

Informe de Seguridad Operacional

Expediente: EX2021-48112891- -APN-JST#MTR

Suceso: Accidente muy grave

Resultado: 1 víctima fatal. Daños de importancia al buque

Título: Embalamiento de un motor principal, buque remolcador Observador

(Mat. 02549), de bandera Argentina, en las proximidades del km 1,5 del Canal de Acceso Sur al Puerto de Boca del Riachuelo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Fecha y hora del suceso: 29 de mayo de 2021 a las 09:40 (UTC-3)

Dirección Nacional de Investigación de Sucesos Marítimos, Fluviales y Lacustres

Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361

Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG

(54+11) 4382-8890/91

info@jst.gob.ar

Publicado por la JST. En caso de utilizar este material de forma total o parcial, se sugiere citar según el siguiente formato: [Título, Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte, año].

El presente informe se encuentra disponible en www.argentina.gob.ar/jst

ÍNDICE

SOBRE LA JST	5
SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN	6
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	8
1. INTRODUCCIÓN	12
2. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	13
2.1. RESEÑA	13
2.2. LUGAR DEL SUCESO.....	14
2.3. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	15
2.4. INFORMACIÓN DEL BUQUE.....	17
2.5. ASPECTOS INSTITUCIONALES	18
2.6. INFORMACIÓN DE LA TRIPULACIÓN	21
2.7. LESIONES A LAS PERSONAS.....	22
2.8. INFORMACIÓN MÉDICA Y PATOLÓGICA.....	22
2.9. INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	23
2.10. INFORMACIÓN OBTENIDA EN LAS ENTREVISTAS	29
2.11. INFORMACIÓN OBTENIDA DE LAS IMÁGENES Y REGISTRADORES DE DATOS.....	30
2.12. INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	38
2.13. INFORMACIÓN OBTENIDA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD.....	52
2.14. DAÑOS MATERIALES Y AL MEDIO AMBIENTE	55

2.15. ASPECTOS REGLAMENTARIOS	58
3. ANÁLISIS	60
3.1. LOS FACTORES DESENCADENANTES	63
3.2. FACTORES DEL SISTEMA. CONTEXTO OPERACIONAL	64
3.3. OTROS FACTORES DE RIESGO	65
4. CONCLUSIONES	66
4.1. CONCLUSIONES REFERIDAS A FACTORES DESENCADENANTES O INMEDIATOS	66
4.2. CONCLUSIONES REFERIDAS A LOS FACTORES DEL CONTEXTO OPERACIONAL	67
4.3. CONCLUSIONES REFERIDAS A OTROS FACTORES	67
5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL.....	68
6. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	71
7. OTRAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL VINCULADAS CON ESTA INVESTIGACIÓN	72

SOBRE LA JST

La misión de la Junta de Seguridad en el Transporte (JST) es mejorar la seguridad a través de la investigación de accidentes e incidentes y la emisión de recomendaciones de acciones eficaces. Mediante la investigación sistémica de los factores desencadenantes, se evita la ocurrencia de accidentes e incidentes de transporte en el futuro.

De conformidad con la [Ley N.º 27.514](#) de seguridad en el transporte, la investigación de todo suceso tiene un carácter estrictamente técnico y las conclusiones no deben generar presunción de culpa ni responsabilidad administrativa, civil o penal.

Según el artículo 26 de la [Ley N.º 27.514](#), la JST puede realizar estudios específicos, investigaciones y reportes especiales acerca de la seguridad en el transporte.

Esta investigación ha sido efectuada con el único objetivo de prevenir accidentes e incidentes, según lo estipula la ley de creación de la JST.

Los resultados de este Informe de Seguridad Operacional no condicionan ni prejuzgan investigaciones paralelas de índole administrativa o judicial que pudieran ser iniciadas por otros organismos u organizaciones con relación al presente suceso.

SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN

La JST ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de transporte modales, multimodales y de infraestructura conexas.

El modelo ha sido ampliamente adoptado, como así también validado y difundido por organismos líderes en la investigación de accidentes e incidentes a nivel internacional.

Las premisas centrales del modelo sistémico de investigación de accidentes son las siguientes:

- Las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes e inmediatos del evento. Estos constituyen el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema de transporte junto a otros factores, que en muchos casos se encuentran alejados en tiempo y espacio del momento preciso de desencadenamiento del evento.
- Las defensas del sistema de transporte procuran detectar, contener y ayudar a recuperar las consecuencias de las acciones u omisiones del personal operativo de primera línea o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- Los factores que permiten comprender el desempeño del personal operativo de primera línea o la ocurrencia de fallas técnicas, así como explicar las fallas en las defensas, están generalmente alejados en el tiempo y el espacio del momento de desencadenamiento del evento. Son denominados factores sistémicos, y están vinculados estrechamente a elementos tales como, por ejemplo, el contexto de la operación, las normas y procedimientos, la capacitación del personal, la gestión de la seguridad operacional por parte de la organización a la que reporta el personal operativo y la infraestructura.

En consecuencia, la investigación basada en el modelo sistémico tiene el objetivo de identificar los factores relacionados con el accidente, así como otros factores de riesgo

de seguridad operacional que, aunque no guarden una relación de causalidad con el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. De esta manera, la investigación sistémica buscará mitigar riesgos y prevenir accidentes e incidentes a partir de Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

°C: Grado celsius

AREE: Aparato Respiratorio de Evacuación de Emergencia

ASO: Acción de Seguridad Operacional

Assy: *Assembly* (Ensamblaje)

B/R: Buque Remolcador

BBC: *Break Bulk Cargo* (Carga Fraccionada a Granel)

Br: Babor

CIPE: Científico Pericial

CNSN: Certificado Nacional de Seguridad de la Navegación

cSt: Centistokes

DPSN: Dirección Policía de Seguridad de la Navegación

Er: Estribor

FARP: Formación en Aspectos Relacionados con la Protección

FFHH: Factores humanos

FFOO: Factores organizacionales

gr/ml: Gramo por mililitro

h: Hora

HOA: Hora Oficial Argentina

hp: *Horse power* (Caballo de fuerza)

hPa: Hectopascal

IMASA: Inversiones Marítimas Argentinas S.A.

JST: Junta de Seguridad en el Transporte de la República Argentina

Kg/cm²: Kilogramo sobre centímetro cuadrado

kg: Kilogramo

km: kilometro

kW: kilovatio

L2G: Lima 2 Golf, distintivo de llamada del Centro de control de tráfico Río de la Plata

Lat.: Latitud

Long.: Longitud

LW: Lima Whiskey. Prefijo del distintivo de llamada del servicio móvil marítimo internacional; este bigrama indica que pertenece a una estación radiotelefónica de un buque de la República Argentina.

m: Metro

m³: Metro cúbico

m/s: Metro por segundo

MAC: Mapa de Actores Clave

Mat.: Matricula

MGB: Manual de Gestión del Buque

MGS: Manual de Gestión de Seguridad

ml: Mililitro

mm: Milímetro

MMPP: Motores Principales

MMSI: *Maritime Mobile Service Identity* (Identificación del Servicio Móvil Marítimo)

Mpa: Megapascal

N°: Número

NGS: Normas de Gestión de Seguridad

No.: Numero

Ns: Nudo

O: Oeste

OAA: Organismo Argentino de Acreditación

OMI: Organización Marítima Internacional

PBIP: Protección de Buques e Instalaciones Portuarias

PCC: *Pure Car Carriers* (Transporte exclusivo de automóviles)

PLCI: Prevención y Lucha Contra Incendios

PNA: Prefectura Naval Argentina

ppm: Parte por millón

RCP: Reanimación Cardiopulmonar

REFOCAPEMM: Reglamento de Formación y Capacitación para el Personal Embarcado de la Marina Mercante

rpm: Revolución por minuto

RSO: Recomendación de Seguridad Operativa

S.A.: Sociedad Anónima

S: Sur

SAE: *Society of Automotive Engineers* (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

SAME: Sistema de Atención Médica de Emergencias

SHN: Servicio de Hidrografía Naval

SO: Sudoeste

SPRS: Seguridad Personal y Responsabilidades Sociales

SSO: Sudsudoeste

STCW: *Standards of Training, Certification, and Watchkeeping* (Estándares de Formación, Certificación y Vigilancia)

t: tonelada

TRB: Toneladas de Registro Bruto / Arqueo Bruto

TRN: Toneladas de Registro Neto / Arqueo Neto

TSP: Técnicas de Supervivencia Personal

UTC: *Universal Time Coordinated* (Tiempo Universal Coordinado)

UTE: Unión Transitoria de Empresas

1. INTRODUCCIÓN

Este informe detalla los hechos y circunstancias en torno al suceso experimentado el 29 de mayo de 2021 por el Buque Remolcador Observador (Mat. 02549) durante la maniobra de remolque al buque de carga BBC Newcastle (OMI 9484209).

Este documento presenta cuestiones de seguridad operacional relacionadas con fallas en el funcionamiento de un motor principal.

El presente incluye 5 RSO y 2 ASO todas destinadas a la empresa armadora.

2. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

2.1. Reseña

Alrededor de las 09:40¹, mientras el B/R Observador asistía al buque BBC Newcastle en la maniobra de salida del Puerto de Dock Sud; a la altura del km 1,5 del canal de Acceso Sur, el motor principal de babor experimento un embalamiento² y posterior destrucción.

Como consecuencia de este accidente, un tripulante perdió la vida. Además, se produjeron daños materiales en la sala de máquinas que dejaron al Observador sin gobierno, fue remolcado hasta el Puerto de Boca del Riachuelo por el B/R Conquistador (Mat. 02267) donde la tripulación recibió atención sanitaria.



Figura 1. El B/R Observador en maniobra de asistencia a un buque mercante, visto por su banda de estribor

Fuente: <https://www.argenports.com.ar>

¹ Las horas están expresadas en hora oficial argentina (HOA) equivalente a UTC-3

² En el contexto de este informe, se hace referencia al termino "embalamiento" como una condición anómala en la que un motor diésel experimenta un aumento descontrolado y peligroso en su velocidad de funcionamiento. Durante el embalamiento (sobrevelocidad), el motor opera a una velocidad más alta de lo previsto o diseñado, lo que resulta en un funcionamiento inseguro y dañino.

2.2. Lugar del suceso

Tabla 1. Información del lugar del suceso

Ubicación	km 1,5 del Canal de Acceso Sur al Puerto de Boca del Riachuelo
Altura / Localidad	Isla Demarchi, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Coordenadas	34°37'44.784" S - 058°19'53.400" O
Jurisdicción radioeléctrica	Centro de control de tráfico Rio de la Plata - L2G
Tipo de fondo	limos arenosos y arcillas limosas de fango
Profundidad	Fuera del canal: Hasta 5 m

Fuente: Material documental

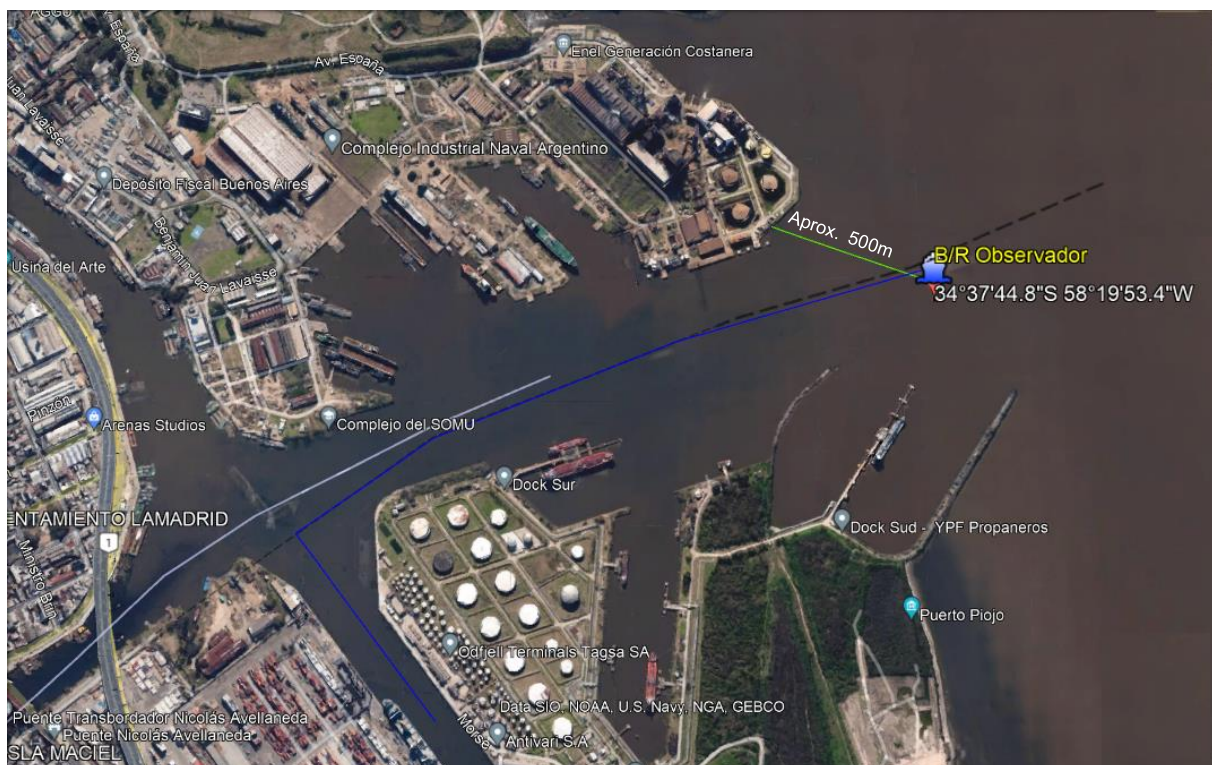


Figura 2. Ubicación del B/R Observador al momento del suceso. La línea de color azul indica el recorrido durante la maniobra de asistencia y la línea de color verde indica la distancia aproximada a la costa (500m)

Fuente: Google Earth Pro

2.3. Información meteorológica

Alturas de mareas del 29 de Mayo de 2021 en el mareógrafo de referencia del Puerto de Buenos Aires, estación Palermo (Lat. 34°34´S Long. 58°24´O):

Tabla 2. Altura de marea

Hora	Altura (m)	Estado de la marea
07:00	1,62	Creciente
08:00	1,76	Creciente próxima a pleamar
08:10	1,77	Instante de pleamar
09:00	1,74	Bajante
10:00	1,62	Bajante
11:00	1,39	Bajante

* Las alturas están referidas al plano de reducción que pasa 0,79 m debajo del nivel medio.

Fuente: SHN

Estado del río para el km 1,3 del canal sur (Lat. 34°37,5´S Long. 058°19,8´O):

Tabla 3. Altura significativa, periodo y dirección de las olas

Fecha	Hora	Altura (m) ⁽¹⁾	Periodo medio (seg.) ⁽²⁾	Dirección media ⁽⁴⁾
29/05/2021	07	0,1	1	SO
29/05/2021	08	0,1	1	SO
29/05/2021	09	0,1	1	SSO
29/05/2021	10	0,1	1	S
29/05/2021	11	0,1	1	SSO

- (1) Altura significativa (en metros): Promedio del tercio de las alturas más altas
 (2) Periodo (en segundos): Tiempo transcurrido entre el pasaje de dos crestas consecutivas por punto
 (4) Dirección: Desde donde vienen las olas

Fuente: SHN

Datos correspondientes a la tabla de corrientes de marea para las inmediaciones de la toma de agua Bernal (Lat. 34°40,8´S Long. 058°13,8´O):

Tabla 4. Dirección e intensidad de la corriente

Fecha	Hora	Rumbo (°) ⁽¹⁾	Intensidad (Ns) ⁽²⁾
29/05/2021	06:50	308	0,5
29/05/2021	09:48	--	--
29/05/2021	13:32	127	0,6
(1) Rumbo (en grados): Hacia dónde va la corriente (2) Intensidad en nudos			

Fuente: SHN

Tabla 5. Información astronómica

Fecha	Comienzo crepúsculo náutico	Comienzo crepúsculo civil	Hora y Az ⁽¹⁾ salida del Sol
29/05/2021	06:51	07:23	05:53 119°
(1) El acimut (Az) es el ángulo en grados medido sobre el horizonte, desde el norte verdadero, hacia el este, hasta la vertical del astro.			

Fuente: SHN

2.4. Información del buque

Tabla 6. Información del B/R Observador

Tipo de buque		Buque motor
Servicio		Remolcador
Explotación		Remolcador Portuario
Navegación		Rio de la Plata
Propietario		Marítima Maruba S.A.
Bandera		Argentina
Casco		Acero
Cantidad de MMPP		2
Potencia de máquinas		2648 kW
Potencia eléctrica		168 kW
Hélice	Cantidad	2
	Tipo	Paso fijo
Año de construcción		1998
Identificación	Nombre	Observador
	N° OMI	9179165
	MMSI	701006117
	Señal Distintiva	LW 3889
	Matricula	02549
Arqueo bruto (TRB)		253
Arqueo neto (TRN)		87
Dimensiones	Eslora	32,80 m
	Manga	9,20 m
	Puntal	4,20 m
Puerto de zarpada		Dock Sud
Puerto de registro		Buenos Aires
Lugar de destino		Boca del Riachuelo
Estado de navegación		Remolque maniobra

Fuente: Material documental



Figura 3. El B/R Observador en navegación, visto por su banda de estribor

Fuente: <https://www.notitrans.com>

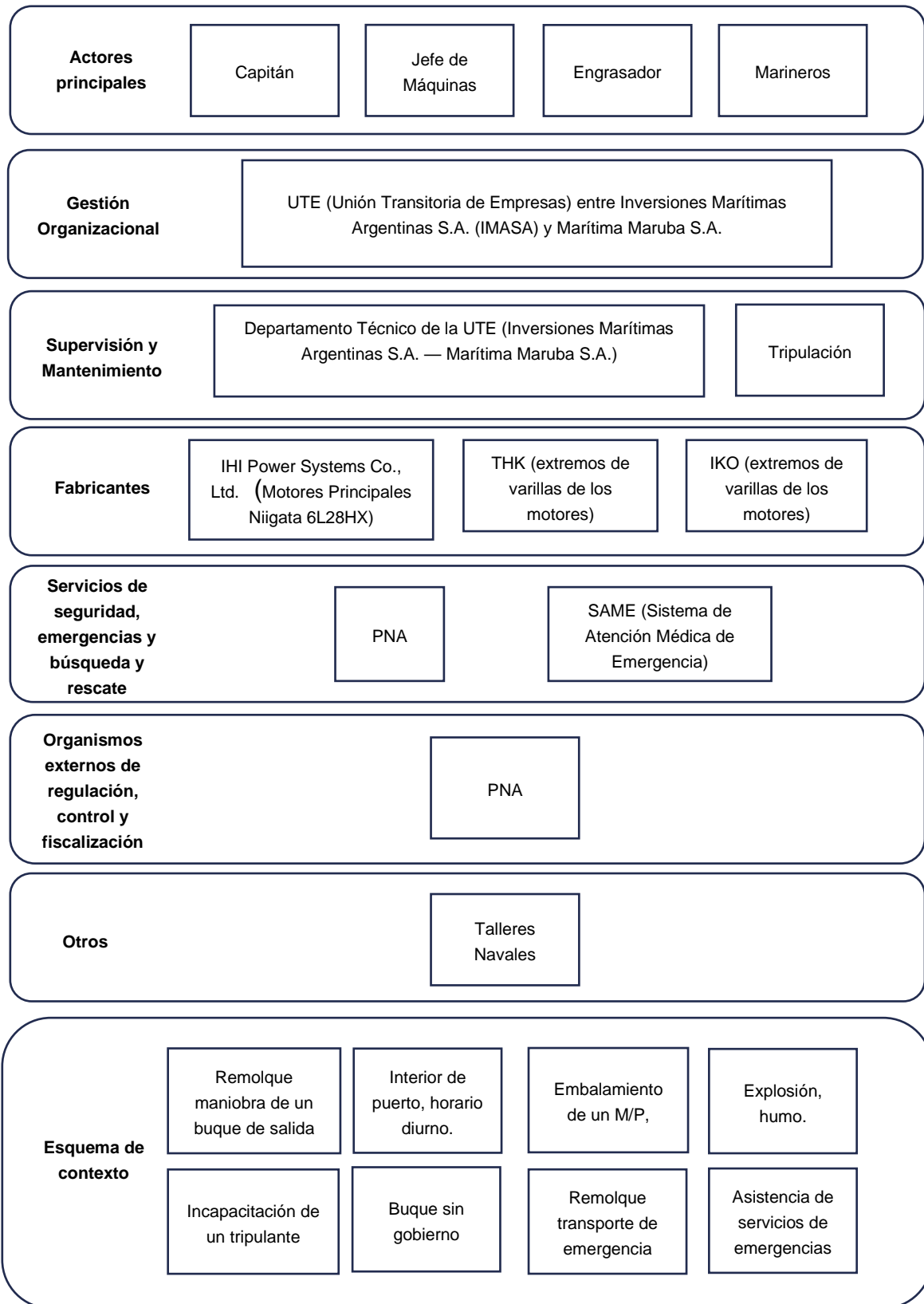
2.5. Aspectos institucionales

Mapa de actores clave (MAC)

El MAC es una herramienta para comprender y representar visualmente el panorama de un suceso, identificando a las principales organizaciones o personas involucradas.

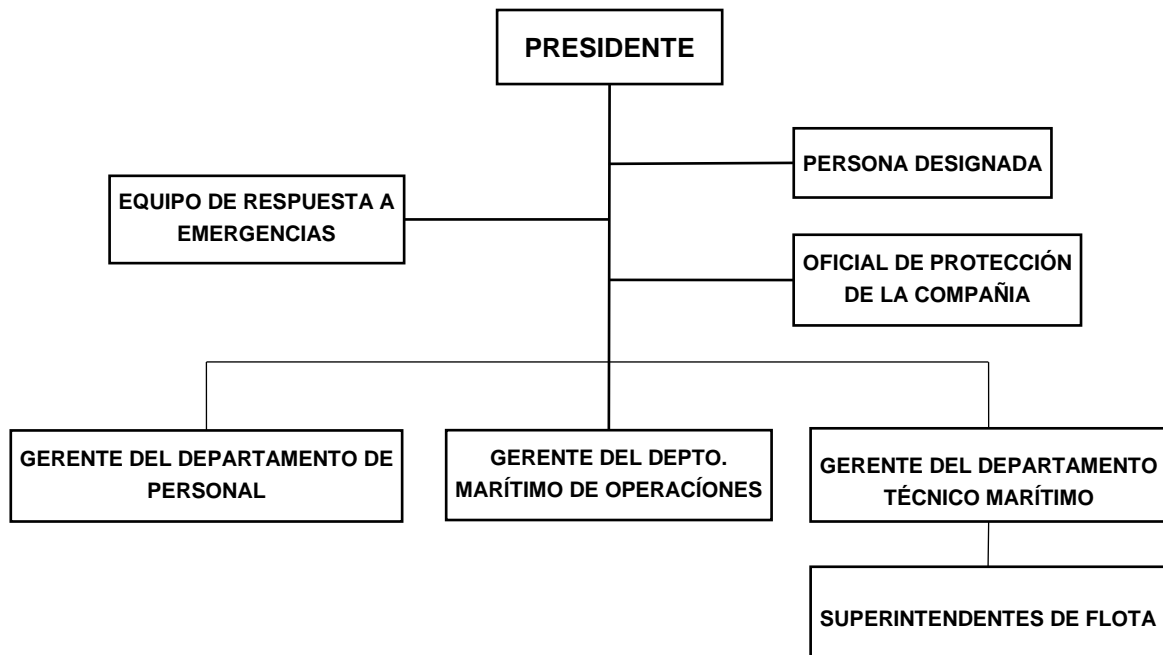
Este mapa describe quiénes son estos actores clave, qué capacidades y recursos poseían, y cómo se relacionaron con el evento.

La compañía, integrada por una UTE (Unión Transitoria de Empresas) de dos empresas marítimas -Inversiones Marítimas Argentinas S.A. (IMASA) y Marítima Maruba S.A.-, tenían bajo su gestión operacional un Buque Remolcador Fluvial de Empuje y varios Buques Remolcadores de Puerto.



Fuente: Elaboración propia

ORGANIGRAMA DE LA COMPAÑÍA



Fuente: Empresa armadora.

La supervisión y el mantenimiento se llevaba a cabo por los siguientes actores:

- ✓ Departamento Técnico de la UTE
 - Gerente del Departamento Técnico Marítimo.
 - Superintendentes de Flota.
- ✓ La tripulación

2.6. Información de la tripulación

Tabla 7. Certificado Nacional de Dotación Mínima de Seguridad

Puestos abordó	Numero de personal
Capitán / Patrón	Uno (1)
1er Oficial Fluvial / 2° Patrón +	Uno (1)
Marineros	Dos (2)
Jefe de Maquinas	Uno (1)
1° Oficial de Maquinas +	Uno (1)
Auxiliar de Máquinas	Uno (1)
<ul style="list-style-type: none"> • (+) Para los servicios atendidos ininterrumpidamente por un tiempo que no que no exceda las (12) horas podrá prescindir, debiendo complementar el art. 35 de la Ley 17.371. • Puestos acordes al máximo de cargo, conforme capítulo V del REFOCAPEMM. 	

Fuente: Material documental

Tabla 8. Títulos, habilitaciones, certificados y aptitudes medicas

N°	Rol	Título/Habilitación	Cursos STCW ⁽¹⁾	Apto médico
1	Capitán	Oficial fluvial de 1ra	Si	Vigente
2	Marinero de puente	Marinero de puente	Si	Vigente
3	Marinero o timonel	Marinero de puente	Si	Vigente
4	Cocinero	Marinero de puente	Si	Vigente
5	Jefe conductor de máquina	Maquinista naval superior	Si	Vigente
6	Engrasador, foguista o limpiador	Auxiliar de máquinas navales	Si	Vigente
<p>⁽¹⁾ Se refiera si poseía la capacitación básica de seguridad STCW de los 4 cursos teórico-prácticos: Técnicas de Supervivencia Personal (TSP), Prevención y Lucha Contra Incendios (PLCI), Primeros Auxilios Básicos (PAB), Seguridad Personal y Responsabilidades Sociales (SPRS).</p>				

Fuente: Material documental

2.7. Lesiones a las personas

Tabla 9. Lesiones a las personas y víctimas fatales

	Tripulantes
Víctimas fatales	1
Desaparecidos	0
Lesionados	0
Sin lesiones reportadas	5
Total	6

Fuente: Material documental

2.8. Información médica y patológica

De acuerdo con la autopsia realizada y al área de asesoría médica y desempeño humano de la JST se obtuvo la siguiente información:

- ✓ Origen de la muerte del tripulante: Violenta (no natural).
- ✓ Mecanismo de la muerte del tripulante: Shock hipovolémico (hemorragia de entre 1000 y 2000 ml de sangre que equivale a la pérdida del 30% al 40% del volumen sanguíneo).
- ✓ Causa de la muerte del tripulante: Traumatismo músculo esquelético / pelvis – Politraumatismos.
- ✓ Sin evidencias de inhalación de humo y con un resultado de cuantificación de monóxido de carbono de 4,6%, no sugerente de intoxicación.
- ✓ No se contó con resultado de estudios toxicológicos. Resultado negativo para alcohol etílico.
- ✓ De los resultados de la autopsia no se evidenció ninguna situación médica preexistente que haya podido contribuir o estar asociada al suceso.

2.9. Información obtenida de la documentación técnica

Motores Principales

El B/R Observador estaba equipado con dos motores principales Niigata 6L28HX, ubicados en el sector de popa de la sala de máquinas, uno a babor y otro a estribor.



Figura 4. Motor Niigata 6L28HX

Fuente: <https://www.indiamart.com>

Tabla 10. Información de los motores principales

Marca	Niigata
Modelo	6L28HX
Tipo	Motor Diesel vertical, de 4 tiempos en línea
Potencia máxima a la salida del eje	1838 kW (2465 hp) sin nada acoplado
Revoluciones	Nominales 750 rpm – Ralentí 400 rpm
Numero de cilindros	6

Carrera del pistón	370 mm
Diámetro interior del cilindro	280 mm
Tipo de Inyección	Directa
Relación de compresión	13,0
Presión máxima de combustión	14,71 Mpa
Velocidad media del pistón	9,25 m/s
Sistema de suministro de combustible	Bomba accionada por el motor
Sistema de lubricación	Cárter seco
Presión de aire de arranque	30 kg/cm ²
Pistones	Refrigerados por el aceite lubricante
Turbocompresor	Lubricado por el aceite lubricante del motor
Aire de sobrealimentación	Refrigerado por agua del circuito cerrado de baja temperatura
Aceite lubricante	Refrigerado por agua del circuito cerrado de baja temperatura
Circuito cerrado de agua de baja temperatura	Refrigerado por agua del circuito abierto de baja temperatura
Inyectores	No refrigerados
Camisas y culatas de cilindros	Refrigerados por agua del circuito cerrado de alta temperatura
Tipo de combustible	Diésel Marino o Gas-Oíl
Aceite lubricante	SAE#40 ³
Peso	16 t
Método de instalación	Instalación rígida tipo Chockfast

Fuente: Manual Motor Niigata 6L28HX

³ El índice SAE (Society of Automotive Engineers) (Sociedad de Ingenieros Automotrices), estandariza las viscosidades y las interpreta en una escala de grados SAE. SAE#40 hace referencia a un aceite monogrado para altas temperaturas.

Planes de mantenimiento

- ✓ El MGS contenía un plan de mantenimiento.
- ✓ Por fuera del MGS, había otro plan y un historial de mantenimiento.
- ✓ El Manual del fabricante de los M/P incluía un plan de mantenimiento en idioma inglés.

Libros de registro de inspecciones técnicas de seguridad

15/02/2016 Ambos motores propulsores estaban totalmente desmontados, se observó que sus elementos componentes habían sido recorrido o reemplazados por otros nuevos para su colocación. La inspección fue satisfactoria y se dio la autorización para que se vuelvan a armar.

26/02/2016 Se efectuó una prueba de arranque y funcionamiento acorde con el protocolo del fabricante y a distintas rpm con valores de temperatura y presión dentro de los parámetros normales. El resultado fue satisfactorio en ambos MMPP.

3/12/2018 Para renovación del CNSN se probaron, con el buque amarrado, los MMPP de babor y estribor, acoplados al sistema propulsor y gobierno azimutal, con buen resultado satisfactorio.

Plano de lucha contra incendio

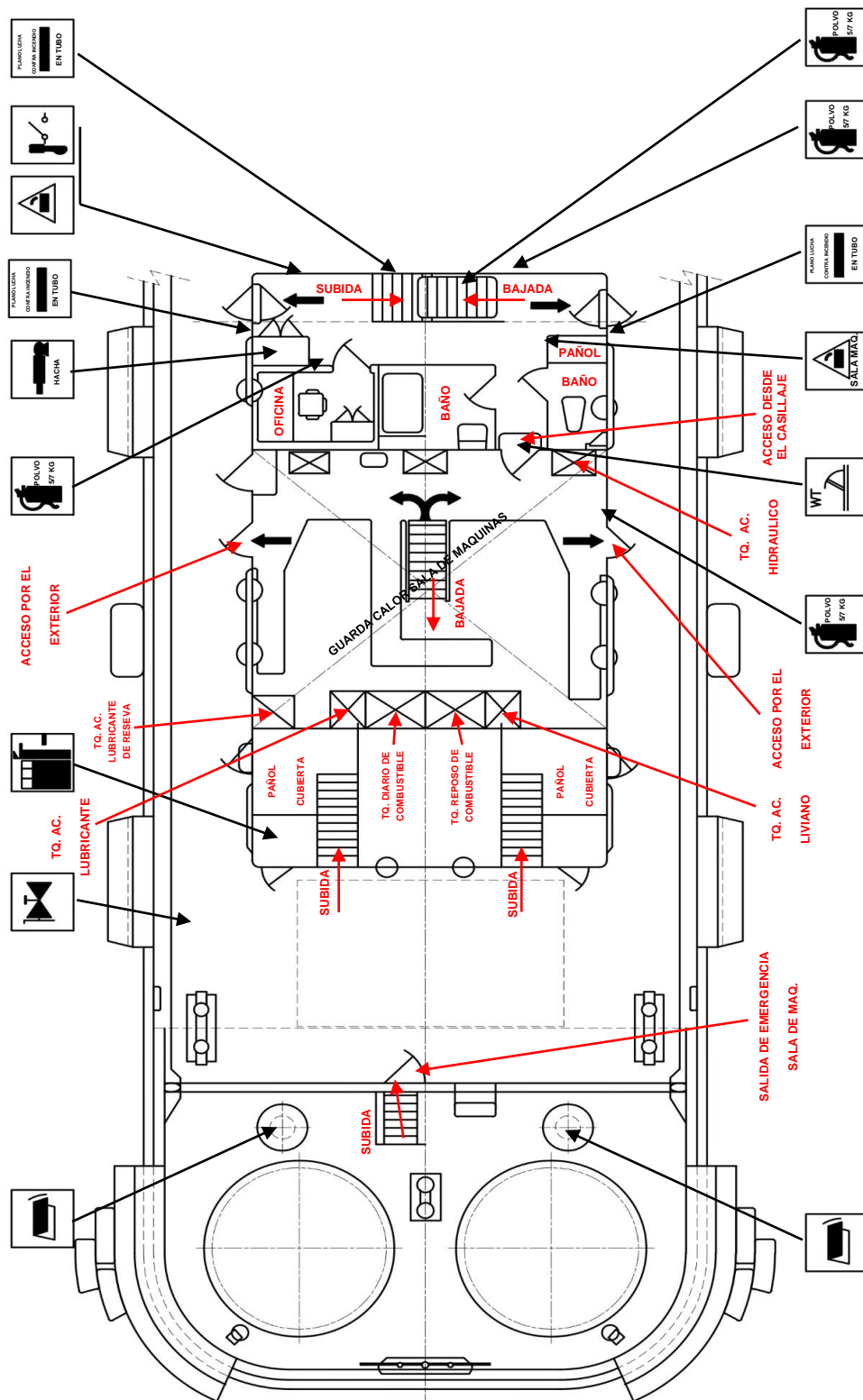


Figura 5. Cubierta principal

Fuente: Plano de lucha contra incendio

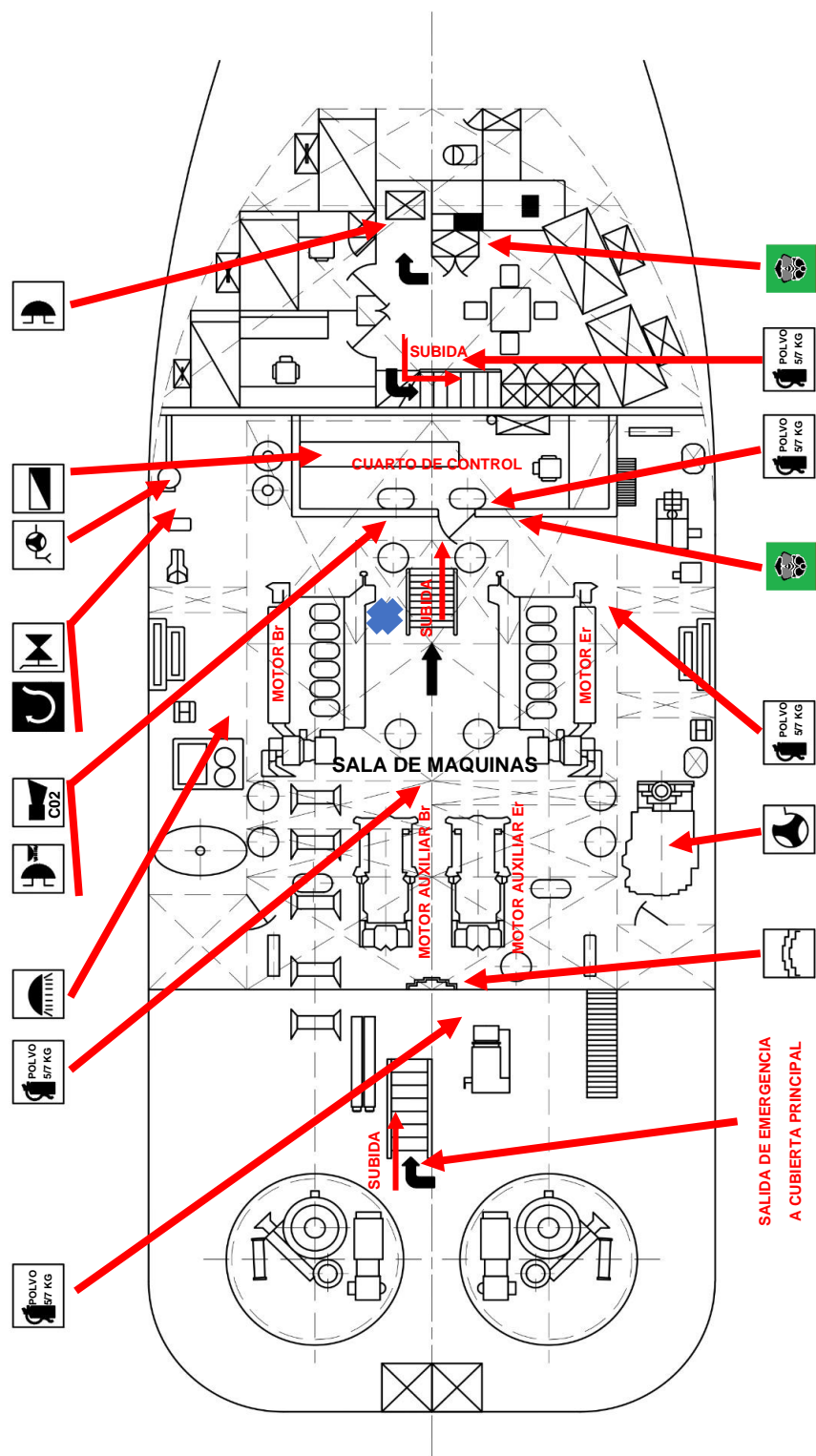






















Figura 6. Bajo cubierta principal. La cruz azul marca el lugar donde se encontraba la víctima.
Fuente: Plano de lucha contra incendio

Tabla 11. Referencias plano de lucha contra incendio

	Dispositivo de cierre para aberturas exteriores de la sala de maquinas
	Extintor portátil C02 (Capacidad 5/7Kg)
	Puerta estanca
	Corte a distancia – Ventiladores/Extintores sala de maquinas
	Plano lucha contra incendios
	Válvula teatro contra incendio D.N: 65mm
	Batería sistema fijo C02
	Hacha contra incendios pico y corte
	Corte a distancia – Electrobomba trasversa combustible
	Espacio protegido por C02
	Campana de alarma contra incendios lumínica y sonora
	Sirena descarga C02
	Caja manguera con lanza – Long. Mang. 20 Mts – DN 2°
	Disparo de sistema fijo C02
	Electrobomba achique / reserva incendio / Caudal: 60/25 m3/h – Presión: 20/50 m.c.a
	Tablero eléctrico principal
	Campana alarma general contra incendios
	Motobomba contra incendios principal – Caudal: 480 m3/h – Presión: 150 m.c.a
	Puerta estanca corrediza
	Dispositivo respirador de emergencia

Fuente: Plano de lucha contra incendio

2.10. Información obtenida en las entrevistas

- ✓ Se activó una alarma en la sala de máquinas.
- ✓ Al momento en el que se activó la alarma el ruido del funcionamiento del motor principal de babor no era el habitual.
- ✓ El jefe de máquinas que se encontraba de guardia en la sala de máquinas y observó una oscilación extraña en el tacómetro del motor principal de babor.
- ✓ El engrasador ingresó a la sala de máquinas mientras sonaba la alarma.
- ✓ Cuando el engrasador bajó a la sala de máquinas se ubicó junto a la escalera.
- ✓ El Jefe de Máquinas tomó la decisión de detener el motor principal de babor desde el mando local.
- ✓ Se produjo una explosión, se escucharon golpes metálicos y emanó humo desde la sala de máquinas. El jefe de máquinas se cubrió al costado del motor principal de estribor.
- ✓ Debido al humo se dificultaba la visión y el seguir respirando, en ese contexto, el jefe de máquinas se dirigió hacia la salida de emergencia que estaba ubicada en el sector de popa de la sala de máquinas.
- ✓ Cuando el jefe de máquinas logro salir a la cubierta principal, le hizo señas y le gritó al Capitán, que se encontraba en el puente de navegación, para que accionara las paradas de emergencia de los motores principales; luego, se dirigió a activar el corte de combustible a distancia que se encontraba en el sector de popa de la cubierta superior.
- ✓ Luego de accionar el corte de combustible a distancia, el jefe de máquinas se dirigió hacia donde estaban los marineros en la cubierta principal y preguntó por el engrasador.

- ✓ Al no poder localizar al engrasador, el jefe de máquinas ingresó a la sala de máquinas, lo encontró tendido en el piso, entre la escalera y el motor principal de babor. Intentó hacerlo reaccionar y moverlo, pero no pudo; salió a la cubierta principal para pedir ayuda, principalmente debido a que la víctima era de contextura física grande como para moverlo entre una sola persona.
- ✓ Dos Marineros respondieron al pedido e ingresaron a la SSMM junto al jefe de máquinas.
- ✓ Al ingresar, los tripulantes evaluaron la situación de la víctima, coincidieron en que no podían brindarle ningún tipo de asistencia, además, decidieron retirarse del lugar porque se les dificultó la respiración por el humo que había en la SSMM.

2.11. Información obtenida de las imágenes y registradores de datos

Tabla 12. Posiciones satelitales del B/R Observador

Fecha	Hora	Posición Satelital
29/5/2021	09:30	34°38'18.042"S - 058°20'41.406"O
29/5/2021	09:35	34°37'59.490"S - 058°20'48.066"O
29/5/2021	09:40	34°37'49.872"S - 058°20'20.988"O
29/5/2021	09:45	34°37'44.784"S - 058°19'53.400"O

Fuente: Material documental

Comunicaciones con el Centro Control de Tráfico Rio de la Plata (L2G)

De 09:50 a 09:59

- ✓ el remolcador solicitó la asistencia de un Guardacostas refiriendo una situación con un tripulante desmayado.
- ✓ A pedido de L2G el remolcador amplió la información y avisó que se encontraba fondeado aproximadamente en el km 1,5 del Canal Sur, sobre el veril verde, que estaba sin propulsión y que no podía desplazarse por sus propios medios debido a una repentina sobre velocidad de giro de las máquinas que provocó que se descontrolaran.
- ✓ L2G le comunicó al remolcador que estaban coordinando la llegada de un Guardacostas y solicitó detalles adicionales sobre la condición del tripulante.
- ✓ Luego el remolcador solicitó una rápida respuesta refiriendo un estado delicado del tripulante. L2G recordó al remolcador que permaneciera atento y que estaban coordinando la asistencia.

De 09:59 a 10:11

- ✓ L2G comunicó al remolcador que estaban en contacto con el médico de Sanidad para verificar el pulso del tripulante desmayado, el remolcador contestó que uno de los tripulantes informó que la víctima estaba fallecida.
- ✓ L2G recibió la información y solicitó confirmación sobre el estado del tripulante y si se le practicó RCP. El remolcador respondió que no tenía pulso y explicó que no se pudo acceder al interior de sala de máquinas porque la explosión del cárter había generado humo y el tripulante permanecía allí, y que estaban ventilando la sala de máquinas para eliminar el humo, ya que era difícil respirar, además indicaron que las circunstancias eran graves.
- ✓ El B/R Conquistador informó que estaba remolcando al Observador en andana y solicitó el envío urgente de una ambulancia al Puerto de Boca del Riachuelo.

De 10:11 a 10:18

- ✓ El Conquistador informó a L2G que ya estaban cerca del muelle, L2G confirmó que ya se había solicitado la ambulancia.
- ✓ Se informó que el tripulante en la sala de máquinas estaba inconsciente y parecía no estar respondiendo y que intentarían tomar su pulso.

De 10:18 a 10:27

- ✓ El B/R Madrugador informó que el Observador había atracado, cursó los datos de la víctima y solicitó nuevamente la ambulancia.

De 10:27 a 10:36

- ✓ El Madrugador informó que la ambulancia acababa de llegar y que el tripulante aparentemente no estaba consciente y que se encontraba en un lugar de la máquina al que no se podía acceder debido al humo.
- ✓ A las 10:36 el Madrugador informó que la gente de Prefectura y del SAME ya estaban a bordo del Observador en la zona de máquinas.



Figura 7. Bomberos voluntarios de la Boca colaborando con la asistencia al remolcador en muelle

Fuente: Material documental

Registros de las recorridas de los investigadores de la JST



Figura 8. Restos del M/P de Br en SSMM. De izquierda a derecha, se pueden ver una biela, los fragmentos de un pistón dispersos en el suelo y diversos restos dentro del cárter

Fuente: Material documental



Figura 9. Restos del M/P de Br en SSMM. De izquierda a derecha se observan partes del block y diversos restos a un costado del motor, así como daños en el block del mismo

Fuente: Material documental



Figura 10. Corte de combustible a distancia ubicado en el sector de popa de la cubierta superior. Se observó sin la tapa y con la manija hacia arriba con signos que el cierre de la válvula fue accionado a distancia por medio del tensado del cable

Fuente: Material documental



Figura 11. Válvulas correspondientes al tanque diario y al tanque de reposo de combustible. Los círculos rojos en las válvulas con accionamiento a distancia, señalan las palancas que van conectadas al cable de accionamiento remoto

Fuente: Material documental

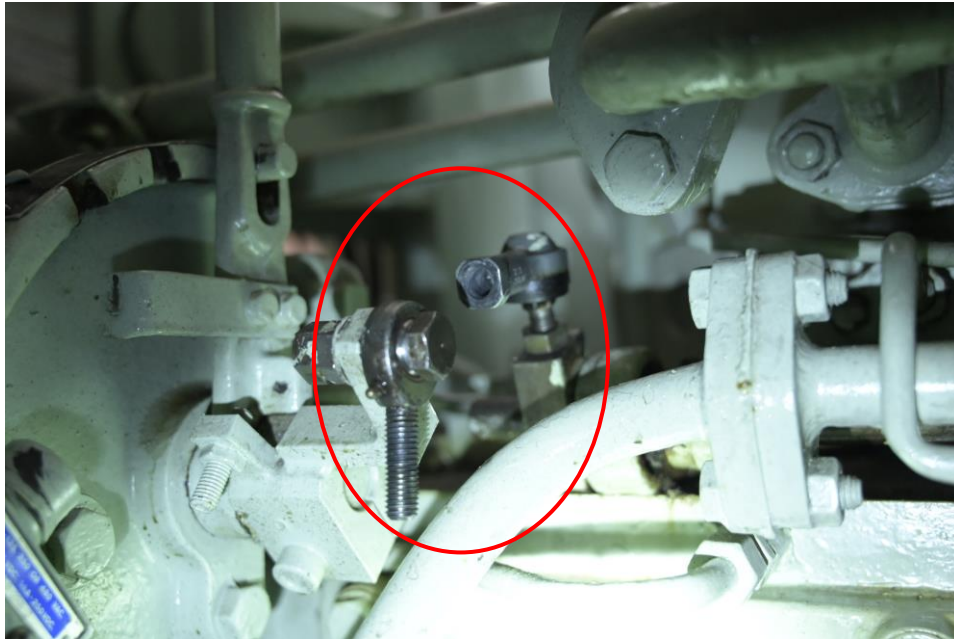


Figura 12. Motor principal de babor. Dentro del círculo rojo, se observó desacoplada una unión articulada compuesta por dos extremos de varillas, perteneciente al sistema de control de combustible

Fuente: Material documental



Figura 13. A la izquierda se observa las tareas de desmontaje del regulador de velocidad y de los movimientos N° 1 y N° 2 del motor principal de babor. A la derecha se ve el regulador de velocidad una vez desmontado del motor principal de babor

Fuente: Material documental



Figura 14. Interior del colector de aire de admisión. Se observa que estaba limpio, sin evidentes rastros de aceite

Fuente: Material documental



Figura 15. Cremallera de una de las bombas de inyección de combustible⁴. Se detectó que dos cremalleras estaban trabadas

Fuente: Material documental

⁴ La función de la cremallera en una bomba de inyección de combustible es controlar la cantidad de combustible que se inyecta en el motor.



Figura 16. Se muestra de izquierda a derecha el regulador de velocidad y la unión articulada del enlace de control de combustible que fueron requeridos por los investigadores para realizarles ensayos a cargo del laboratorio de la JST

Fuente: Material documental

Otros hallazgos durante las recorridas.

- ✓ El motor principal no contaba con un sistema de detección de niebla⁵.
- ✓ El sistema de alarma del buque no contemplaba el monitoreo y registro de datos.

⁵ Sistema o conjunto de dispositivos diseñados para identificar la presencia de niebla o vapor de agua en los cárteres de los motores.

2.12. Información obtenida de los ensayos de laboratorio

Ensayos de aceite

Los investigadores de la JST presenciaron la toma de muestras de aceite del cárter del motor principal de Br, del filtro de aceite del motor de Br y del depósito de aceite limpio que realizó la PNA.



Figura 17. Se observa que al momento en el que se realizó la toma de muestra de aceite el depósito de aceite estaba limpio

Fuente: Material documental

Investigadores de la JST presenciaron en el Departamento Científico Pericial de PNA la apertura de las muestras de aceite lubricante.

De un total de seis envases de vidrio de 1000 ml con las muestras de aceite retiradas del filtro de aceite, del cárter y del depósito de aceite limpio, tres quedaron al resguardo de PNA y las otras tres fueran abiertas para realizar las pruebas.

De acuerdo con las observaciones y análisis realizados, y al criterio analítico utilizado por el área de contaminación e hidrocarburos y por el área cromatográfica en su informe técnico complementario, se informó que se pudo observar un desvío muy leve del aceite usado respecto del aceite nuevo (desvío típico del uso).



Figura 18. Frascos precintados que se utilizaron para tomar las muestras de aceite

Fuente: Material documental

Tabla 13. Resultados de los ensayos realizados a las muestras de aceite

Expte CIPE-N° Muestra	48/21-01	48/21-03	48/21-05
Identificación de Origen	1A – Tanque de Servicio R/E “OBSERVADOR”	1B – Carter R/E “OBSERVADOR”	1C – Deposito de Aceite R/E “OBSERVADOR”
Volumen Total (mL) (*)	900	800	850
Aspecto (*)	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Color (*)	Negro	Negro	Amarillo
Olor (*)	Hidrocarburo	Hidrocarburo	Hidrocarburo
Humedad por Karl Fisher (%) (*)	N/E	N/E	N/E
Densidad a 15° C gr/ml (*)	0.905	0.904	0.902
Viscosidad Cinemática a 40° C (cSt) (*)	145.71	146.12	147.74
Viscosidad Cinemática a 100° C (cSt) (*)	9.19	9.23	8.83
Punto de inflamación (ASTM D93-20) (°C)	>200	>200	>200

- ✓ Efectuar el ensayo en banco del regulador de velocidad
- ✓ Establecer el estado de desgaste de los componentes internos

Durante las pruebas se limpió exteriormente y desmontó la tapa para observar sus mecanismos, encontrándose todo normal y en buen estado de conservación.

Se completó con aceite y se probó su funcionamiento en el banco de pruebas resultando su respuesta totalmente normal.

La palanca de salida estaba firmemente ajustada y espigada. La barra vinculada a ella estaba con rotulas y vástago muy robusto y en buen estado.

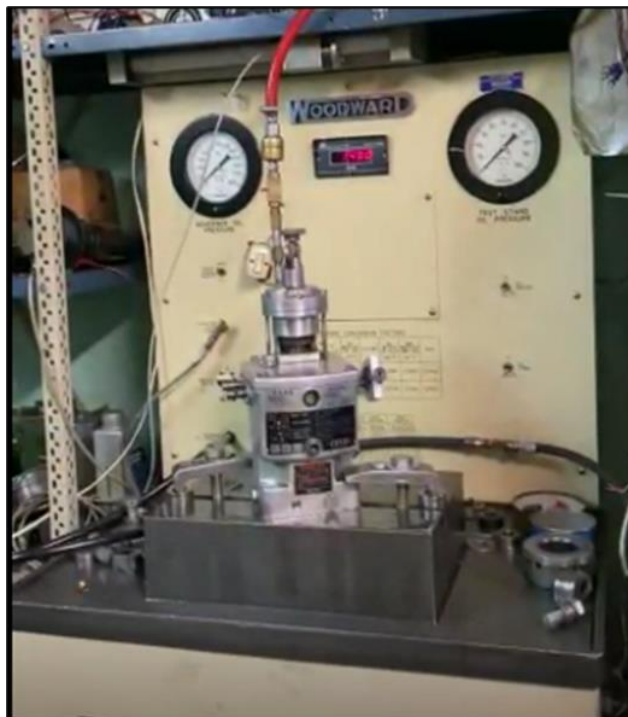


Figura 19. Ensayo del regulador de velocidad en banco de prueba
Fuente: Laboratorio JST



Figura 20. Palanca de salida del regulador espigada, con barra con rotulas y vástago

Fuente: Material documental

Ensayos de la unión articulada del enlace de control de combustible

Se analizó la mecánica de falla de la unión articulada del enlace de control de combustible del motor principal de babor que presentó fallas durante su servicio.

Se realizó un estudio de identificación del fabricante, control dimensional, análisis de composición química, observación con microscopio estereoscópico y evaluación de la dureza de los elementos.

Metodología utilizada

1. Identificación de los fabricantes: Se examinaron los grabados en los elementos para determinar el fabricante y el modelo de cada pieza.
2. Control dimensional: Se realizaron mediciones para determinar las especificaciones dimensionales de las roscas y compararlas con los estándares correspondientes.

3. Análisis de composición química: Se llevaron a cabo pruebas para determinar la composición química de las piezas y compararla con las especificaciones del fabricante.
4. Observación con microscopio estereoscópico: Se realizó un examen detallado de las roscas utilizando un microscopio estereoscópico para identificar posibles deformaciones o desgaste.
5. Evaluación de la dureza: Se utilizó un durómetro tipo Rockwell para medir la dureza de las piezas y compararla con los valores esperados.

Resultados

1. Identificación de los fabricantes:

Se determinó que la unión articulada estaba compuesta por tres elementos:

- ✓ Un extremo de varilla cabeza de rótula marca THK;
- ✓ un extremo de varillas L-Balls marca IKO;
- ✓ y una contra tuerca.



Figura 21. Extremos de varillas Cabezas de Rótulas marca THK

Fuente: https://www.thk.com/?q=es_es/node/10727



Figura 22. Extremos de varillas L-Balls marca IKO

Fuente: <https://www.ikont.com/plain-bearings/rod-ends/>

Se determinó que:

- ✓ El extremo de varillas L-Balls era un modelo IKO L-BALLS LHSA 10 con rosca hembra M10x1.25 sin relubricación.
 - ✓ El extremo de varilla cabeza de rótula THK era un modelo POS 10 con rosca macho M10x1.5 con lubricación.
2. Control dimensional: Se encontró una diferencia en las dimensiones de las roscas, indicando una incompatibilidad en los pasos de estas.
 3. Análisis de composición química: Los resultados del análisis de composición química coincidieron con las especificaciones del fabricante para la aleación de zinc utilizada en el extremo de varillas L-Balls.
 4. Observación con microscopio estereoscópico: Se observaron deformaciones y desgaste en los filetes de las roscas, especialmente en la rosca hembra del extremo de varillas L-Balls.
 5. Evaluación de la dureza: La dureza medida en el extremo de varillas L-Balls resultó ser menor a la esperada, lo que pudo afectar la transmisión adecuada de las cargas entre los filetes de las roscas.

Los resultados anteriores indicaron lo siguiente:

- ✓ que los componentes provenían de fabricantes diferentes, IKO el extremo de varillas L-Balls y THK el extremo de varilla cabeza de rótula.
- ✓ que existía una diferencia en los modelos de las piezas, en las dimensiones de las roscas y una discrepancia en la dureza entre las piezas.
- ✓ que esas diferencias sugieren un enrosque con retrabajo por deformación de los filetes de la roca hembra del extremo de varillas L-Balls.
- ✓ que estas incompatibilidades pudieron haber llevado al aflojamiento de la contratuerca y al desacople entre las piezas durante el funcionamiento del motor.

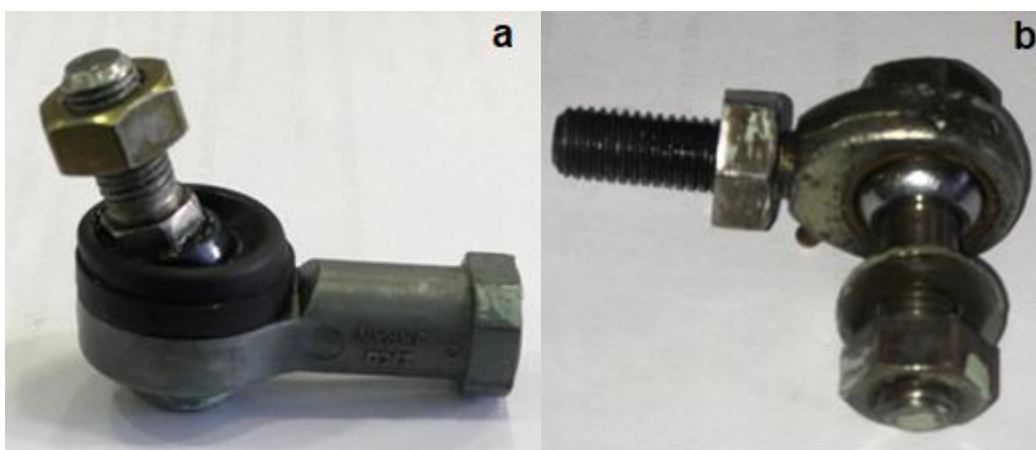


Figura 23. La imagen “a” muestra extremo de varillas L-Balls marca IKO, la imagen “b” muestra el extremo de varilla cabeza de rótula marca THK y la contratuerca, que se extrajeron del motor principal de babor

Fuente: Laboratorio JST

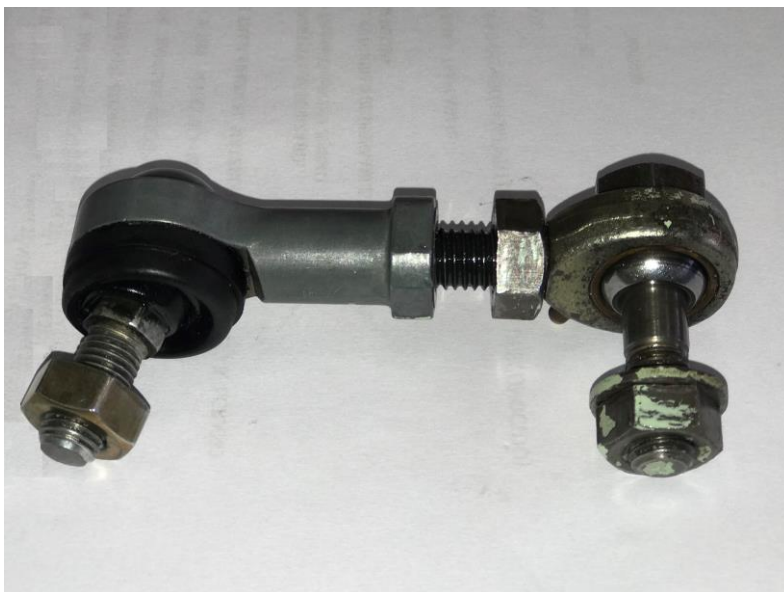


Figura 24. Unión articulada del motor principal de babor, en sus tres partes ensambladas

Fuente: Material documental



Figura 25. Unión articulada del motor principal de babor, en sus tres partes desarmadas

Fuente: Material documental

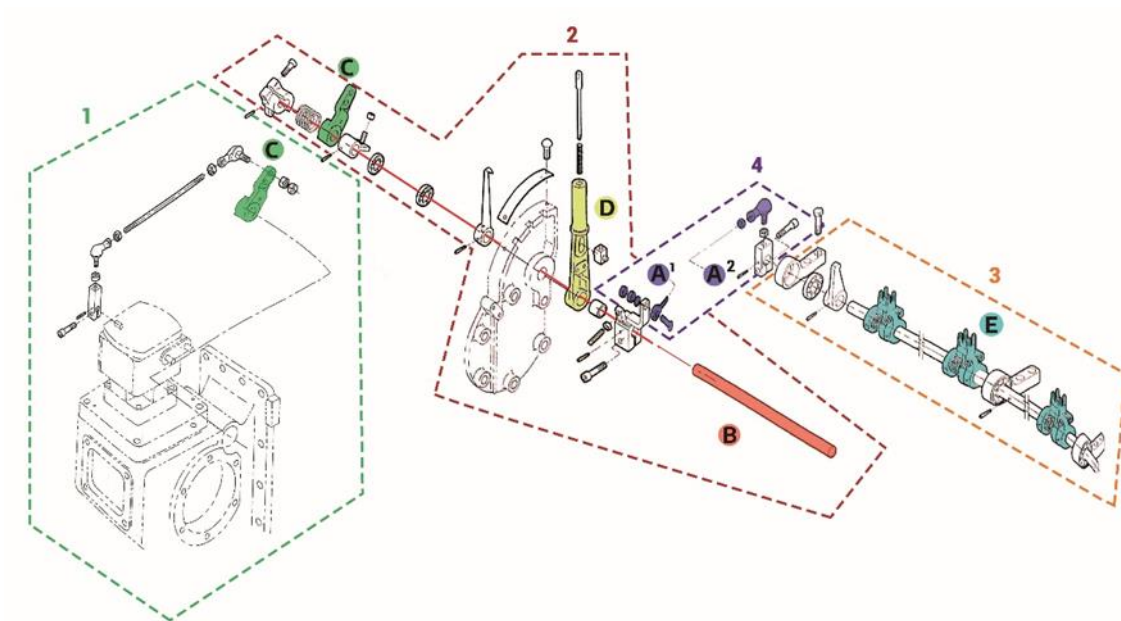


Figura 26. Diagrama de despiece del sistema de control de combustible del motor Niigata 6L28HX en el cual se pueden visualizar la ubicación de la unión articulada

- 1- Enlace del regulador de velocidad (Governor Linkage);
- 2- Enlace de control de combustible (Fuel control Linkage);
- 3- Eje de accionamiento de las cremalleras de las bombas inyectoras de combustible – (Lay Shaft);
- 4- Unión articulada compuesta por un extremo de varilla cabeza de rótula (**A1**) y el extremo de varilla L-Ball (**A2**)

Fuente: Manual de despiece del motor Niigata 6L28HX

- ✓ En el recuadro 1 y 2, la pieza **C** resaltada en color verde, indica la unión del Governor Linkage con Fuel Control Linkage.
- ✓ En el recuadro 2, la pieza **D** resaltada en color amarillo, indica la palanca de gobierno local del motor, mientras que la pieza **B** resaltada en color rojo, indica el eje del Fuel control Linkage.
- ✓ En el recuadro 3, las piezas **E** resaltadas en color celeste, indican las uniones de las cremalleras de las bombas de inyección de combustible al Lay Shaft.
- ✓ En el recuadro 4, las piezas **A** resaltadas en color violeta, indican la unión articulada compuesta por el extremo de varilla Cabeza de Rótula (**A1**) y el extremo de varilla L-Ball (**A2**) y su conexión con el Fuel Control Linkage con el Lay Shaft.

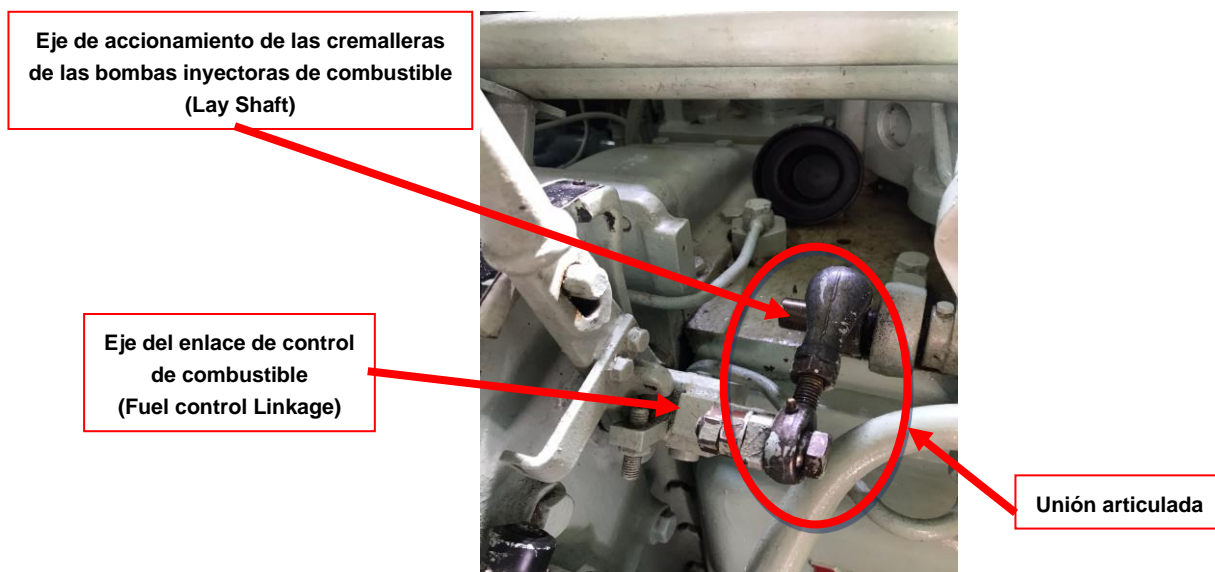


Figura 27. Fotografía del M/P de Er en la cual se puede observar dentro del círculo rojo como la unión articulada y conectaba al eje de accionamiento de las cremalleras de las bombas inyectoras de combustible (Fuel control Linkage), con el eje del enlace de control de combustible (Lay Shaft)
Fuente: Material documental

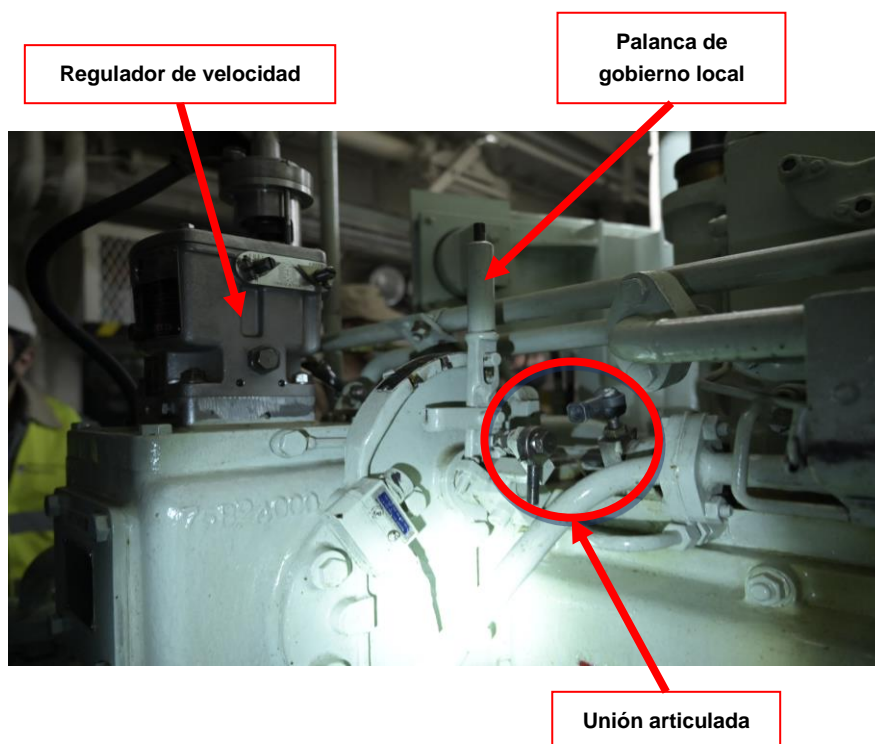
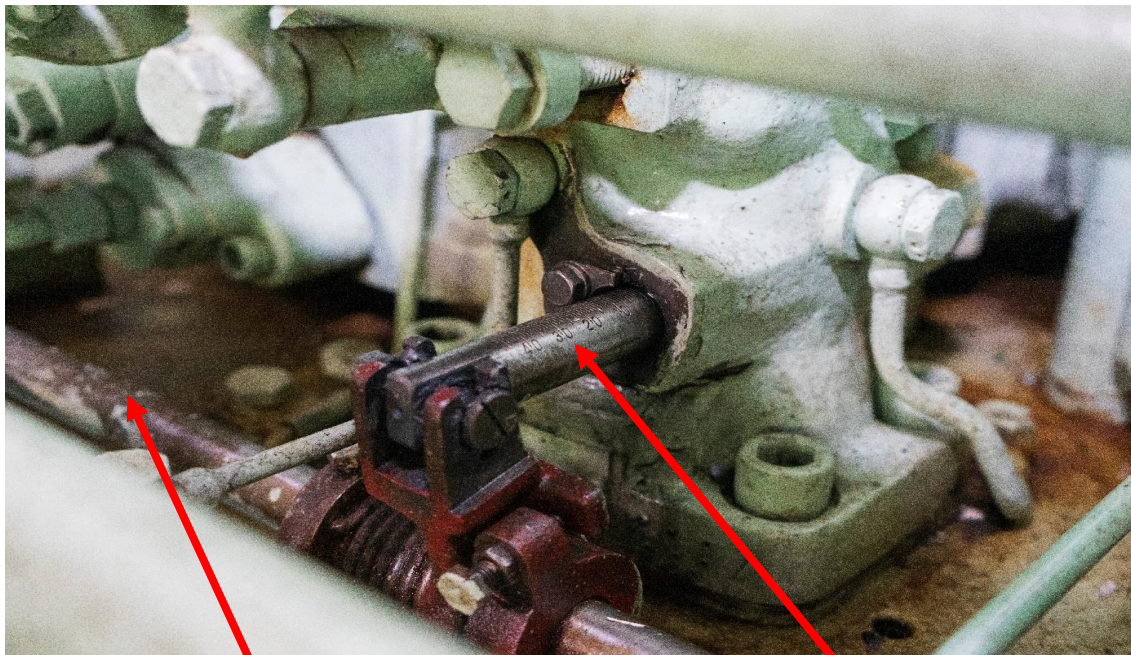


Figura 28. Fotografía del M/P de Br en la cual dentro del círculo rojo se puede observar como el extremo de varilla cabeza de rótula (acoplado al eje del control Linkage), se encontraba desacoplado del extremo de varilla L-Balls (acoplado al Lay Shaft)

Fuente: Material documental

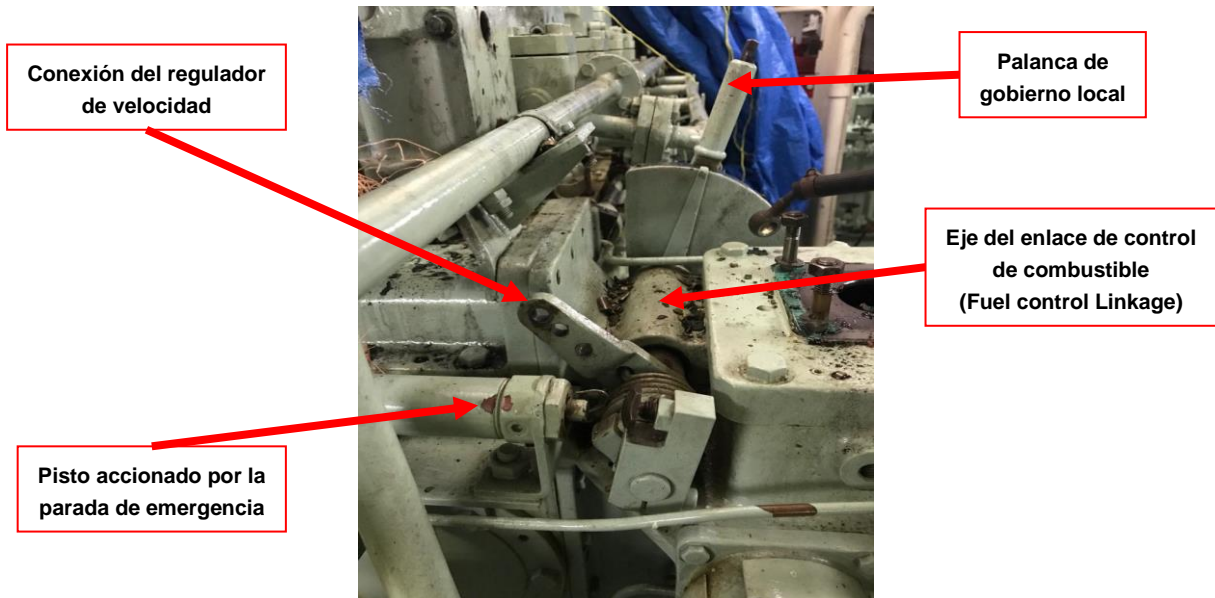


Eje de accionamiento de las cremalleras de las bombas inyectoras de combustible (Lay Shaft)

Cremallera de la bomba inyectora de combustible

Figura 29. Unión del eje de accionamiento de las cremalleras con la cremallera de una de las bombas inyectoras de combustible

Fuente: Material documental



Conexión del regulador de velocidad

Palanca de gobierno local

Eje del enlace de control de combustible (Fuel control Linkage)

Pisto accionado por la parada de emergencia

Figura 30. Fotografía del sistema de control de combustible del M/P de Br. Se destaca el eje del enlace de control de combustible (Fuel control Linkage), sobre el que actúan el pistón accionado por la parada de emergencia, el regulador de velocidad y la palanca de gobierno local del motor

Fuente: Material documental

Manual del Fabricante de los motores principales:

En el manual del fabricante del motor principal, en la sección de mantenimiento, específicamente en el apartado de inspección y revisiones periódicas (Inspección A1), se indicaba que era necesario realizar una comprobación del apriete de los pernos, tuercas y pasadores en el enlace de control de combustible (Fuel Control Linkage) y en el eje intermedio (Lay Shaft) cada 100 horas de uso.

Tabla 15. Inspección A1

• Inspection A1		
Interval: 100 hours		
No	Maintenance Work	reference
A1-04	General Inspection of the engine <ul style="list-style-type: none"> • Check any leak from joints, sealings. • Check tightening of bolts, nuts and pin son fuel linkage, lay shaft. • Check tightening of bolts and nuts on pipe joints. • Check tightening of engine fixing bolts. (at first maintenance A1, and D afterwards) 	

Fuente: Manual del fabricante del motor Niigata 6L28HX

Ejemplo de la configuración del pistón accionado por la parada de emergencia tomada de otro buque

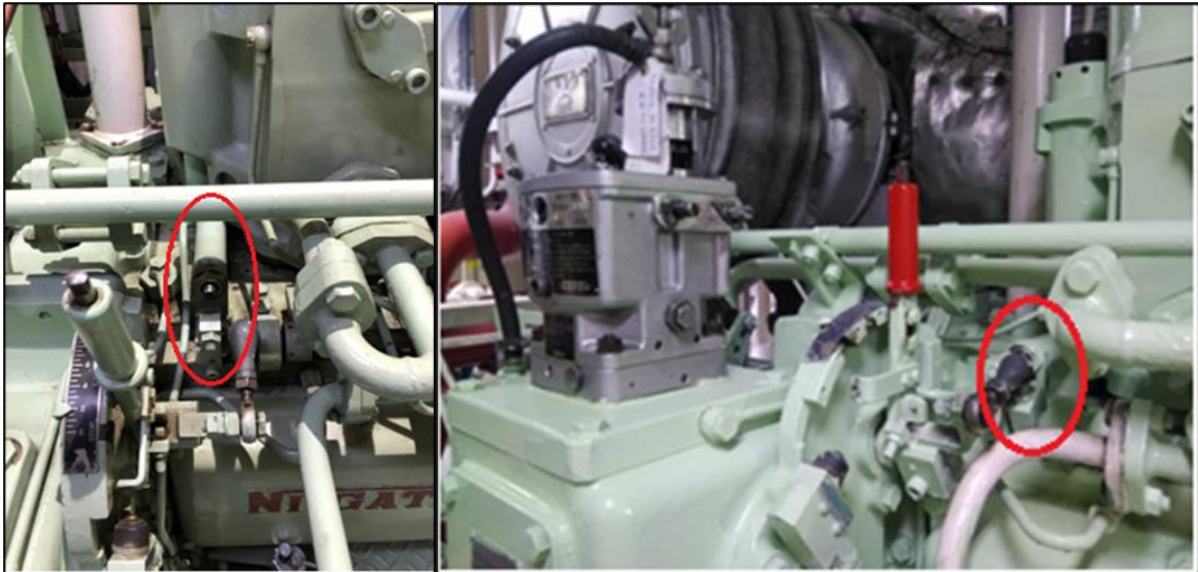
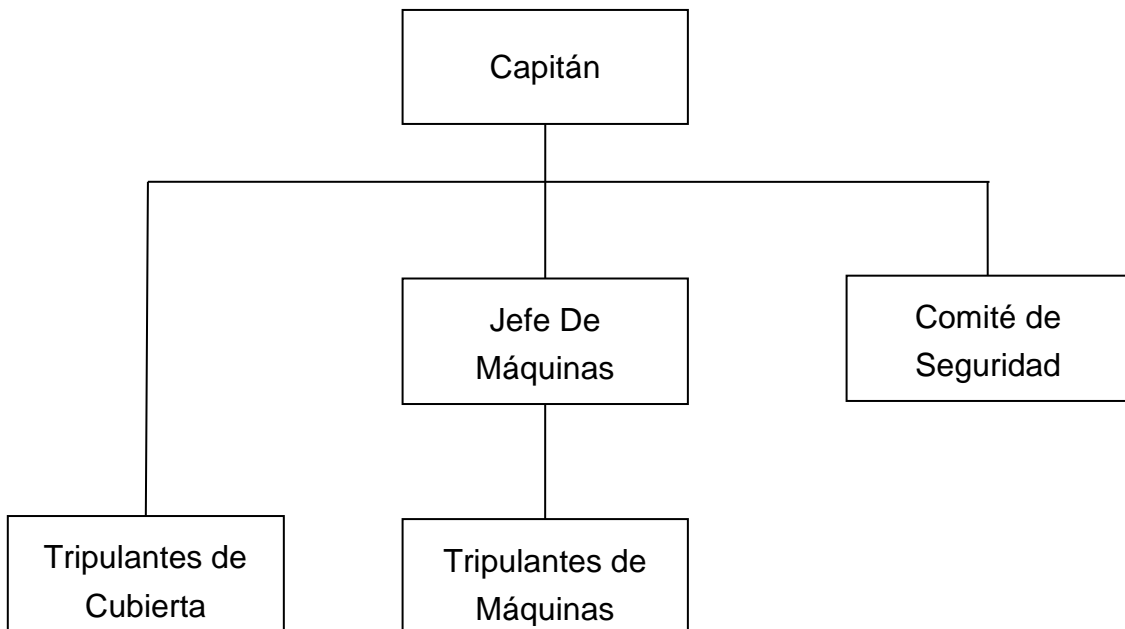


Figura 31. Dentro de los círculos rojos se puede observar el pistón accionado por la parada de emergencia actuando directamente sobre el eje de accionamiento de las cremalleras de las bombas inyectoras de combustible en modelos modernos del motor Niigata
 Fuente: Datos recabados durante la investigación, JST

2.13. Información obtenida del sistema de gestión de seguridad

Diagrama de organización a bordo



Fuente: Manual de Gestión de Seguridad a Bordo Remolcadores de Puerto 01/10/2018 – Revisión 2

Reg. MB-252. Procedimientos de Planificación de Mantenimiento

Establecía que la tripulación realizaba los trabajos de mantenimiento del remolcador de acuerdo con las pautas del plan de mantenimiento a bordo. Además, en el punto 2.1.2 señalaba que los puntos no previstos en tales pautas y que se hubieran planificado como adecuados, se tratarían siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

Reg. MB-253. Procedimientos de Mantenimiento de Maquinarias Importantes

Establecía que el control de mantenimiento de los equipos importantes, entre los cuales se incluía a los motores principales, eran los descritos en sus manuales, implementados de acuerdo con las pautas establecidas en el MGS.

En cuanto a las Inspecciones de mantenimiento (mantenimiento preventivo), señalaba que se llevaban a cabo regularmente de acuerdo con las Pautas de Mantenimiento.

Se indicaba que el mantenimiento del motor principal se llevaba a cabo de acuerdo con el plan de mantenimiento a bordo, trazado sobre la base de las pautas de mantenimiento para los componentes del motor. Además, dado que los períodos de mantenimiento difieren de un fabricante a otro, éste se desarrollaba refiriéndose a los manuales de instrucción de los fabricantes.

Reg. MB-26. Normas de contingencias a bordo

Se consideraban como situación de EMERGENCIA:

Tabla 16. Situaciones de emergencia

Abandono del buque	Colisión	Encallamiento / Varadura
Incendio	Daño a las maquinarias	Hombre al agua
Búsqueda de persona	Persona herida o enferma	Accidente fatal
Derrame de petróleo	Atención a buque en emergencia	

Fuente: Manual de Gestión de Seguridad a Bordo Remolcadores de Puerto 01/10/2018 – Revisión 2

- ✓ Si bien se menciona como situación de emergencia la de atención a buque en emergencia, no había en el MGS un procedimiento para este acaecimiento.

Reg. MB-261 Procedimientos para contingencias a bordo

- ✓ En el inciso 5. “Cómo actuar en caso de incendio”, apartado 5.2.3. “Equipo de lucha contra incendio”, punto 2, mencionaba el uso de un equipo de bombero⁶.

Reg. MB-282. Procedimientos de ejercicios de emergencias a bordo

- ✓ Para el ejercicio de incendio se indicaba que se rotaban las ubicaciones para hacer las prácticas en diferentes condiciones y manejando distintos tipos de fuego a fin de cubrir todos los espacios del buque.
- ✓ Se contemplaba el uso de equipo de bombero y que todos los tripulantes debían tener experiencia en el uso del aparato de respiración autónomo⁷ y la realización de ejercicios de búsqueda y rescate en diferentes locaciones del buque⁸

⁶ Acorde a la Ordenanza de PNA N° 03-05 (DPSN), las principales características de un equipo de bombero son: Indumentaria protectora resistente al calor, botas dieléctricas, casco rígido, linterna de seguridad con al menos tres horas de autonomía, y un hacha con mango aislado, así como un aparato respiratorio autónomo con botellas de al menos 1,200 litros de aire, intercambiables, con alarma audible y dispositivo visual para advertir sobre niveles bajos de aire, y un cable de seguridad ignífugo de al menos 30 metros de longitud. Todo aparato de respiración autónomo poseerá al menos 2 botellones de cargas de respeto.

⁷ Si bien el procedimiento mencionaba el uso de un equipo de bombero y de un aparato de respiración autónomo, el buque no los poseía por estar eximido acorde con la Ordenanza de PNA N° 03-05 (DPSN).

⁸ Con relación a los ejercicios de rescate de diferentes locaciones del buque cabe tener en cuenta que el buque no poseía una camilla.

2.14. Daños materiales y al medio ambiente

No se reportó contaminación al medio ambiente. Resultaron totalmente dañados los siguientes componentes, de los movimientos N°1 y N°2 del motor principal de babor:

- ✓ Pistones,
- ✓ aros,
- ✓ bielas,
- ✓ pernos del pistón,
- ✓ espárragos de cabeza de biela,
- ✓ cojinetes,
- ✓ tapas de registro del motor y
- ✓ block del motor.

Además, a causa de la explosión del motor, se dañó la escalera de acceso a la sala de máquinas y chazas⁹ del piso.

⁹ Las chazas son las chapas que forman el plan o piso en la sala de máquinas.



Daños en el block y chazas del piso



Daño en escalera de acceso a sala de máquinas



Daño en pistón y aros



Daño en camisa



Figura 32. Fotos de los daños materiales en SSMM y M/P de Br

Fuente: Material documental

2.15. Aspectos reglamentarios

Sobre la protección en caso de embalamiento de los motores (parada automática del motor):

La ordenanza N° 01-20 (DPSN) del Tomo 1, titulada “Normas de seguridad para instalaciones de máquinas navales y prevención de incendios en embarcaciones equipadas con motores de combustión interna”, dice que:

“Adicionalmente, todo motor cuya potencia sea mayor o igual a DOSCIENTOS VEINTE (220) Kilowatts que pueda ser desacoplado en servicio o que accione hélices de paso controlable, deberá protegerse mediante un dispositivo de sobrevelocidad (independiente del “governor”) que impida que las revoluciones de las máquinas principales superen en más del VEINTE POR CIENTO (20%) las máximas de régimen o el QUINCE POR CIENTO (15%), en motores auxiliares esenciales”.

Sobre el equipo de bombero a bordo:

La Ordenanza de PNA N° 03-05 (DPSN) Tomo 1, titulada “Medidas de Seguridad contra Incendios y Sistema General de Extinción de Incendios”, establece las medidas de seguridad contra incendios y contra el riesgo eléctrico, la instalación del sistema general de lucha contra incendio por agua a presión y la provisión de extintores portátiles, de equipos de bomberos y de pertrechos contra incendios; para los buques de la Matrícula Mercante Nacional. El numeral cubico del Observador era de 1287 m³, por lo que acorde al punto 2.1.1. quedaba eximido de llevar un equipo de bombero.

La Ordenanza N° 05-18 (DPSN), en el punto 3.6.10. establece que la compañía debe determinar las posibles situaciones de emergencia a bordo y adoptar procedimientos para hacerles frente.

Los planes de mantenimiento

La Ordenanza N.º 5-18 (DPSN) del Tomo 2 de la Prefectura Naval Argentina establece las "Normas de Gestión de la Seguridad Operacional del Buque y la Prevención de la Contaminación" (NGS). En el punto 3.6.12, se aborda el tema del mantenimiento:

La compañía que opera el buque debe adoptar procedimientos para asegurar que el mantenimiento se realice de acuerdo con los reglamentos correspondientes y las disposiciones complementarias establecidas por la compañía misma. Esto implica:

- *Realizar inspecciones periódicas.*
- *Notificar todos los casos de incumplimiento y, si se conocen, sus posibles causas.*
- *Tomar medidas correctivas adecuadas.*
- *Mantener registros de estas actividades.*
- *Además, la compañía debe identificar los elementos del equipo y los sistemas que podrían causar situaciones peligrosas en caso de avería repentina. Se deben tomar medidas concretas para mejorar la confiabilidad de estos elementos o sistemas, incluyendo pruebas periódicas de dispositivos auxiliares y elementos de equipo que no se utilizan de manera continua.*

3. ANÁLISIS

Este análisis se divide entre factores desencadenantes y factores del sistema; en los primeros encontramos acciones u omisiones del personal operativo de primera línea y fallas técnicas del equipamiento que están relacionadas con los eventos del accidente que permiten conocer, con certeza o con determinado grado de probabilidad, la totalidad de lo ocurrido, por ende, ocupan los lugares más próximos en tiempo y espacio al suceso y responden a la pregunta de ¿qué pasó?

Determinar los factores desencadenantes son necesarios para comprender qué ocurrió, pero no son suficientes para contestar la pregunta de ¿por qué ocurrió el accidente?

En ese sentido, es necesario llevar a cabo un análisis más profundo donde los factores desencadenantes representan el punto de partida del análisis y no el final.

Por ello, resulta imperativo identificar aquellos factores subyacentes que expliquen los factores desencadenantes; normalmente es aquí donde residen los factores sistémicos vinculados con el accidente y están integrados por factores humanos (FFHH) y organizacionales (FFOO) habitualmente alejados en tiempo y espacio del accidente.

Dado que el propósito de la investigación de seguridad operacional es emitir RSO y ASO que sean eficientes para evitar la recurrencia de sucesos similares, el análisis del accidente se hará con un enfoque centrado en el sistema, especialmente en las defensas, las cuales comprende barreras de tres tipos diferentes, tecnológicas, normativas (incluye procedimientos) y de entrenamiento (incluido formación y capacitación).

En la última sección del análisis, se enumerarán otros factores de riesgo detectados durante la investigación que, aunque no guarden relación directa con este suceso, bajo un contexto operacional diferente, podrían desencadenar accidentes similares.

Como contraparte de los factores vinculados con el accidente, en esta oportunidad, dado la gravedad de este suceso, también resulta importante resaltar a continuación

otros factores que fueron analizados por su potencialidad de haber sido desencadenantes del accidente, pero que fueron descartados en virtud de los hallazgos obtenidos durante los ensayos descritos en el punto 2.12.

- ✓ La limpieza y ausencia de rastros evidentes de aceite, en el colector de aire de admisión, descartó la posibilidad de un ingreso no controlado de aceite al motor a través del sello del turbocompresor, el cual podría haber sido una posible causa para la sobre aceleración.
- ✓ Los ensayos al aceite dieron cuenta de una ligera variación en sus propiedades, en comparación con un aceite nuevo. Esta leve desviación es una característica común del uso normal del aceite lubricante. Con el tiempo y el funcionamiento del motor, es natural que el aceite adquiera ciertos contaminantes y pierda parte de sus propiedades originales. Se considera que esta pequeña desviación detectada es esperada en el funcionamiento habitual de un motor y que no señala un problema significativo en sí misma que pudiera indicar problemas o contaminantes, o identificar desgastes anormales o filtraciones que pudieran haber impactado en el rendimiento del motor.
- ✓ Los ensayos de combustible no detectaron impurezas que pudieran haber contribuido a la falla del motor.
- ✓ Con relación a las cremalleras trabadas en las bombas de inyección de combustible, se tuvo en cuenta los resultados de los ensayos de aceite y combustible del motor, esto condujo a que, con alto grado de probabilidad, este hallazgo estaba directamente ligado al exceso de revoluciones del motor durante el accidente.
- ✓ Los resultados de los ensayos en banco al regulador de velocidad mostraron que estaba en buen estado y funcionaba normalmente. Además, durante el desmontaje y limpieza del regulador, no se encontraron anomalías o problemas significativos en sus mecanismos, que pudieran haber afectado el funcionamiento del motor y desencadenado la sobre aceleración.

Los Aparatos Respiratorios de Evacuación de Emergencia (AREE):

En el plano de lucha contra incendios, específicamente en el punto 2.9 de este informe, se puede observar que el Observador contaba con dos Aparatos Respiratorios de Evacuación de Emergencia, uno dentro de la consola de SSMM, diseñados para escapar de un ambiente con atmósfera comprometida dentro del buque, ofreciendo un tiempo limitado, en algunos casos entre 5 a 15 minutos de protección, mediante un flujo continuo de suministro de aire. Estos dispositivos no reemplazan a los equipos de respiración autónoma, los cuales poseen mayor autonomía y son adecuados para que el usuario pueda realizar tareas dentro del espacio con atmósfera comprometida.



Figura 33. A la izquierda un ejemplo de un Aparato Respiratorio de Evacuación de Emergencia (AREE); a la derecha un ejemplo de un Equipo de Respiración Autónoma (ERA)

Fuente: <https://prevention-world.com/>

- ✓ La Ordenanza de PNA N° 03-05 (DPSN) eximía al Observador de la obligación de llevar un equipo de bombero con su respectivo equipo de respiración autónoma, sin embargo, en el punto 2.13 de este informe, se destacó que el MGS mencionaba el uso de un traje de bombero, con su correspondiente equipo de respiración autónoma, no obstante, el material de investigación al que se tuvo acceso no corroboró que el buque contara con equipo de bombero.

La unión articulada (ver figura 24)

- ✓ Tanto la parada automática (sistema de protección por embalamiento incorporado en el regulador de velocidad), como la parada manual de emergencia (Pistón accionado desde el puente de navegación y la consola de control), formaban parte del sistema de control de combustible.
- ✓ La unión articulada compuesta por el extremo de varilla Cabeza de Rótula marca THK y el extremo de varilla L-Ball marca IKO, integraban el sistema de control de combustible uniendo el *Fuel Control Linkage* con el *Lay Shaft* (ver figura 28).
- ✓ Al desprenderse la unión articulada, se desvincularon las protecciones para evitar la sobrevelocidad (parada automática), y el sistema de parada manual de emergencia que se accionaba de forma remota, desde el puente de navegación y desde la consola de control de la SSMM.

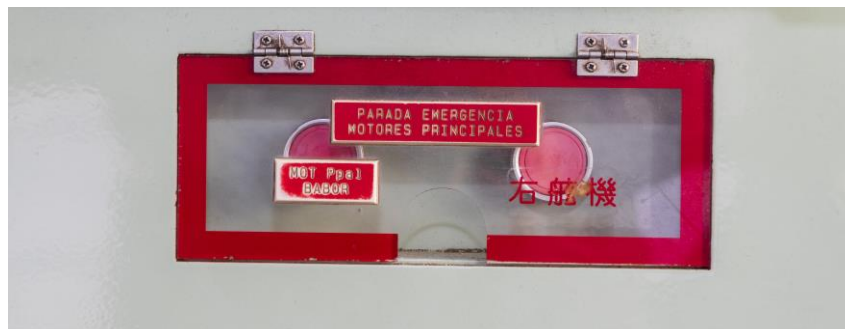


Figura 31. Accionamiento de la parada de emergencia ubicada en el puente de navegación, para poder parar de forma remota los Motores Principales

Fuente: Material documental

3.1. Los factores desencadenantes

- ✓ El deceso se produjo debido al traumatismo músculo esquelético / pelvis – politraumatismos ocasionados por el impacto de los elementos que se desprendieron del motor principal cuando este se destruyó, y debido a que el engrasador estaba ubicada muy próximo a ese motor.

- ✓ Con alto grado de probabilidad, la víctima estaba al costado del motor de babor, como respuesta a la activación de la alarma y al ruido no habitual de los motores.
- ✓ Con alto grado de probabilidad, el engrasador podría haber estimado que su vida no corría riesgo, dado que, teóricamente, en caso de embalamiento, se accionaría la parada automática del motor que evitaría su destrucción.
- ✓ La desconexión de la unión articulada provocó el desplazamiento de las cremalleras hacia una posición de alta inyección de combustible lo que originó el embalamiento del motor, a su vez, desconectó la parada de emergencia automática y manual.
- ✓ Las imágenes obtenidas en las visitas al Observador revelaron daños significativos en el motor principal de babor coherentes con la pérdida de propulsión y la situación de emergencia descrita durante las entrevistas.

3.2. Factores del sistema. Contexto operacional

- ✓ El mantenimiento preventivo de la unión articulada (Tabla 15) estaba contemplado en idioma inglés, en el manual del fabricante del motor, el cual estaba incluido por referencia, en las pautas de mantenimiento del MGS.
- ✓ No se pudo determinar cuándo y en qué circunstancias fue colocada la unión articulada que falló.
- ✓ Entre el aviso del accidente a la costera (09:50) hasta el amarre del Observador (10:18) transcurrieron 28 minutos, la ambulancia arribó (10:27) 9 minutos después del ataque.
- ✓ Acorde la información a la que se accedió, con alto grado de probabilidad, los siguientes factores, vinculados con el equipamiento del buque, influyeron en que la tripulación no haya podido realizar la extracción de la víctima de la SSMM:
 - No se disponía de una camilla.
 - No se contaba con equipo de bombero completo.

- ✓ El buque no estaba provisto del equipo de bombero, con su respectivo equipo de respiración autónoma, al que hacía referencia el MGB.
- ✓ No se encontró el procedimiento del MGB de asistencia a buques en peligro, contemplado en el Reg. MB-26. Normas de contingencias a bordo.
- ✓ La entrada a la SSMM se hacía por una escalera que descendía desde el guarda calor. Esta desembocaba entre los dos motores principales, por ende, en caso de dirigirse a la consola en una situación de emergencia, quedaba expuesto al peligro de pasar primero por al lado de los dos motores.

3.3. Otros factores de riesgo

- ✓ Se notó la ausencia de un sistema de detección de niebla, en los cárteres de los MMPP, esto permitiría identificar la presencia de niebla o vapor de aceite en el cárter, con el propósito de alertar sobre problemas potenciales tales como, fugas de aceite, sobrecalentamiento, o deficiente circulación del lubricante, esto sería esencial para la adopción de medidas preventivas y para evitar daños significativos en el motor.
- ✓ El sistema de alarma que se activó, que alertaba sobre una situación que demandaba una intervención inmediata, era del tipo general, por ende, no ayuda a identificar la especificidad de la emergencia.

4. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones referidas a factores desencadenantes o inmediatos

- ✓ La autopsia concluyó que el fallecimiento se produjo por politraumatismos, estos eran compatibles con el impacto de las piezas desprendidas del motor principal de babor.
- ✓ Es altamente probable que, la falta de especificidad de la alarma, que no indicaba la naturaleza del problema, combinado con la existencia de un sistema de parada automática en caso de embalamiento, hayan influido en que el personal permaneciera junto al motor para identificar y contrarrestar la falla.
- ✓ El desacople de la unión articulada del enlace de control de combustible, fue lo que originó el embalamiento del motor principal de babor y lo que impidió que actuaran las paradas del motor, por ende, no se activó el mecanismo previsto para evitar la destrucción de este.
- ✓ Ese desacople, se produjo porque las dos piezas, que componían la unión articulada, eran de modelos no compatibles que tenían roscas de diferentes pasos.
- ✓ Con alto grado de probabilidad, el armado de la unión articulada con dos piezas incompatibles podría haber tenido origen en los siguientes motivos:
 - Porque el pedido del buque se podría haber realizado utilizando catálogos de diferentes fabricantes, en lugar del catálogo del fabricante del motor.
 - Porque se podría haber provisto al buque de una pieza alternativa a la solicitada.
 - Porque se podría haber mezclado componentes de distintos fabricantes al momento de armar la pieza

4.2. Conclusiones referidas a los factores del contexto operacional

- ✓ El manual de gestión de seguridad (MGS) no integraba todos los planes y registros de mantenimiento.
- ✓ El manual del fabricante no tenía una traducción al español.
- ✓ Los procedimientos y ejercicios incluían la búsqueda y rescate de todos los espacios del buque con el uso del equipo de bombero completo, con equipo de respiración autónoma. Sin embargo, el buque no poseía dicho equipamiento. Poseía dos Aparatos Respiratorios de Evacuación de Emergencia (AREE).
- ✓ Con alto grado de probabilidad, los siguientes factores influenciaron en que la tripulación no haya realizado la evacuación de la víctima de la SSMM:
 - No contaban con equipo de bombero completo, con equipo de respiración autónoma.
 - No contaban con una camilla.
 - Además, la extracción del tripulante de la SSMM se debería haber realizado a través de una escalera y en un ambiente con humo, en este contexto, con alta probabilidad se hubiera requerido de más de un tripulante y todos provistos de equipos de bombero completo.

4.3. Conclusiones referidas a otros factores

- ✓ La consola de control en la sala de máquinas no tenía una conexión directa con el exterior que hubiera permitido el ingreso o salida rápida en caso de emergencia.
- ✓ Los MMPP no tenían un sistema de detección de niebla en los cárteres. Este sistema, permitiría alertar tempranamente complicaciones en el sistema de lubricación del motor, y acumulación de gases en el cárter, con el propósito que la tripulación adopte medidas oportunas que prevengan una falla catastrófica en el motor.

5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

RSO-MA-0027-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

El MGS establece las pautas de mantenimiento de los equipos del buque, sin embargo, no cubre todos los aspectos incluidos en los manuales de los fabricantes. Esto, es abordado en el MGS cuando en el punto 2.1.2 del MB-252 Procedimiento de Planificación de Mantenimiento, dice que:

Los puntos no previstos en las pautas de mantenimiento y los que se planificaron como adecuados se tratarán siguiendo las recomendaciones de los fabricantes.

En ese sentido, se recomienda que:

- ✓ Cuando el MGS remita a los manuales de los fabricantes, en el caso particular de los equipos importantes (MB-253), lo haga detallando de manera específica cuales son las pautas de mantenimiento que se deben guiar por los manuales del fabricante.
- ✓ Proveer a bordo una copia en idioma español de las pautas mencionadas en el punto precedente.

RSO-MA-0028-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

El desacople de la unión articulada que desencadenó el embalamiento del motor se debió a incompatibilidades entre las dos piezas que la conformaban.

En ese sentido, a fin de evitar la recurrencia de hechos similares, se recomienda que se implemente un sistema de gestión de repuestos documentado, que garantice la

trazabilidad de los pedidos y asegure la idoneidad, tanto de las partes requeridas desde a bordo, como de las provistas desde la compañía, todo de conformidad con lo establecido en los manuales de los fabricantes.

RSO-MA-0029-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

Durante la emergencia, no fue posible evacuar al tripulante de la sala de máquinas, no se contaba con el equipamiento necesario.

En ese sentido, se recomienda:

- ✓ Confeccionar un procedimiento de emergencia de rescate para la extracción de una persona de la sala de máquina con condiciones de atmósfera no respirable.
- ✓ Proveer al buque con el equipamiento necesario, acorde se detalle en el procedimiento descrito en el punto anterior, por ejemplo, una camilla y un equipo de bombero completo.

RSO-MA-0030-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

Si bien el buque contaba con un sistema de parada de emergencia, este actuaba sobre el enlace de control de combustible, por ende, al desprenderse la unión articulada, el eje de accionamiento de las cremalleras también quedó desvinculado del resto de dispositivos que podrían haber cortado la inyección de combustible al motor, tales como el regulador de velocidad, la palanca de gobierno local y el pistón actuador de la parada de emergencia remota.

En ese sentido, se recomienda modificar el sistema de parada de emergencia para que actúe directamente sobre el eje de accionamiento de las cremalleras de las bombas inyectoras (ver figura 31), por ende, en caso de desacople de la unión articulada, el pistón actuador de la parada de emergencia remota permanecería operativo.

RSO-MA-0031-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

En caso de una situación de emergencia por la cual se necesite enviar personal adicional a la sala de máquinas, dada la distribución de equipamientos, este debería ingresar por medio de la escalera que desemboca hacia popa entre los dos motores principales.

En ese sentido, se recomienda realizar adecuaciones para minimizar la posibilidad de sufrir impactos en caso de que se produzca la destrucción de uno de los motores por embalamiento, tales como:

- ✓ Implementar un sistema de alarma sonora y lumínica que permita identificar, desde el interior y exterior de la sala de máquinas, cuando se produzca la sobre velocidad de los motores principales o auxiliares.
- ✓ Adecuar la escalera de acceso para que desemboque hacia proa, más cerca de la consola de sala de máquinas.

6. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

ASO-MA-07-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

A fin de identificar indicios tempranos de problemas en el sistema de lubricación del motor y detección de gases en el cárter, se recomienda la Implementación de un sistema de detección de niebla en los cárteres de los motores principales de los buques de la flota, con el propósito de prevenir daños catastróficos.

ASO-MA-08-24

Destinatario: Empresa “INVERSIONES MARÍTIMAS ARGENTINAS S.A. — MARÍTIMA MARUBA S.A. - UNIÓN TRANSITORIA DE EMPRESAS”.

El MGS, en el MB-26, menciona la atención a buques en emergencia, sin embargo, no se halló un procedimiento a tal efecto, en ese sentido, se sugiere que se confeccione uno, que incluya la asistencia a otro remolcador de la empresa, por ejemplo, proveyendo de personal o equipamiento de rescate adicional.

7. OTRAS RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL VINCULADAS CON ESTA INVESTIGACIÓN

RSO-MA-0025-23

Destinatario: Empresa Armadora, Pedro Moscuza e Hijos S.A.

Incorporar al procedimiento de tareas de mantenimiento en equipos críticos, pautas vinculadas al uso de repuestos cuando estos sean diferentes a los indicados por el fabricante, que incluyan, pero no se limiten a lo siguiente:

- En el caso particular del recambio de un motor auxiliar, se recomienda colocar un grupo generador original completo.
- De no ser factible colocar un equipo generador completo, o en el caso de otras tareas de mantenimiento en las cuales sea necesario realizar modificaciones en los motores, se debe avalar dicha modificación mediante una consulta técnica con el fabricante, su representante o con talleres certificados por este.
- Que se incluyan medidas eficaces de supervisión y de pruebas de funcionamiento, con el fin de garantizar que los trabajos fueron realizados acorde con la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

JST | SEGURIDAD EN
EL TRANSPORTE



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA, LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico

Número:

Referencia: ISO - B/R Observador (Mat. 02549) - Acc. c/víctima fatal a bordo

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 73 pagina/s.