma no se contaba en esa época con un atraque adecuado para que el buque cisterna pudiera realizar las operaciones de descarga con seguridad atracado a muelle, por lo que, ante la premura de tiempo, hubo que improvisar un punto de carga en el puerto de Tazacorte, ubicado en el oeste de la isla de La Palma y un punto de descarga en la playa de Puerto Naos. Esta pequeña población, cuenta con una playa de arena negra y fondos profundos, lugar en el cual se instalaron los elementos de fondeo y descarga de agua desde el buque hasta la red de riego.

En el presente trabajo se diseñan los distintos procedimientos tanto para el amarre/desamarre, atraque/desatraque y carga/descarga en la obra de emergencia realizadas en La Palma para poder llevar a cabo tal suministro con seguridad y eficacia.

## PALABRAS CLAVE

Prevención de desastres, erupción volcánica, transporte marítimo, lucha contra la sequía

## ABSTRACT

Due to the eruption of Tajogaite volcano, the village of Puerto Naos and its surrounding area on the island of La Palma were left without water to irrigate their banana plantations which are the main source of income of the island.

Given this emergency, La Palma Water Council urgently demanded irrigation water for the affected area and the Central Government proposed that water be sent by sea under the supervision of the Canarian government. Thus, a 115.26 metres length and 18.20 metres width oil tanker was chartered, between 20 October 2021 and 4 March 2022, with a capacity to transport 8,500.08 m<sup>3</sup> of water, stored in 10 tanks with their respective 200 m<sup>3</sup>/h centrifugal pumps.

At the time, the western coast of the island of La Palma lacked an appropriate berth for the oil tanker to safely perform the unloading operations while berthed at quay. Given the time pressures, a loading point had to be improvised in the port of Tzacorte, West of the island of La Palma, as well as an unloading point at Puerto Naos beach, a black sand deep beach where mooring and water unloading equipment was installed to transfer the water from the vessel to the irrigation supply.

This project is aimed at designing the different mooring/unmooring, berthing/unberthing and loading/unloading procedures used in the emergency operation performed in La Palma to carry out the said water transfer safely and effectively.

## KEYWORDS

Disaster prevention, volcanic eruptions, maritime transport, drought control

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	11
2.	OBJETIVOS .....	12
3.	ESTADO DE LA CUESTIÓN .....	13
3.1.	SITUACIÓN DE EMERGENCIA .....	13
3.2.	INHABILITACIÓN DE LA TUBERÍA DE SUMINISTRO DE AGUA ..	14
3.3.	LOCALIZACIÓN .....	15
3.3.1	PUERTO DE TAZACORTE .....	16
3.3.2	PUERTO NAOS .....	17
3.4.	EMBARCACIONES QUE INTERVIENEN .....	17
3.4.1	BUQUE TANQUE .....	18
3.4.2	REMOLCADOR Y LANCHAS AUXILIAR .....	19
3.5.	LOGÍSTICA ENVÍO SISTEMA DE FONDEO .....	20
3.6.	INSTALACIÓN DE FONDEO .....	21
3.7.	INSTALACIÓN DE DESCARGA .....	24
3.8.	CARACTERÍSTICAS DE ATRAQUE .....	25
3.9.	INSTALACIÓN DE CARGA .....	26
3.10.	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	28
3.10.1	ZONAS DE EXCLUSIÓN MARÍTIMA .....	29
3.10.2	LIMITACIONES PUERTO DE TAZACORTE .....	31
3.10.3	LIMITACIONES PUERTO NAOS .....	33
3.10.4	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	34
3.11.	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN EN OPERATIVA .....	35

3.11.1 BUQUE TANQUE – REMOLCADOR – PRÁCTICO.....	35
3.11.2 BUQUE TANQUE – SALVAMENTO MARÍTIMO .....	36
4. METODOLOGÍA .....	37
5. RESULTADOS.....	38
5.1. MANIOBRA DESATRAQUE PUERTO DE TAZACORTE .....	38
5.2. MANIOBRA DE ENTRADA A FONDEO DE PUERTO NAOS .....	42
5.3. OPERATIVA DE DESCARGA .....	45
5.4. MANIOBRA DE SALIDA DEL FONDEO DE PUERTO NAOS .....	47
5.5. MANIOBRA DE ATRAQUE PUERTO DE TAZACORTE .....	49
5.6. OPERATIVA DE CARGA .....	51
6. CONCLUSIÓN .....	53
7. CONCLUSION .....	54
8. BIBLIOGRAFÍA .....	55
9. AVISO DE RESPONSABILIDAD .....	57

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ERUPCIÓN VOLCÁNICA .....	13
ILUSTRACIÓN 2. COLADA DEL VOLCÁN .....	14
ILUSTRACIÓN 3. CANALES ISLA DE LA PALMA .....	15
ILUSTRACIÓN 4. PUERTO DE TAZACORTE .....	16
ILUSTRACIÓN 5. PUERTO NAOS.....	17
ILUSTRACIÓN 6. BUQUE TOMMASO S.....	18
ILUSTRACIÓN 7. EMBARCACIÓN AUXILIAR .....	19

ILUSTRACIÓN 8. REMOLCADOR TRHEINTAYUNO.....	19
ILUSTRACIÓN 9. DISPOSICIÓN TOBERA .....	21
ILUSTRACIÓN 10.TOBERA 41,8 T.....	22
ILUSTRACIÓN 11.CROQUIS SISTEMA DE FONDEO .....	23
ILUSTRACIÓN 12.DISPOSICIÓN INSTALACIÓN DE DESCARGA .....	24
ILUSTRACIÓN 13.ESQUEMA DE ATRAQUE .....	25
ILUSTRACIÓN 14.DISPOSICIÓN INSTALACIÓN DE CARGA.....	26
ILUSTRACIÓN 15. TUBERÍA Y VALVULERÍA INSTALACIÓN DE CARGA.	27
ILUSTRACIÓN 16. SISTEMAS INSTALACIÓN DE CARGA .....	28
ILUSTRACIÓN 17.PRIMERA ÁREA RESTRINGIDA A LA NAVEGACIÓN ...	30
ILUSTRACIÓN 18.SEGUNDA ÁREA RESTRINGIDA A LA NAVEGACIÓN ..	31
ILUSTRACIÓN 19. ATRAQUE BUQUE TOMMASO S PUERTO DE TAZACORTE.....	40
ILUSTRACIÓN 20. PROCEDIMIENTO MANIOBRA DESATRAQUE.....	41
ILUSTRACIÓN 21. POSICIÓN DE FONDEO EN PUERTO NAOS .....	43
ILUSTRACIÓN 22. PROCEDIMIENTO DESCARGA.....	46
ILUSTRACIÓN 23. PROCEDIMIENTO SALIDA DE FONDEO .....	48
ILUSTRACIÓN 24. PROCEDIMIENTO MANIOBRA DE ATRAQUE .....	50
ILUSTRACIÓN 25. PROCEDIMIENTO CARGA .....	52

## LISTA DE ACRÓNIMOS

- M → Metro
- T → Tonelada
- M<sup>3</sup> → Metro cúbico
- HP → Horsepower
- N → North
- S → South
- SE → Southeast
- SW → Southwest
- W → West
- WP → Waypoint
- Km → Kilómetro
- VHF → Very high frequency
- PEVOLCA → Plan Especial de Protección Civil y Atención de Emergencias por riesgo volcánico en la Comunidad Autónoma de Canarias

# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se conoce la operativa de transporte de agua para regadío vía marítima, que tuvo lugar entre las fechas 20 de octubre de 2021 y 4 de marzo de 2022, desde el puerto de Tzacorte, ubicado en el oeste de la isla de La Palma hasta la playa de Puerto Naos, debido a la inhabilitación del Canal LP-II, a causa de la lava por la erupción del volcán Tajogaite.

Los procedimientos de maniobra de atraque, desatraque, fondeo y salida de fondeo realizadas en la operativa de la obra de emergencia son el núcleo de la presente memoria, no obviando las operaciones de carga y descarga de agua. El buque petro-químico “TOMMASO S” y el remolcador “TRHEINTAYUNO” son los principales buques que participan en la operativa y para los cuales se estudiaron las distintas instalaciones. Una de ellas, el Puerto de Tzacorte, donde se habilitó una instalación de carga desde tierra hacia el buque y Puerto Naos, donde no sólo se habilitó una línea de descarga del buque hacia tierra, sino que también se instaló un sistema provisional para el fondeo del buque petro-químico. Capitanía Marítima de Santa Cruz de Tenerife fue la encargada de implantar las limitaciones para llevar a cabo una navegación segura, tanto para las personas como para la navegación del buque fuera de la zona de exclusión y algunos procedimientos para la realización de las distintas maniobras. (Capitanía Marítima, 1 octubre 2021)

El motivo principal que motivó a realizar el presente trabajo se debe a la complejidad que supuso tanto el estudio, puesta en marcha y la proyección de la operativa de emergencia, pues se trató de una operativa poco frecuente y exigente en el tiempo de actuación, conllevando a aprender y a mejorar aptitudes y actitudes como trabajo en equipo, capacidad de respuesta, resolución de problemas, comunicación y liderazgo.

## **2. OBJETIVOS**

Los objetivos del presente trabajo fin de máster se concentran en objetivos experimentales, siendo los siguientes:

1. Conocer los antecedentes y necesidades básicas que llevaron a cabo la elaboración de la operativa.
2. Familiarizarse con la localización de la operativa y sus peculiaridades.
3. Comprender el procedimiento de amarre/desamarre en la boya de fondeo en operativa de emergencia.
4. Comprender el procedimiento de atraque/desatraque en el puerto de Tazacorte en operativa de emergencia.
5. Conocer el procedimiento de conexión/carga en el Puerto de Tazacorte.
6. Conocer el procedimiento de conexión/descarga en Puerto Naos.

### 3. ESTADO DE LA CUESTIÓN

#### 3.1. SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Es en el parque nacional de Cumbre Vieja en la isla de La Palma, España, donde erupcionó el volcán Tajogaite, que tuvo comienzo el 19 de septiembre de 2021 y se detuvo el 13 de diciembre de 2021, ocasionando pérdidas de la biodiversidad como, por ejemplo, variedad de seres vivos de la zona, pérdidas económicas y desalojo de la población ante el peligro de la lava y riesgo por inhalación de gases. (Gobierno de Canarias, 2021)

*ILUSTRACIÓN 1. ERUPCIÓN VOLCÁNICA*



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2. INHABILITACIÓN DE LA TUBERÍA DE SUMINISTRO DE AGUA

El agua de riego almacenada en el Pozo de San Antonio, Tzacorte, es la que suministra a las plantaciones de la parte baja costera del W de la isla de La Palma a través de una única conducción, el Canal LP-II, en sentido norte-sur. (Consejo Insular de Aguas, 2021)

Tras la erupción volcánica, varias instalaciones se vieron afectadas y destruidas por el paso de la lava, entre ellas, la instalación encargada de transportar agua potable a las zonas habitadas de Puerto Naos y alrededores. La inhabilitación del Canal supuso el corte de agua dejando sin riego a las fincas de cultivo de la zona (principalmente plataneras) y con ello la importancia a la búsqueda de alternativas de proveer agua para regadío a las zonas afectadas.

Es por ello por lo que, como alternativa y rápida solución, el canal de agua se desvió desde el Pozo de San Antonio hacia el puerto de Tzacorte, para crear así un puente de transporte marítimo con la misma agua proveniente de los manantiales naturales de la isla.

*ILUSTRACIÓN 2. COLADA DEL VOLCÁN*



*Fuente: Elaboración propia*

ILUSTRACIÓN 3. CANALES ISLA DE LA PALMA



Fuente: (Consejo Insular de Aguas, 2021)

### 3.3. LOCALIZACIÓN

La Palma, isla localizada al oeste del archipiélago canario y situada en el océano Atlántico, afectada ante el suceso de la erupción del volcán Tajogaite (palabra aborigen), cuenta con una población de 83.548 habitantes de los cuales un 10% se vieron afectados directamente ante dicho suceso según (Gobierno de Canarias, 2021).

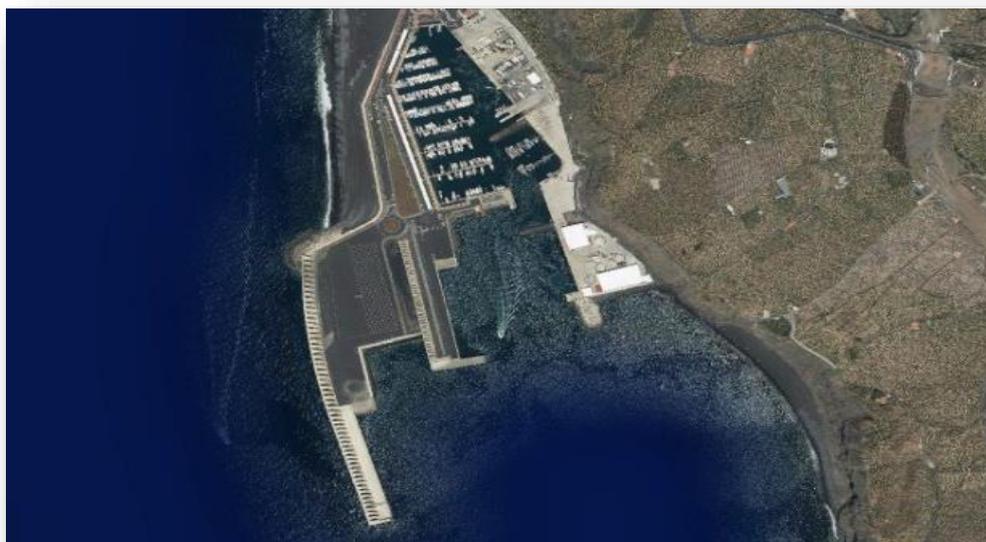
### 3.3.1 PUERTO DE TAZACORTE

El puerto de Tazacorte se encuentra en el pueblo costero de Playa de Tazacorte, situado al oeste de la isla de La Palma, lugar estratégico e idóneo para realizar las operaciones de carga del buque “TOMMASO S”, ya que se trata del puerto más cercano a la zona afectada, sirviendo además de puerto refugio, intercambios de tripulación, provisiones, pertrechos, combustible, etc.

Fuertes oleajes y fuertes rachas de viento son, normalmente, la previsión meteorológica en el puerto de Tazacorte, dificultando el acceso vía marítimo de embarcaciones de gran calado, como el caso del buque “TOMMASO S”, pues la distancia que existe entre el espigón exterior del muelle y la línea de costa es reducida.

Los servicios con los que cuenta el Puerto de Tazacorte son básicos, enfocados sobre todo a barcos de turismo y de recreo, como son, suministro de combustible, suministro de agua, cafeterías, muelle seco, etc. (Puertos Canarios, 2023)

*ILUSTRACIÓN 4. PUERTO DE TAZACORTE*



*Fuente: (Sistema de Información Territorial de Canarias - IDECanarias, 2021)*

### 3.3.2 PUERTO NAOS

Puerto Naos es una población turística-costera situada al oeste de la isla de La Palma. En esta población se encuentran las plantaciones con mayor producción de plátanos, no sólo de la isla, sino de Canarias. Esta pequeña población, cuenta con una playa de arena negra y fondos profundos, por lo tanto, lugar en el cual se instaló la instalación de fondeo y de descarga de agua potable desde el buque hasta la red de riego.

*ILUSTRACIÓN 5. PUERTO NAOS*



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4. EMBARCACIONES QUE INTERVIENEN

Las embarcaciones que intervienen en la operativa de emergencia para el transporte de agua desde el Puerto de Tazacorte hasta las instalaciones habilitadas en Puerto Naos

son, un buque tanque petro-quimiquero adquiriendo función de aljibe y un buque remolcador con su respectiva lancha auxiliar.

### 3.4.1 BUQUE TANQUE

El buque tanque “TOMMASO S”, principal buque de la operativa de emergencia para el transporte vía marítima de agua para el regadío de las plantaciones es un buque tanque petro-quimiquero que cuenta con 115,26 m de eslora, 18,20 m de manga y con una capacidad para transportar 8.500,08 m<sup>3</sup> de agua, distribuida en 10 tanques, 5 en la banda de estribor y otros 5 en la banda de babor, contando cada uno con su respectiva bomba centrífuga de 200 m<sup>3</sup>/h. Como dato adicional, el buque cuenta con una grúa en su sección media de capacidad para 5 T. (De Poli Tankers, 2018)

*ILUSTRACIÓN 6. BUQUE TOMMASO S*



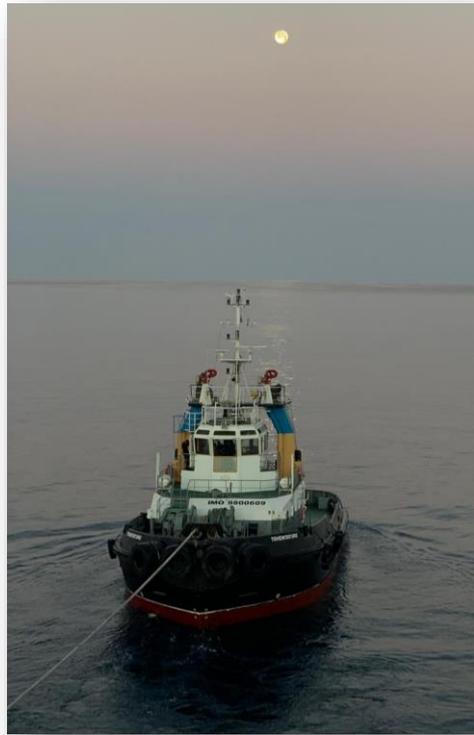
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.2 REMOLCADOR Y LANCHA AUXILIAR

El buque tanque nombrado anteriormente necesita la asistencia de un buque remolcador para cada una de sus maniobras, tanto para el atraque y desatraque en puerto de Tzacorte como para las maniobras y estancias en las instalaciones de Puerto Naos. El remolcador “TRHEINTAYUNO” según (Grupo Remolques Unidos) cuenta con 31,5 m de eslora, 11,2 m de manga, potencia de 6.300 HP y un tiro de 90,6 T.

Además, dicho remolcador, cuenta con una lancha auxiliar de eslora de 4,5 m, 1,5 m de manga y dotada con un motor fueraborda de 25 HP de potencia para poder asistir al buque tanque “TOMMASO S” en las operaciones de fondeo.

*ILUSTRACIÓN 8. REMOLCADOR  
TRHEINTAYUNO*



*ILUSTRACIÓN 7. EMBARCACIÓN AUXILIAR*



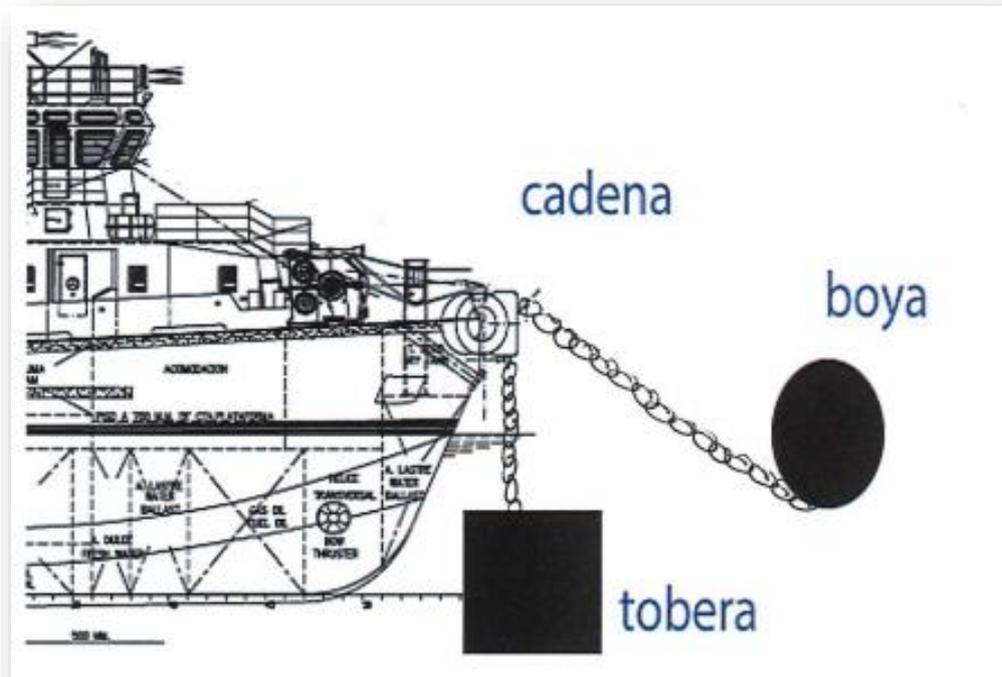
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.5. LOGÍSTICA ENVÍO SISTEMA DE FONDEO

El 14 de octubre de 2021, el remolcador “TRHEINTAYUNO” hizo escala en Las Palmas de Gran Canaria para recoger y trasladar los equipos necesarios para la operativa. Los equipos menos pesados como boyas de señalización, cadenas y otros elementos para el fondeo se trasladaron en la cubierta del remolcador y los más pesados como tobera y boya de señalización se trasladaron a remolque.

La operación de traslado de la tobera se llevó a cabo de la siguiente manera tras un estudio de viabilidad (Colegio de Ingenieros Navales, 2021):

1. Se enrolló parte de la cadena sobre el tambor del chigre de remolque.
2. Posteriormente, la tobera se sostuvo en el agua por medio de una grúa frente a la proa del remolcador.
3. Se hizo firme la tobera mediante el izado de la cadena en el chigre de remolque hasta mantener en tensión la cadena.
4. Se soltó la grúa de la tobera.
5. Se arrió la tobera hasta tenerla en situación de calado similar al remolcador.
6. Una vez suspendida la tobera en el extremo de proa del remolcador, se llevó a cabo su traslado, marcha atrás, a una velocidad aproximada de 7 nudos, hasta el lugar de instalación en Puerto Naos, La Palma.
7. Al llegar al lugar de instalación, el remolcador, en posición, procedió al arriado de la tobera por medio del chigre de remolque.



Fuente: Elaboración propia

### 3.6. INSTALACIÓN DE FONDEO

Inicialmente, la instalación de fondeo localizada en Puerto Naos contaba con una tobera de 41,8 T de peso, diámetro de 5 m y altura de tobera 2,2 m, con la función de actuar como fondeo del buque. La tobera, debido a las características del fondo, con pendiente pronunciada y lecho marino de picón, garreó y se perdió, siendo localizada por el buque oceanográfico Ángeles Alvariño y recuperada por el remolcador “TRHEINTAYUNO” a 132 m de profundidad el sábado 23 de octubre de 2021.

ILUSTRACIÓN 10. TOBERA 41,8 T

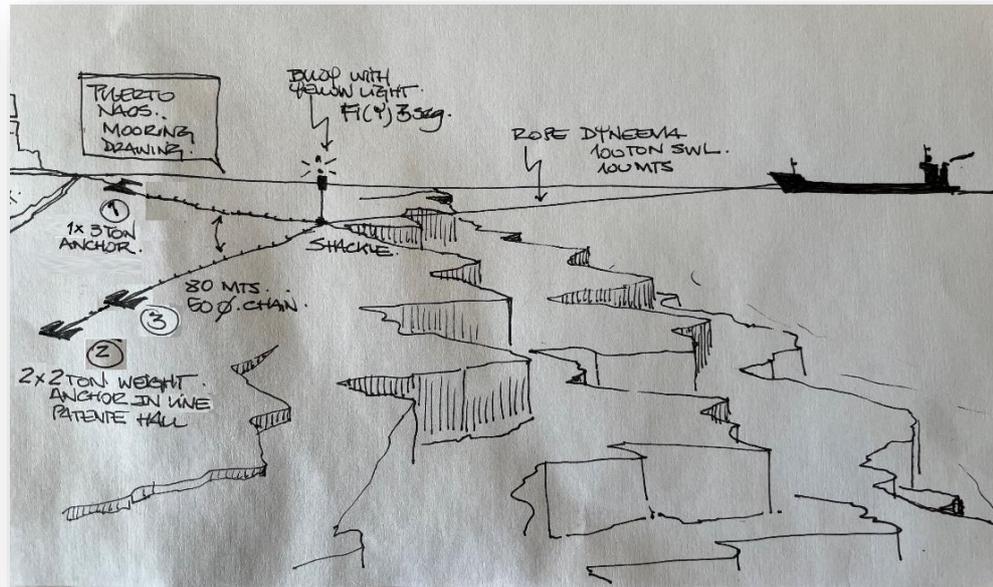


*Fuente: Elaboración propia*

Tras este incidente, el buque oceanográfico mencionado anteriormente, realizó un cartografiado (Instituto Español de Oceanografía, 2021) de la zona de fondeo del buque “TOMMASO S” para estudiar la nueva y adecuada posición de la tobera. No obstante, tras ser colocada nuevamente en la posición estudiada, se confirmó mediante una inspección de buzos, que la tobera había vuelto a garrear llevando a su pérdida total.

A raíz de la pérdida de la tobera, se tuvo que implantar una alternativa distinta, donde se optó por el uso de un ancla de 3 T y 2 anclas de 2 T engalgadas en línea junto a sus respectivas cadenas de 8 T.

ILUSTRACIÓN 11. CROQUIS SISTEMA DE FONDEO



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el sistema usado para el fondeo del buque fue a barbas de gato, es decir, usando dos fondeos independientes, formando un ángulo entre la posición de las dos anclas en los que se pueden repartir los esfuerzos entre ambos. Ambas cadenas procedentes de las anclas, entalengadas entre sí mediante un grillete, contienen en su extremo otro grillete que sirve de conexión con el cabo de material de dyneema, por el cual se hace firme al buque en el fondeo. Para balizar el fondeo se usó una boya flotante de color amarillo dotada de una luz parpadeante también amarilla que emitía 1 destello cada 3 segundos visibles en horas nocturnas y la cual estaba fijada al grillete del fondo mediante una cadena.

### 3.7. INSTALACIÓN DE DESCARGA

La línea de descarga, situada en la playa de Puerto Naos, va desde el buque hacia tierra, concretamente a una planta de desaladoras, ya que el buque no cuenta con la presión suficiente para alcanzar la cota de la red de riego, para posteriormente ser enviada a las plantaciones a través de la red. Dicha línea la componen una manguera flexible de 180 m de longitud que se mantiene a flote, dividida en 3 tramos mediante bridas, para facilitar su fijación al fondo con muertos y cadenas, unida mediante una brida de conexión, 25 m mar adentro, a otra manguera rígida de 150 m, hasta llegar a la planta de las desaladoras. En tierra, ésta última manguera rígida de polipropileno cuenta con una válvula de cierre con su correspondiente purga y contador. El extremo de la manguera que permanece a flote en el agua queda balizado con una boya de color amarillo, al igual que el resto de la línea.

*ILUSTRACIÓN 12.DISPOSICIÓN INSTALACIÓN DE DESCARGA*

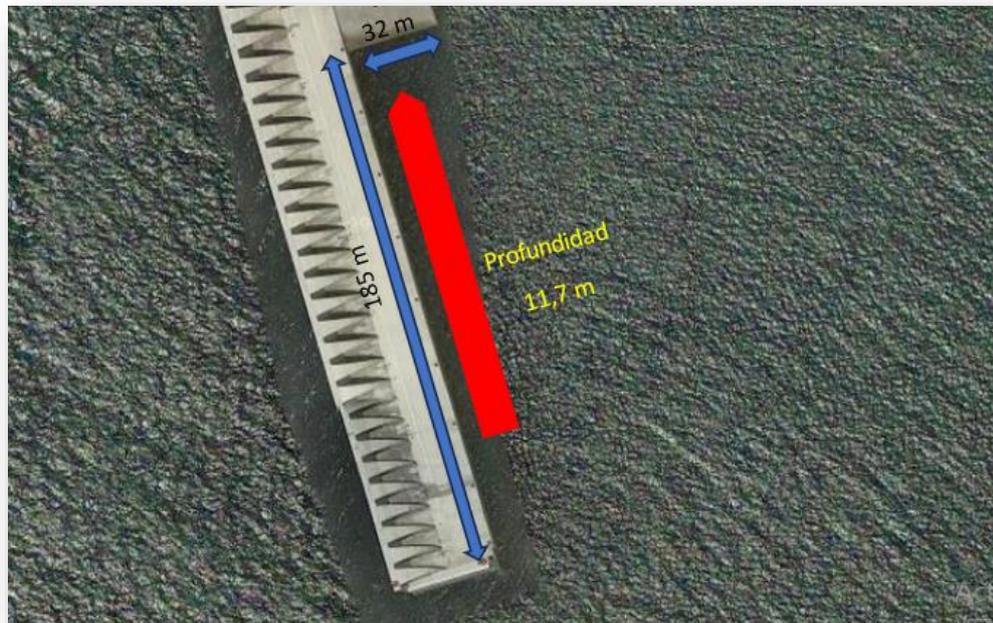


*Fuente: Elaboración propia*

### 3.8. CARACTERÍSTICAS DE ATRAQUE

El dique exterior del Puerto de Tzacorte, lugar de atraque del buque “TOMMASO S” tiene 185 m de longitud, 32 m de ancho y cuenta con 9 noráis y 8 defensas de caucho tipo tubular hueca con unas medidas exteriores de 1,00 m de diámetro y 1,50 m de longitud, suspendidas sobre cadenas y barra de sujeción horizontal metálica situadas a una distancia aproximada de 25 m entre ellas.

ILUSTRACIÓN 13.ESQUEMA DE ATRAQUE



Fuente: Elaboración propia

Debido al mar de fondo frecuente en la zona el buque atraca lo más a proa posible para evitar la resaca ocasionada, contando con una profundidad mínima de 11,7 m.

### 3.9. INSTALACIÓN DE CARGA

La trayectoria de la línea de carga procede desde tierra, concretamente desde el depósito de cabecera ubicado en la zona comprendida entre el extremo occidental del pueblo de Tzacorte y el acantilado que delimita el puerto en su extremo oriental, hasta el buque.

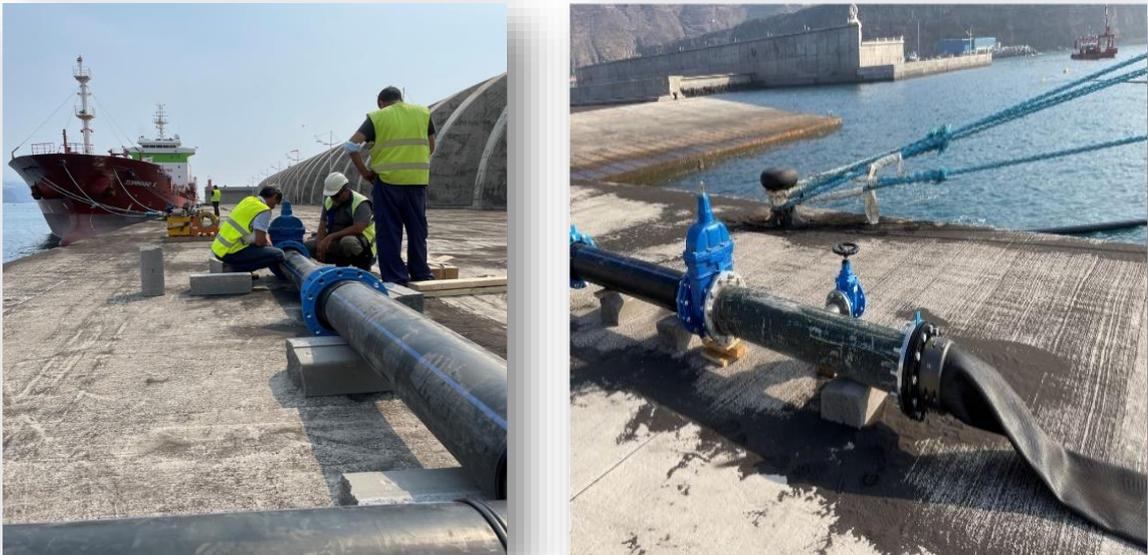
ILUSTRACIÓN 14. DISPOSICIÓN INSTALACIÓN DE CARGA



Fuente: Elaboración propia

La línea está compuesta por una tubería de polipropileno rígida y un tramo de tubería de hierro galvanizado, unidas entre sí. La tubería de polipropileno con una longitud de 500 m se sumerge a 15 m de profundidad cruzando la bocana del puerto con ayuda de lastres compuestos de barreras new jersey de hormigón y cadena. La línea de carga sube a superficie en la línea de atraque, donde se encuentra la válvula de cierre y la válvula de purga, uniéndose con una manguera flexible, en la cual se incluye el extremo de manguera que va conectado al manifold del buque mediante una brida de conexión.

*ILUSTRACIÓN 15. TUBERÍA Y VALVULERÍA INSTALACIÓN DE CARGA*



*Fuente: Elaboración propia*

Debido a los movimientos de oscilación hacia proa y popa del buque mientras este está atracado al muelle se instala un sistema de carros articulados compuestos de pallets y ruedas permitiendo que la manguera oscile con los movimientos del buque y así evitar cualquier posible daño o interrupción de la operativa. Además, para que el guardarraíl del buque no se dañe, se diseñó y construyó mediante soldadura con tubería galvanizada un sistema de apoyo para la manguera flexible con forma cilíndrica.

*ILUSTRACIÓN 16. SISTEMAS INSTALACIÓN DE CARGA*



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.10. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las medidas de seguridad implementadas a lo largo de la operativa, en el Puerto de Tzacorte y en Puerto Naos, así como el área comprendida entre ambas, han estado orientadas a la situación de emergencia de la erupción volcánica y los perjuicios para la salud que ello conlleva.

### 3.10.1 ZONAS DE EXCLUSIÓN MARÍTIMA

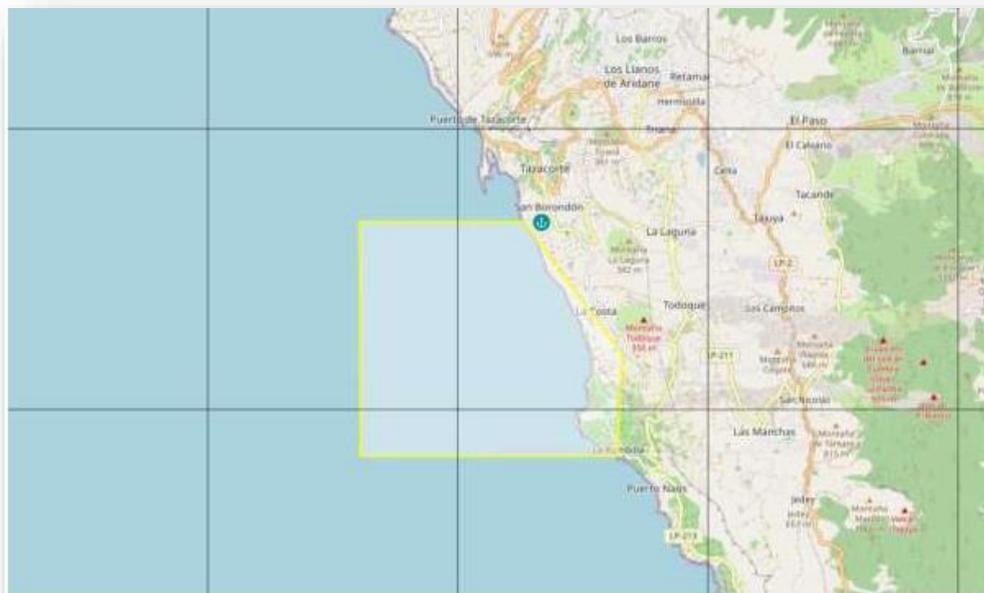
Tras un acuerdo de prohibición temporal de la navegación, desde el 19 de septiembre de 2021, debido a la erupción volcánica, queda prohibida la navegación en la zona del litoral occidental de la isla, al sur por la Punta del Pozo (Puerto Naos) y al norte por la Playa de las Viñas (Tazacorte) y paralela a la costa a media milla náutica, recomendándose así que la navegación marítima en la zona afectada se realice por el meridiano  $017^{\circ} 57,0' W$  o al oeste de este.

Dicha prohibición no afectará a buques y embarcaciones de las administraciones públicas que realicen labores científicas, de control de la evaluación del proceso volcánico, de labores de control del tráfico marítimo, así como a policía administrativa o salvamento marítimo. Pero, en todo caso, estas embarcaciones deben mantenerse a una distancia suficiente de la zona de llegada de las coladas al mar, así como de las nubes de gases que provoque el volcán.

No obstante, buques como “TOMMASO S” y el remolcador “TRHEINTAYUNO” podrán navegar por dentro de la zona de exclusión a la navegación establecida por resolución del capitán marítimo de Santa Cruz de Tenerife, según (Capitanía Marítima, 1 octubre 2021) siguiendo la siguiente derrota:

- a) El rumbo de salida de Tazacorte deberá ser, al menos, de  $210^{\circ}$ .
- b) Una vez llegado al WP  $28^{\circ} 37,1' N$  y  $017^{\circ} 57,3' W$ , se pondrá rumbo sur.
- c) No se podrá navegar más al este del meridiano anterior hasta salir de la zona de exclusión por el sur.

ILUSTRACIÓN 17.PRIMERA ÁREA RESTRINGIDA A LA NAVEGACIÓN



Fuente: (Capitanía Marítima, 1 octubre 2021)

Finalmente, el día 19 de enero de 2022, el Capitán Marítimo de la capitanía de Tenerife, emitió una nueva resolución (Capitanía Marítima, 19 enero 2022) para reducir la zona de exclusión que se tuvo en cuenta hasta final de obra.

Las coordenadas de la nueva zona de exclusión son las siguientes:

1. Latitud 28° 35,8' N Longitud 017° 55,5' W
2. Latitud 28° 38,0' N Longitud 017° 56,1' W
3. Latitud 28° 38,0' N Longitud 017° 56,8' W
4. Latitud 28° 35,8' N Longitud 017° 56,2' W

### ILUSTRACIÓN 18.SEGUNDA ÁREA RESTRINGIDA A LA NAVEGACIÓN



Fuente: (Capitanía Marítima, 19 enero 2022)

### 3.10.2 LIMITACIONES PUERTO DE TAZACORTE

Según (Capitanía Marítima, 19 octubre 2021) el buque “TOMMASO S” y el remolcador “TRHEINTAYUNO” pueden realizar las operaciones de carga en el puerto de Tazacorte si se cumplen las siguientes condiciones:

- a. Todas las entradas y salidas del puerto de Tazacorte tendrán que transmitirse al Centro de Coordinación de Salvamento (Tenerife Traffic) mediante el canal 06 de VHF.

- b. Se deben tener en consideración las predicciones meteorológicas y oceanográficas de la zona y las alertas emitidas por la Dirección General de Seguridad y Emergencias del Gobierno de Canarias. En ningún concepto, se iniciará ninguna maniobra de atraque en puerto si se ha declarado situación de prealerta por vientos o fenómenos costeros en la costa oeste de La Palma.
- c. No es aconsejable iniciar la maniobra de atraque si el viento es superior a 15 nudos o la altura de ola superior a 1 m, especialmente del tercer y cuarto cuadrante. La maniobra se suspenderá en caso de que exista una previsión de fuerza de viento superior a 20 nudos o altura de ola superior a 1,5 m del tercer y cuarto cuadrante, hasta que las condiciones meteorológicas mejoren. No obstante, también se suspenderá la maniobra si en la zona de atraque existe resaca, suspendiendo la misma en caso de que el desplazamiento del buque sea mayor a 1,5 m.
- d. Si durante la estancia del buque en puerto se emite una previsión de fuerza de viento superior a 20 nudos del tercer o cuarto cuadrante, altura de ola superior a 1,5 m, resaca de 1,5 m o superior o se decreta la situación de prealerta por vientos o fenómenos costeros en la costa oeste de La Palma, se tendrá que evaluar la situación, paralizar la carga y abandonar el puerto hasta que las condiciones mejoren.
- e. El buque tendrá que abandonar el atraque si la fuerza de viento es superior a 25 nudos o se alcanzan los 2 m de altura de ola de cualquier cuadrante.
- f. Se tiene que mantener en todo momento una comunicación efectiva entre la tripulación del buque y el personal de tierra que supervise las operaciones de carga, manteniendo siempre la vigilancia permanente y garantizando la seguridad de las operaciones.

- g. Se deberá abandonar el puerto en cuanto la dirección del PEVOLCA (Plan de Emergencias Volcánicas de Canarias) ordene el desalojo de las viviendas y la evacuación de las personas en cualquier punto situado a menos de 2 Km del puerto de Tzacorte.

### 3.10.3 LIMITACIONES PUERTO NAOS

El buque “TOMMASO S” y el remolcador “TRHEINTAYUNO” pueden proceder con las operaciones de descarga en las instalaciones habilitadas en Puerto Naos, según resolución de Capitanía Marítima (Capitanía Marítima, 19 octubre 2021), si se cumplen las siguientes condiciones:

- a. Las entradas y salidas a la boya de amarre de Puerto Naos deben comunicarse al Centro de Coordinación de Salvamento (Tenerife Traffic) vía canal 06 de VHF.
- b. Las maniobras de amarre a la boya se realizarán solamente entre el orto y el ocaso. No obstante, el desamarre se puede realizar también en horas nocturnas.
- c. Al igual que en el puerto de Tzacorte se deben tener en cuenta las predicciones meteorológicas y oceanográficas de la zona y las alertas emitidas por la Dirección General de Seguridad y Emergencias del Gobierno de Canarias. La maniobra de amarre a la boya no se iniciará si se ha declarado la situación de prealerta por vientos o por fenómenos costeros en la costa oeste de la isla de La Palma.

- d. En caso de que se prevean fuerzas de viento superiores a 20 nudos, o de altura de ola superior a 1,5 metros, provenientes del tercer y cuarto cuadrante, la maniobra de amarre se suspenderá hasta que haya una mejora de las condiciones meteorológicas.
- e. Si durante el fondeo, se emite una previsión de fuerza de viento mayor a 20 nudos proveniente del tercer o cuarto cuadrante, o una altura de ola de 1,5 metros o superior, o se decreta situación de prealerta por vientos o fenómenos costeros en la costa oeste de la isla de La Palma, el Capitán evaluará la paralización de la descarga y la salida del buque hasta que las condiciones mejoren.
- f. El buque abandonará el fondeo si la fuerza de viento es superior a 25 nudos o se alcanzan los 2 m de altura de ola, proveniente de cualquier dirección.
- g. Se mantendrá en todo momento una comunicación efectiva entre la tripulación del buque y el personal de tierra que supervise las operaciones de carga, manteniendo vigilancia permanente y garantizando la seguridad de las operaciones.
- h. Se tendrá que abandonar el fondeo en caso de que la dirección del PEVOLCA ordene el desalojo de las viviendas y la evacuación de las personas en cualquier punto situado a menos de 1 km de Puerto Naos.

#### 3.10.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual implementados a bordo en el día a día de la tripulación en todas las operaciones que realiza el buque son, entre

otros, botas de seguridad, casco, guantes de trabajo, buzo de trabajo y detectores de gases. No obstante, en situaciones donde el PEVOLCA anuncia peligro de gases emitidos por el volcán se hace uso de mascarillas de gases con sus filtros correspondientes y se cierra la ventilación del buque.

### 3.11. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN EN OPERATIVA

Una de las cosas más importantes para llevar a cabo una operativa es mantener siempre una buena comunicación, siendo esta clara y concisa. Por ello, en la presente operativa se han implementado distintos canales de comunicación dependiendo de la situación.

#### 3.11.1 BUQUE TANQUE – REMOLCADOR – PRÁCTICO

Todas las comunicaciones que realizar durante la operativa, tanto en maniobras como en operaciones, se realizarán a través del canal VHF 74. Estas comunicaciones se realizan mayormente en las maniobras de entrada y salida del puerto de Tzacorte, como también en las maniobras de entrada y salida del fondeo en Puerto Naos. Toda comunicación entre buque-tierra, buque-práctico y buque-remolcador se hará en inglés, debido a que la tripulación del buque es de nacionalidad extranjera.

### 3.11.2 BUQUE TANQUE – SALVAMENTO MARÍTIMO

Según (Capitanía Marítima, 19 octubre 2021), las comunicaciones en relación con la operativa de emergencia con Salvamento Marítimo (Tenerife Traffic) se deben realizar a través del canal 06 de VHF reportando todas las entradas y salidas a la boya de amarre de Puerto Naos y las entradas y salidas al puerto de Tazacorte.

## 4. METODOLOGÍA

La revisión bibliográfica relacionada con el presente trabajo se obtuvo principalmente de los distintos informes generados y facilitados por parte de Capitanía Marítima de Santa Cruz de Tenerife. La biblioteca Pública del Estado (Casa de la Cultura) en Santa Cruz de Tenerife ha sido la principal zona de estudio y preparación del trabajo final de máster (TFM).

En cambio, la parte experimental se ha elaborado con ayuda de la información y fotografías conseguidas durante la puesta en marcha y ejecución del proyecto de operativa de emergencia de transporte de agua vía marítima debido a la erupción volcánica del Tajogaite en la isla de La Palma.

El equipo utilizado para la realización del presente trabajo se trata de un ordenador portátil personal, precisamente un Lenovo V15-ADA modelo 82C7 con procesador AMD 3020e con Radeon Graphics de 1.20 GHz y 237 GB de memoria, además de un disco duro externo de 1 T, donde estaba recogida toda la información y documentos del proyecto que sirven de apoyo para la elaboración del presente trabajo final de máster. Los programas que se han utilizado para el desarrollo del presente trabajo, es el paquete de Microsoft Office, distinguiendo el Word para la narración del trabajo, Excel para la elaboración de los diagramas de flujo y Power Point, para su presentación. En el caso de la bibliografía se ha usado el sistema American Psychological Association (APA), sexta edición, método Harvard.

## 5. RESULTADOS

A continuación, se conocen los distintos procedimientos llevados a cabo durante la operativa de emergencia, para éstos me he ayudado de conocimientos propios obtenidos de experiencia previa, del libro Maniobra de los Buques (Sagarra, 2006) y para la elaboración de los flujogramas me he apoyado de nociones obtenidas en la asignatura Sistemas Integrados de Gestión del Máster Universitario en Ingeniería Náutica y Gestión Marítima (Sánchez Díaz De La Campa, 2022):

### 5.1. MANIOBRA DESATRAQUE PUERTO DE TAZACORTE

El procedimiento para realizar la maniobra de desatraque en el puerto de Tazacorte del buque “TOMASSO S” es el citado a continuación:

1. Máquina probada y lista.
2. Práctico a bordo y Capitán en el puente.
3. Amarradores en espera.
4. Se conecta remolcador “TRHEINTAYUNO” en popa.
5. Una vez conectado el remolcador se largan los cabos, primero largos de proa y popa, seguidamente de springs.
6. Largados los cabos y todo claro, hélice de proa máximo a estribor y remolcador tirando hacia popa con dirección SE hasta estar a 40 m de distancia del atraque.

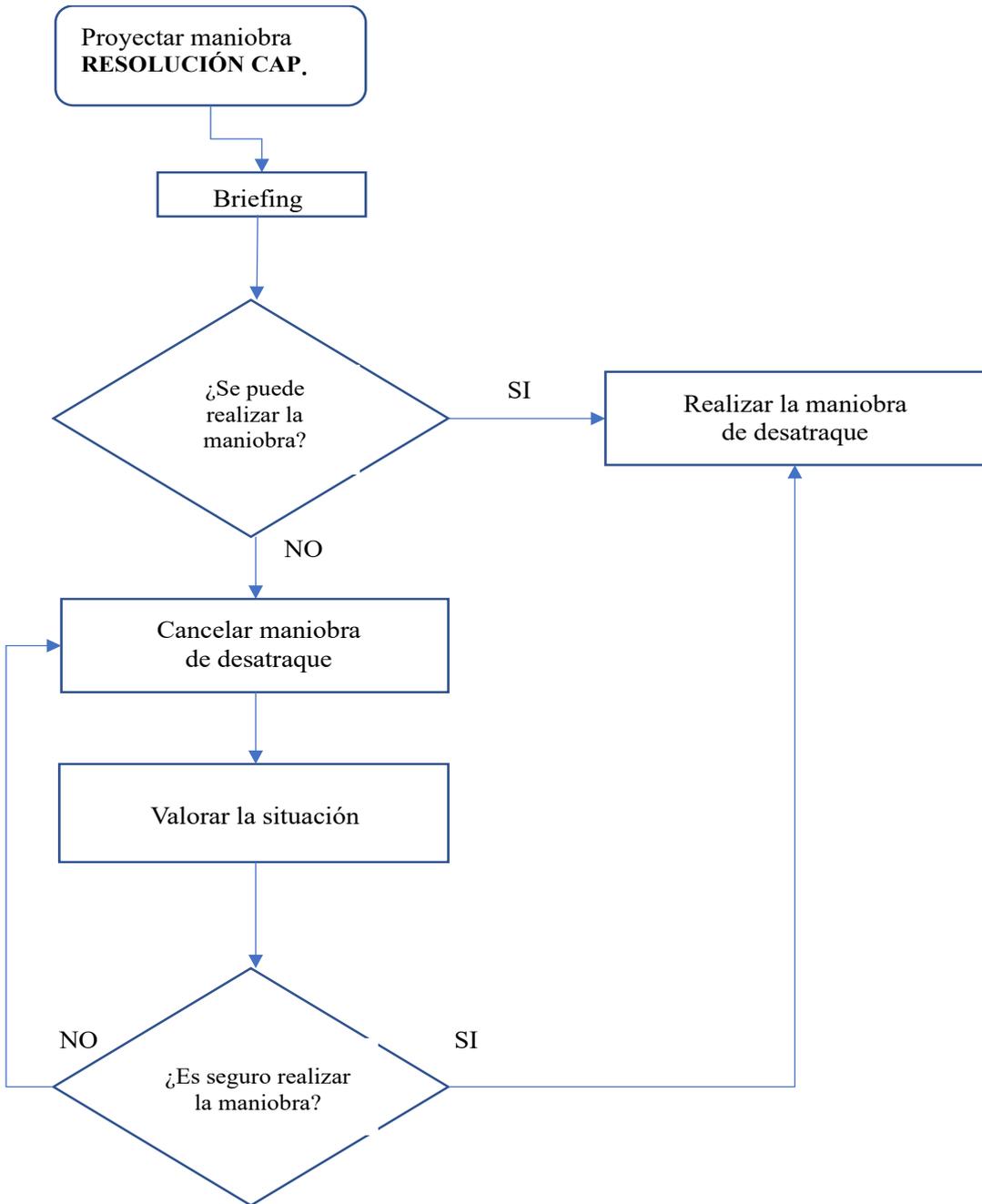
7. Se para la hélice de proa y el remolcador comienza a tirar hacia atrás con dirección S. Además, el buque da máquina media poca atrás para asistir al remolcador y reducir la tensión en el cabo de remolque.
8. Claros de la luz roja del muelle, el remolcador comienza a tirar hacia el W y el buque ayuda con la hélice de proa para controlar la caída.
9. A 1 milla de distancia del rompeolas, se para máquinas y se larga el remolcador.
10. Finalmente, timón todo a estribor y máquina media poco avante. Cuando la proa ponga rumbo S/SE, mantenemos el rumbo y máquina poco avante incrementando hasta máquina toda avante, para poder soplar las turbinas debido a la corta distancia entre el puerto de Tzacorte y el fondeo en Puerto Naos, alrededor de 5,4 millas.

*ILUSTRACIÓN 19. ATRAQUE BUQUE TOMMASO S PUERTO DE TAZACORTE*



*Fuente: Elaboración propia*

**PROCEDIMIENTO MANIOBRA DESATRAQUE**  
CAPITÁN/PRÁCTICO      REMOLCADOR/AMARRADORES/TRIPULACIÓN



Fuente: Elaboración propia

## 5.2. MANIOBRA DE ENTRADA A FONDEO DE PUERTO NAOS

Una vez realizada la travesía entre el puerto de Tazacorte y el fondeo en Puerto Naos, se comienza con la maniobra de fondeo, la cual se ejecuta de la siguiente manera:

1. Previamente el buque remolcador “TRHEINTAYUNO” procede al fondeo para comprobar el estado de la instalación y las condiciones meteorológicas.
2. El remolcador arría la zodiac auxiliar con patrón y marinero para localizar el cabo de fondeo e indicar su posición.
3. Una vez que el buque tanque “TOMMASO S tenga al través el faro “La Bombilla” comenzará a reducir la velocidad gradualmente hasta llevar máquina poca avante.
4. En el momento en que la boya de amarre se encuentre al través del buque tanque se mete el timón todo a babor hasta que veamos por la proa la boya de amarre. Esta maniobra hace que el buque reduzca la velocidad hasta 3/4 nudos la cual favorece para hacer firme el remolcador.
5. Se para la máquina y se hace firme el remolcador a popa del buque tanque.
6. Hecho firme el remolcador y con la ayuda de la hélice de proa y el timón se comienza la aproximación a la boya de amarre.
7. A 100 m de distancia de la boya de amarre se reduce gradualmente la velocidad del buque con ayuda del remolcador hasta alcanzar 1 nudo de velocidad.

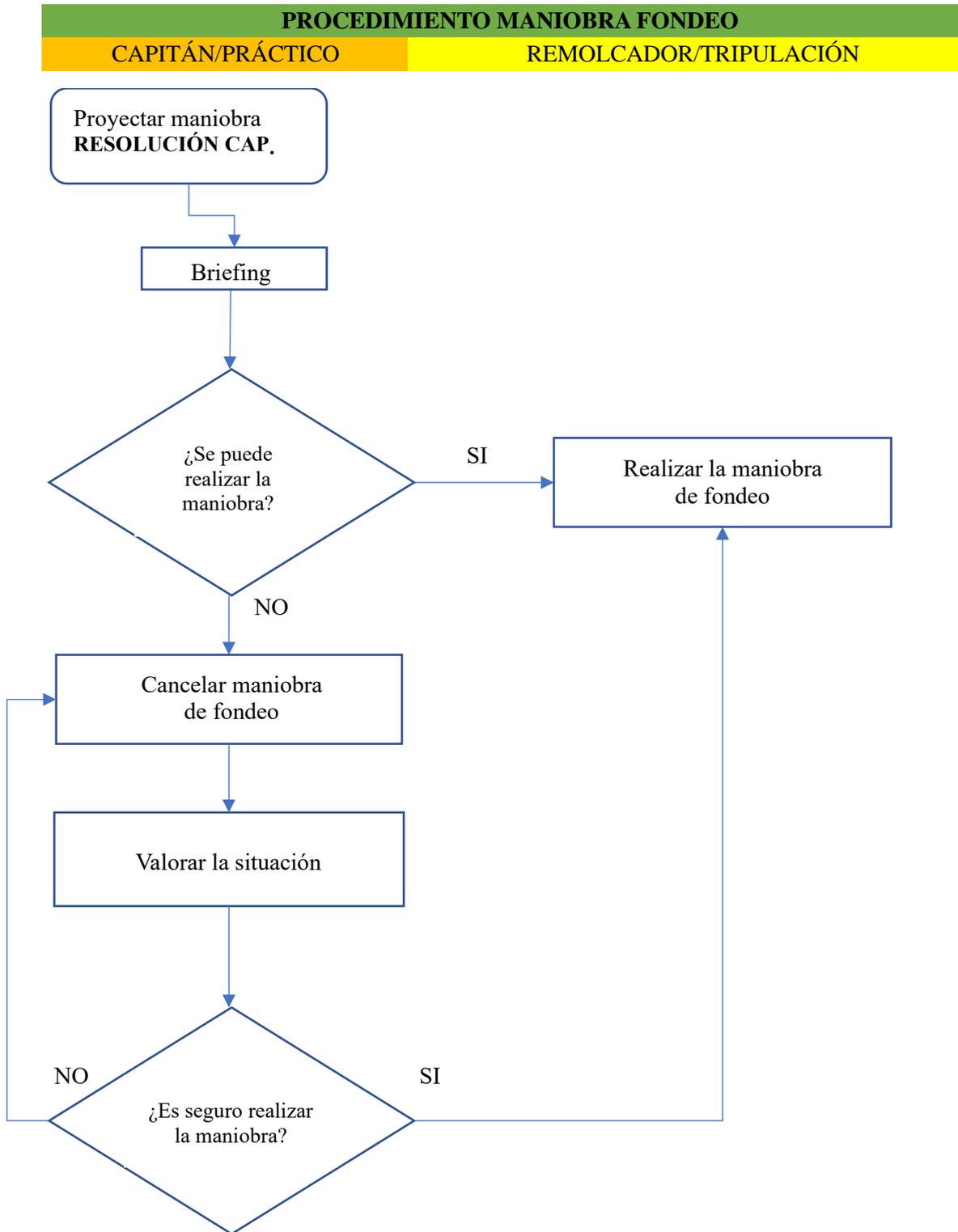
8. A 30 m de distancia de la boya de amarre, se para la máquina y se envía el cabo guía con el mensajero para conectar el cabo de amarre.
9. Una vez conectado el cabo de amarre, se iza y hace firme en la bita del buque en forma de ocho.
10. Una vez asegurado y fondeado el buque tanque, el remolcador comienza a tirar hacia el W hasta que el cabo de amarre quede tirante poniendo así también en posición al buque, que esta depende de la posición de la manguera, pero siempre manteniendo la proa entre los rumbos 045 y 060, manteniéndolo así hasta la finalización de la descarga.

*ILUSTRACIÓN 21. POSICIÓN DE FONDEO EN PUERTO NAOS*



*Fuente: Elaboración propia*

ILUSTRACIÓN 18. PROCEDIMIENTO MANIOBRA FONDEO



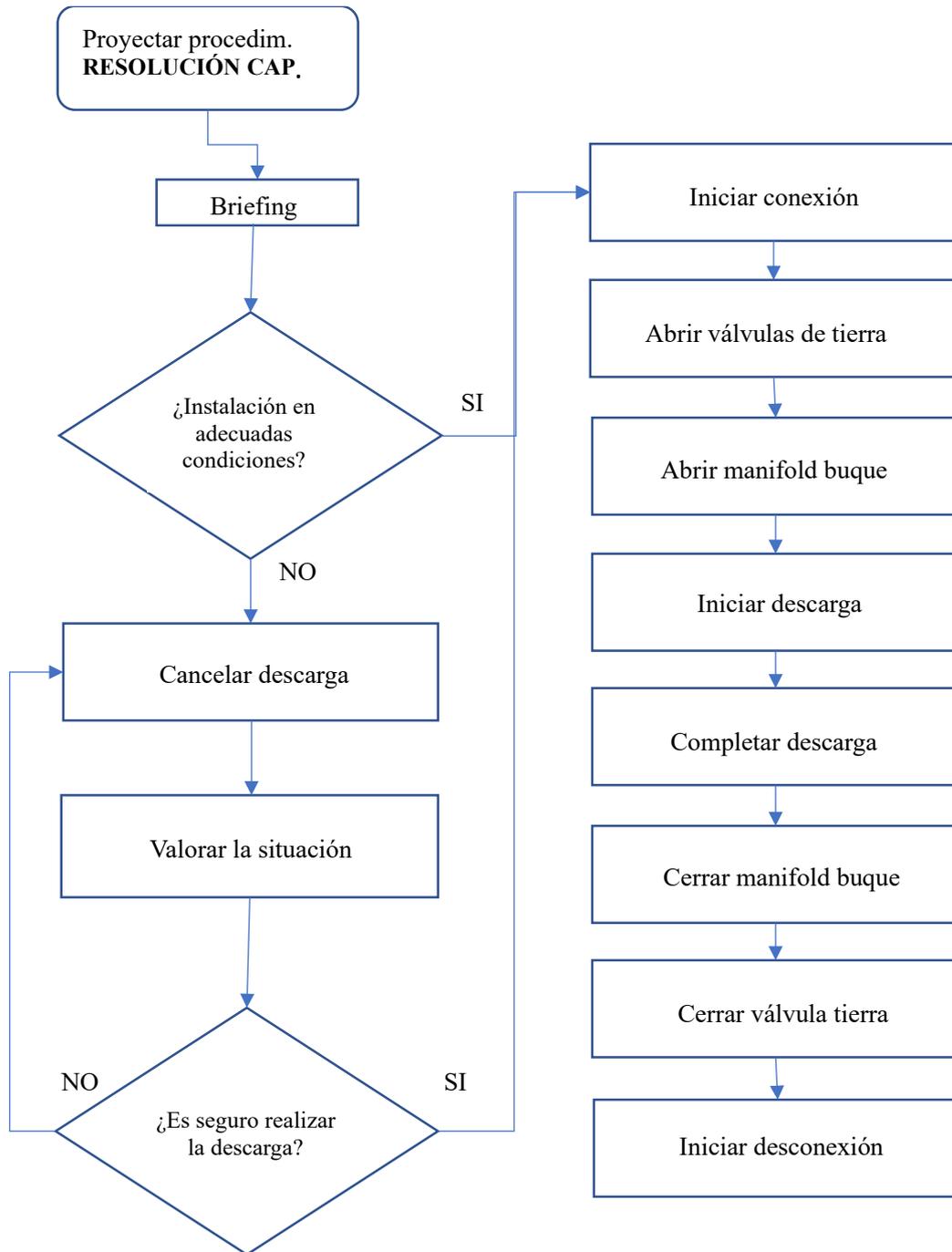
Fuente: Elaboración propia

### 5.3. OPERATIVA DE DESCARGA

Las operativas de descarga que tienen lugar en Puerto Naos se realizan a un rate aproximado de 600 m<sup>3</sup>/h y a una presión máxima de 6.7 bares, empleando aproximadamente 13 horas para completar la descarga de los 7900 m<sup>3</sup>/h de agua. El procedimiento previo que realizar antes de comenzar con la descarga del buque, una vez fondeado y en posición, es el siguiente:

1. La zodiac auxiliar del remolcador “TRHEINTAYUNO” asiste para trasladar la brida de conexión de la manguera que se encuentra a flote hasta la banda de estribor del buque “TOMMASO S”.
2. Una vez la manguera en la banda de estribor del buque, esta se iza hasta la cubierta con la ayuda de la grúa del propio buque, donde se le quita la tapa a la brida ciega y se conecta en el manifold de la misma banda.
3. Una vez conectada la manguera flexible, se contacta con tierra y cuando éstos tengan la válvula de tierra abierta y den confirmación para recibir la carga, el buque comienza a descargar hasta su finalización.
4. Completada la descarga, se procede a cerrar la válvula del buque antes que la de tierra y así evitar alta presión en la manguera y se desconecta del manifold.
5. Finalmente, se cierra la tapa de la brida ciega de la manguera y ésta se arria con la grúa hasta dejarla flotando en el mar.

**PROCEDIMIENTO OPERATIVA DESCARGA**  
CAPITÁN/PRÁCTICO      TRIPULACIÓN/ZODIAC/PEONES



Fuente: Elaboración propia

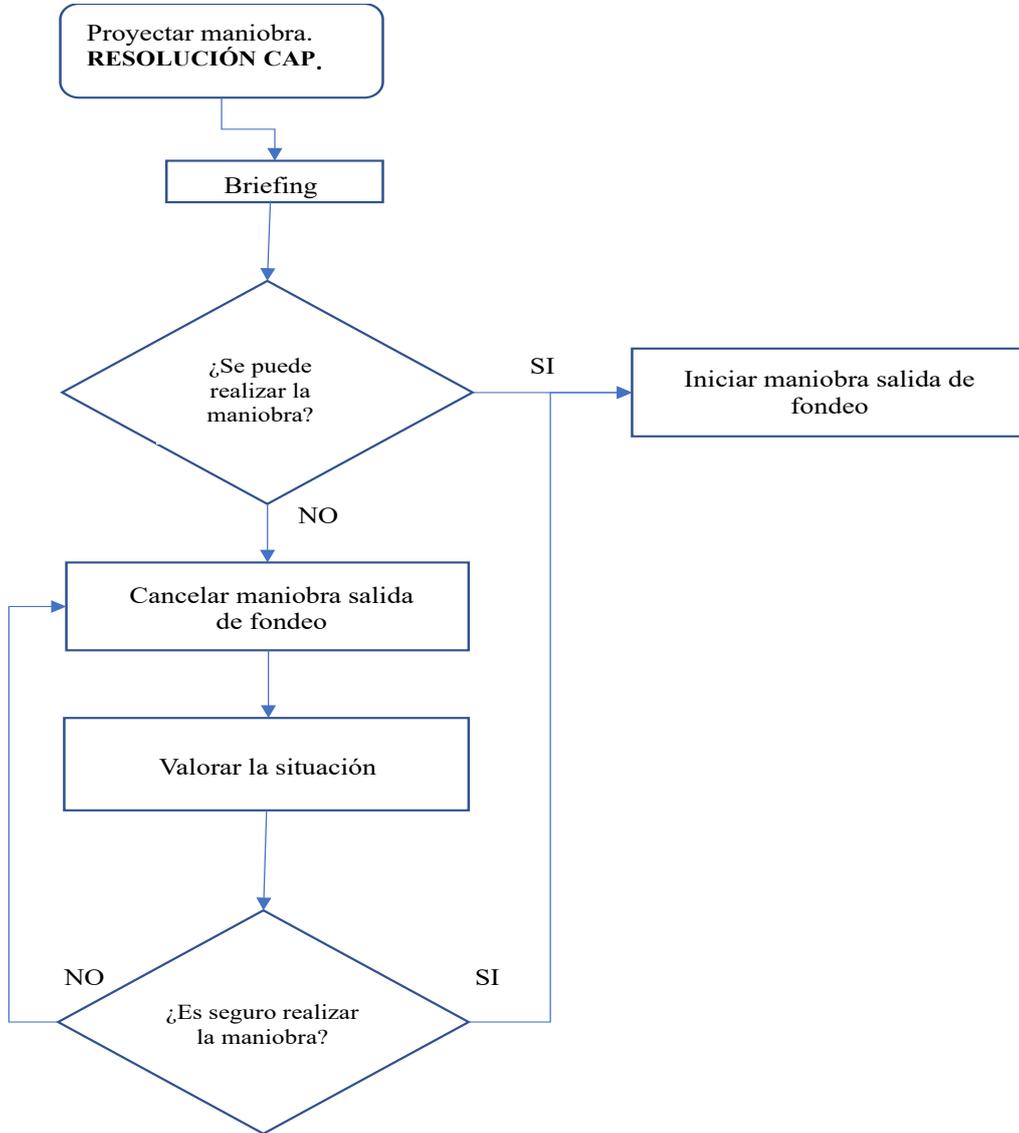
#### 5.4. MANIOBRA DE SALIDA DEL FONDEO DE PUERTO NAOS

Tras la descarga de agua potable hacia las plantaciones de la zona de Puerto Naos y realizada la desconexión de la manguera, se inicia la maniobra de salida de fondeo:

1. Máquina probada y lista.
2. Práctico a bordo y Capitán en el puente.
3. El remolcador “TRHEINTAYUNO” deja de tirar para quitar tensión en el cabo de amarre, desencapillar de la bita del buque y liberarlo hasta quedar a flote en el agua.
4. Una vez el buque esté desamarrado el remolcador comienza a tirar dirección SW y el buque ayuda con máquina media poca atrás hasta estar a una distancia segura de la costa, aproximadamente a 1 milla.
5. En esta posición, el remolcador cambia la dirección de tiro de SW a S y cuando la proa del buque tanque tenga dirección N, se para máquina y el remolcador para de tirar.
6. Finalmente, se larga el cabo del remolcador de la popa y el buque pone máquina media poca adelante incrementando gradualmente hasta toda adelante siguiendo el plan de viaje hasta el puerto de Tzacorte.

ILUSTRACIÓN 23. PROCEDIMIENTO SALIDA DE FONDEO

PROCEDIMIENTO SALIDA DE FONDEO	
CAPITÁN/PRÁCTICO	TRIPULACIÓN/REMOLCADOR



Fuente: Elaboración propia

## 5.5. MANIOBRA DE ATRAQUE PUERTO DE TAZACORTE

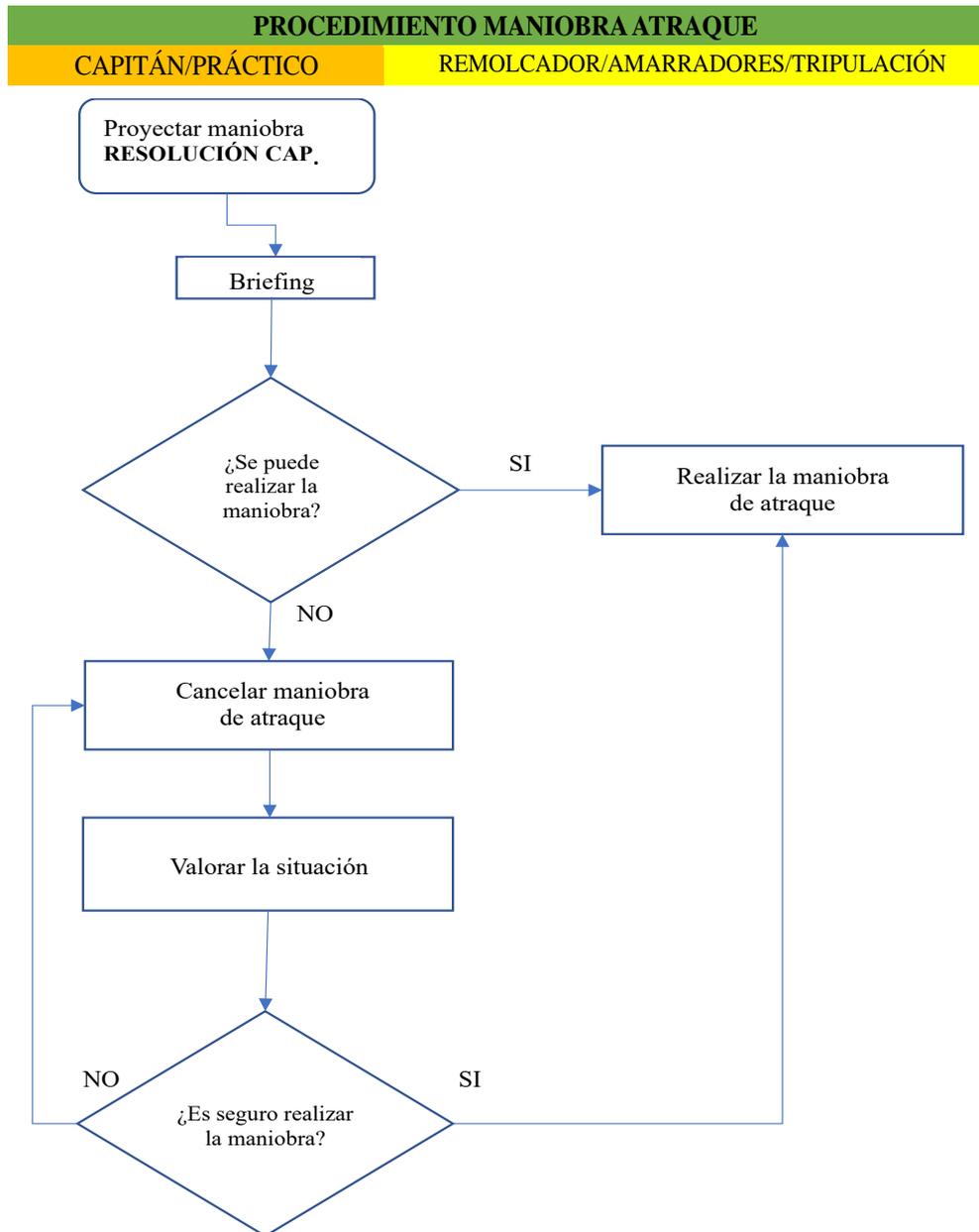
Una vez el buque tanque realiza el viaje de vuelta desde Puerto Naos de acuerdo con el plan de viaje se comienza con la maniobra de atraque en el Puerto de Tazacorte, la cual sigue el siguiente procedimiento:

1. A una distancia de 3 millas del rompeolas del puerto de Tazacorte el buque tanque reduce máquina gradualmente hasta media poca avante hasta tener una velocidad de 5/6 nudos.
2. A 2 millas de distancia antes del mismo rompeolas y a la velocidad nombrada anteriormente se da la orden de conectar el remolcador a popa del buque tanque.
3. Se comienza a alcanzar el puerto de Tazacorte desde el SW manteniendo el buque entre el atraque y las aguas pocas profundas.
4. El remolcador comienza a tirar con dirección SW para reducir gradualmente la velocidad del buque hasta 3/4 nudos.
5. Alcanzado el puerto de Tazacorte, en el momento que la proa del buque se encuentre al través de la luz roja del muelle, timón todo a babor y cuando la proa comience a caer hacia dicha banda, timón a la vía y se para la máquina.
6. El buque tanque comienza a controlar la caída de la proa con la hélice de proa y el buque remolcador ayuda aguantando la popa y reduciendo la velocidad.
7. Una vez el buque se encuentre en paralelo al muelle, se comienza a mandar los cabos, en primer lugar, springs de proa y popa, se larga remolcador y este se

pone en posición de la sección media del buque para mantenerlo en posición y junto al atraque.

8. Finalmente se mandan largos de proa y popa.

ILUSTRACIÓN 24. PROCEDIMIENTO MANIOBRA DE ATRAQUE



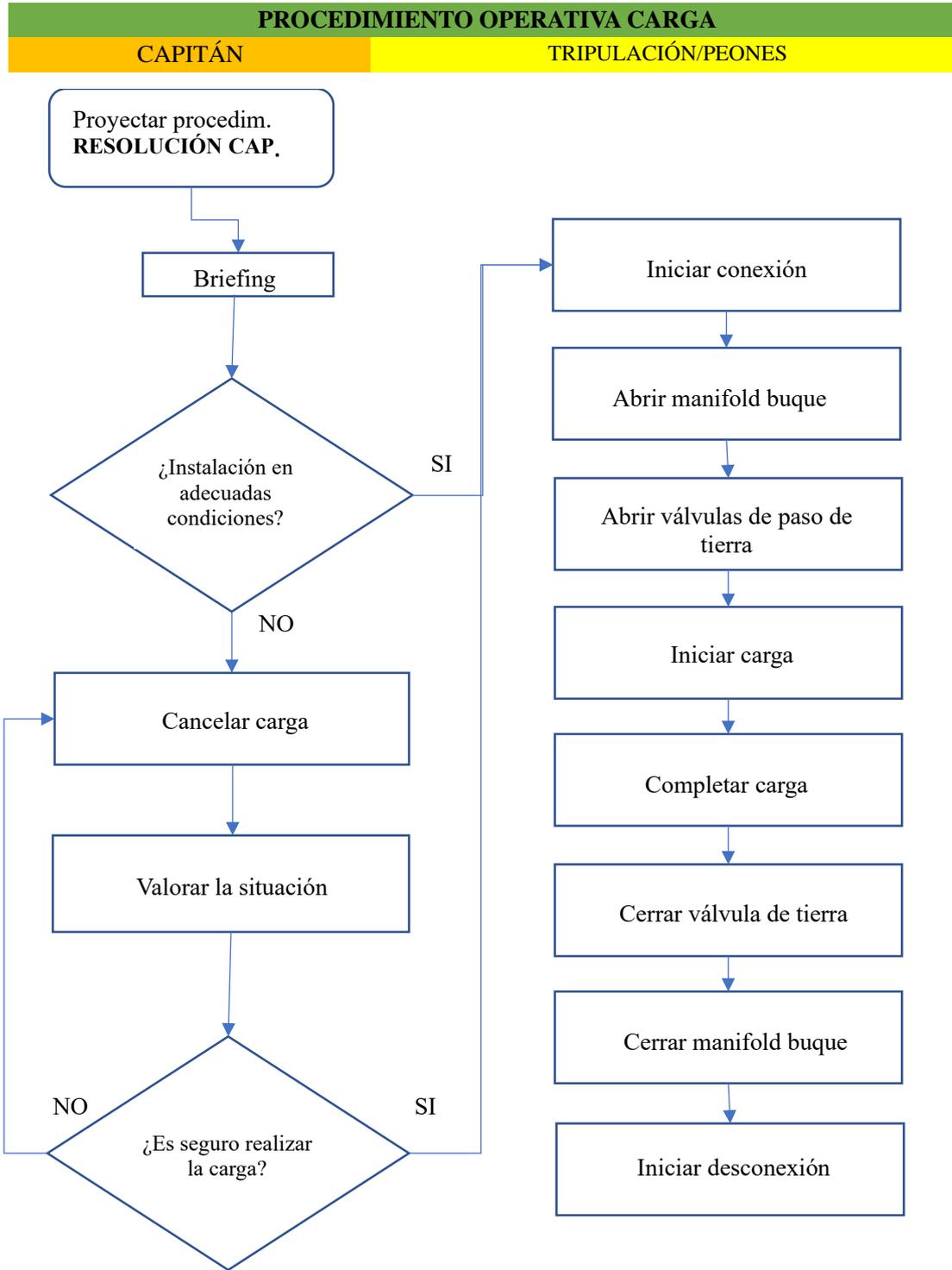
Fuente: Elaboración propia

## 5.6. OPERATIVA DE CARGA

Las operativas de carga se realizan en el Puerto de Tzacorte a un rate aproximado de 450 m<sup>3</sup>/h y empleando un tiempo de 17 horas de media para completar una carga de 7.900 m<sup>3</sup> de agua. El procedimiento para comenzar con la carga del buque es el siguiente:

1. Los operarios de tierra y la tripulación del buque “TOMMASO S” conectan la manguera flexible al manifold de babor con la ayuda de la grúa del buque y usando una pistola de batería de impacto. Esto redujo el tiempo de conexión y por lo tanto el tiempo de la operativa.
2. Una vez la manguera conectada al manifold del buque y con la válvula abierta, el oficial de guardia da la instrucción de abrir las válvulas de paso.
3. Cuando se alcanza la cantidad de agua requerida, el buque da la orden de parar la descarga, cerrando la válvula de tierra antes que la del buque.
4. Finalmente, terminada la carga, se procede a la desconexión de la manguera.

ILUSTRACIÓN 25. PROCEDIMIENTO CARGA



Fuente: Elaboración propia

## 6. CONCLUSIÓN

Los antecedentes y necesidades básicas que ocasionaron la elaboración de dicha operativa fue la necesidad de transportar agua para regadío vía marítima a la población de Puerto Naos y sus alrededores, para mantener las plantaciones de plátanos de la zona, ya que su red de riego principal se vio afectada por la lava del volcán Tajogaite, el cuál erupcionó en la isla de La Palma el día 19 de septiembre de 2021.

Familiarizarse con la localización y peculiaridades donde se llevó a cabo la operativa es uno de los aspectos más importantes, pues sus características y condiciones meteorológicas son imprescindibles para el montaje, mantenimiento y operatividad de las distintas instalaciones. En este caso, el Puerto de Tzacorte, para maniobras de atraque/desatraque y operaciones de carga y la población de Puerto Naos, para la maniobra de entrada y salida de fondeo y operaciones de descarga.

Realizar el presente trabajo a posteriori de la puesta en marcha de la operativa ayudó a comprender y conocer mejor el procedimiento de amarre/desamarre, atraque/desatraque y carga/descarga en la operativa de emergencia e implantar mejoras para proyectos similares en el futuro.

## **7. CONCLUSION**

The background and basic need causing the said operation was the urgency of transporting irrigation water via sea to the village of Puerto Naos and its surrounding area to maintain their banana plantations, as the main irrigation network had been affected by lava from the eruption of Tajogaite volcano in La Palma on 19 September 2021.

It was essential to become acquainted with the location where the operation took place and its peculiarities, as its characteristics and weather conditions were crucial for setting up, maintaining, and operating the different installations. In this case, the port of Tzacorte for berthing/unberthing manoeuvres and loading operations, and the village of Puerto Naos for the mooring manoeuvre and unloading operations.

Carrying out this project after the operation had been set up improved knowledge and understanding of the mooring/unmooring, berthing/unberthing and loading/unloading procedures within the emergency operation, as well as allowing to implement improvements in future similar operations.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Capitanía Marítima. (1 octubre 2021). *Acuerdo de la Prohibición Temporal de la Navegación*. Santa Cruz de Tenerife.

Capitanía Marítima. (19 enero 2022). *Acuerdo de la Prohibición Temporal de la Navegación*. Santa Cruz de Tenerife.

Capitanía Marítima. (19 octubre 2021). *Autorización para las escalas del buque "TOMMASO S", con número IMO 9393395, en la boya temporal de amarre de Puerto Naos, por razones de emergencia*. Santa Cruz de Tenerife.

Colegio de Ingenieros Navales. (2021). *Estudio de viabilidad de carga y transporte de tobera en suspensión en buque remolcador "TRHEINTAYUNO"*. Las Palmas de Gran Canaria.

Consejo Insular de Aguas. (2021). *Consejo Insular de Aguas de La Palma*. Obtenido de <https://lapalmaaguas.com/>

De Poli Tankers. (2018). Especificaciones Buque TOMMASO S.

Gobierno de Canarias. (25 de diciembre de 2021). Obtenido de <https://www3.gobiernodecanarias.org/noticias/la-erupcion-de-la-palma-se-declara-finalizada-tras-85-dias-y-8-horas-de-duracion-y-1-219-hectareas-de-coladas/>

Grupo Remolques Unidos. (s.f.). Tugboat "TRHEINTAYUNO". *Specificatios*.

Instituto Español de Oceanografía. (2021). *Informe de Respuesta*. Santa Cruz de La Palma.

Puertos Canarios. (1 de marzo de 2023). *Puerto de Tazacorte - Puertos Canarios*.  
Obtenido de <https://puertoscanarios.es/project/tazacorte/>

Sagarra, R. M. (2006). *Maniobra de los buques* . ATARAXIAINC.

Sánchez Díaz De La Campa, F. J. (2022). Asignatura Máster . *Sistemas Integrados de Gestión*.

Sistema de Información Territorial de Canarias - IDECanarias. (2021). *Gobierno de Canarias*.  
Obtenido de <https://visor.grafcan.es/visor3D/default.php?svc=svcVialOrto&lat=28.64250759667849&lng=-17.94302164623727&range=1669.542816991312#>

## **9. AVISO DE RESPONSABILIDAD**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros.

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.