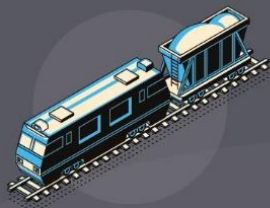


JST | SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL (ISO)

Expediente: EX-2021-09281290-APN-JST#MTR

Suceso: Accidente. Destrucción total. Sin lesionados.

Incendio de grúa portuaria móvil en Terminal 4, Dársena C, Puerto de Buenos Aires, Argentina

19 de enero de 2021 a las 13:04 (UTC)

Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo Accidentológico



Junta de Seguridad en el Transporte

Florida 361, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1005AAG, Argentina

(54+11) 4382-8890/91

www.argentina.gob.ar/jst

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 [Fuente: Junta de Seguridad en el Transporte].

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



ÍNDICE

SOBRE LA JUNTA DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE	6
SOBRE EL MODELO SISTÉMICO DE INVESTIGACIÓN.....	7
LISTADO DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y SIGLAS	9
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS.....	11
1.1. RESEÑA DEL SUCESO.....	11
1.2. INFORMACIÓN SOBRE EL LUGAR DEL SUCESO.....	11
1.3. PERSONAS LESIONADAS.....	15
1.4. DAÑOS.....	16
1.4.1. Grúa móvil.....	16
1.4.2. Buque	18
1.5. INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL	18
1.5.1. Operador de grúa.....	18
1.6. INFORMACIÓN SOBRE LOS VEHÍCULOS INVOLUCRADOS	19
1.6.1. Información sobre la grúa móvil	19
1.6.2. Información sobre el Buque	33
1.7. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	34
1.8. REGISTRADORES DE EVENTOS.....	35
1.9. INCENDIO	35
1.9.1. Dinámica del incendio.....	35
1.9.2. Principio de Incendio	37
1.9.3. Control y extinción	39



1.9.4. Contención	41
1.9.5. Información sobre los restos de la grúa después del incendio	42
1.9.6. Sistema de protección contra incendios de la Dársena C	46
1.10. SUPERVIVENCIA.....	48
1.11. INFORMACIÓN SOBRE EMPRESAS Y ORGANISMOS INVOLUCRADOS.....	50
1.11.1. Administración General de Puertos SE (AGPSE)	50
1.11.2. Prefectura Naval Argentina (PNA)	50
1.11.3. APM Terminals SA.....	50
1.11.4. Liebherr-Argentina SA.....	51
1.11.5. CINTRA	51
1.12. ENSAYOS E INVESTIGACIONES.....	51
1.13. COMUNICACIONES	52
2. ANÁLISIS	53
2.1. ASPECTOS TÉCNICO-OPERATIVOS	53
2.1.1. Sistema automático de detección y extinción de fuego de la grúa.....	55
2.1.2. Cierre automático de la válvula de fluido hidráulico	55
2.1.3. Cierre automático de ventilación	56
2.1.4. Utilización de las instalaciones fijas contra incendio a base de agua	57
2.1.5. Utilización de aceite de motor diésel 15W-40	58
2.1.6. Variaciones de fluidos en la grúa móvil	65
2.2. ASPECTOS INSTITUCIONALES.....	66
3. CONCLUSIONES	68



4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	70
5. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	71
6. FUENTES DE INFORMACIÓN	72



SOBRE LA JUNTA DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE

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. Este informe refleja las conclusiones de la JST con relación a las circunstancias y condiciones en que se produjo el suceso. El análisis y las conclusiones del informe resumen la información de relevancia para la gestión de la seguridad operacional, presentada de modo simple y de utilidad para la comunidad.

De conformidad con la [Ley 27514](#) 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 27514](#), 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.



LISTADO DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS Y SIGLAS¹

ABC: extintor triclase, apto para combatir incendios de clase A, B y C.

BV: Bureau Veritas.

B/M: buque motor.

DPAM: Dirección de Protección Ambiental de la Prefectura Naval Argentina.

DPSN: Dirección de Policía de Seguridad de la Navegación de la Prefectura Naval Argentina.

DWT: toneladas de porte bruto (del inglés *Deadweight tonnage*).

EP: extrema presión.

ERP: Plan de Respuesta de Emergencia (del inglés *Emergency Response Plan*)

ERT: Establecimiento de un Equipo de Respuesta a Emergencia (del inglés *Establishment of an Emergency Response Team*)

IV: índice de viscosidad.

JST: Junta de Seguridad en el Transporte.

kg: kilogramo/s.

km: kilómetro/s.

LC72: Convenio Internacional para prevenir la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y otras Materias.

m: metro/s.

¹ Con el propósito de facilitar la lectura del presente informe se aclaran por única vez las siglas y abreviaturas utilizadas.



MHC: grúa móvil portuaria (del inglés *Mobile Harbor Crane*).

MIV: mejoradores del índice de viscosidad.

mm: milímetro/s.

MMSI: Número de Identificación del Servicio Móvil Marítimo.

msnm: metro/s sobre el nivel del mar.

O: oeste.

OMI/IMO: Organización Marítima Internacional.

OPRC: Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por hidrocarburos.

PNA: Prefectura Naval Argentina.

PBIP: Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias.

PLANACON: Plan Nacional de Contingencia.

REGINAVE: Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre.

REGISEPORT: Régimen de Seguridad Portuaria.

RSO: Recomendaciones de Seguridad Operacional.

S: sur.

SAE: Sociedad de Ingeniería Automotriz

SERSIPA: Servicio de Salvamento, Incendio y Protección Ambiental.

SECOSENA: Servicio de comunicaciones para la Seguridad de la Navegación de la República Argentina.

t: tonelada/s.



1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del Suceso

El accidente ocurrió el martes 19 de enero de 2021 a las 10:04 (hora local) en la Terminal 4 (Dársena C) del Puerto Buenos Aires. Involucró a la grúa portuaria móvil MHC-07 y al buque motor (B/M) Maersk Lavras (bandera de Hong Kong). Mientras ambos vehículos se encontraban en operaciones, se inició un foco de incendio en la sala de máquinas de la grúa. El fuego fue controlado por tripulantes del buque, personal de la terminal y operarios del cuerpo de bomberos del Servicio de Salvamento, Incendio y Protección Ambiental de la Prefectura Naval Argentina (PNA).

Como resultado del suceso, no hubo personas lesionadas. El operador de la grúa fue evacuado mediante una guindola operada desde la grúa móvil contigua. El incendio afectó tanto al interior como al exterior de la grúa, mientras que el buque no sufrió daños de consideración. No se reportó derrame de hidrocarburos (gasoil y aceite hidráulico) de los tanques de almacenamiento de combustible de la grúa ni del buque.

1.2. Información sobre el lugar del suceso

Tabla 1. Datos del lugar del accidente

Lugar del accidente	
Barrio	Retiro
Calle y altura	Av. Ramón Castillo y Prefectura Naval Argentina, Puerto Nuevo
Instalación	Puerto Buenos Aires
Coordenadas geográficas	S 34° 34' 51.657" O 58° 22' 14.729"
Elevación	25 msnm

Fuente: JST, 2021

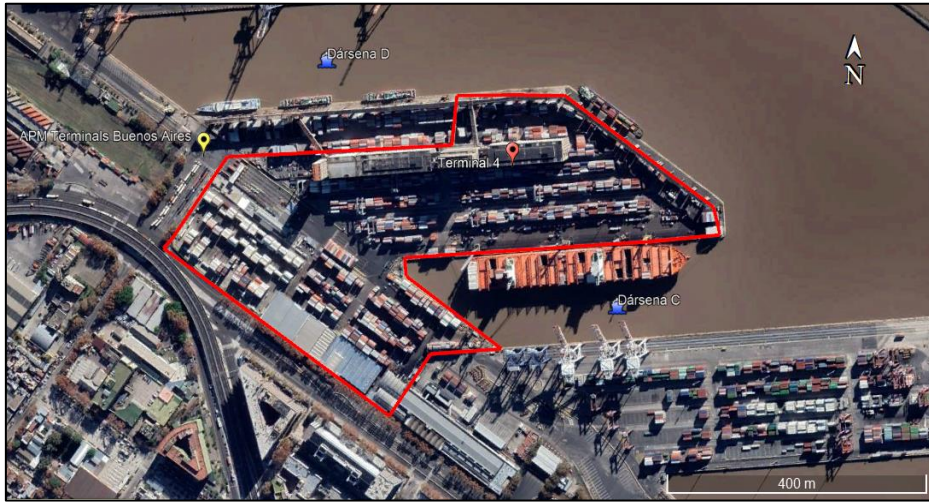


Figura 1. Vista superior del predio y ubicación Terminal 4. Fuente: Google Earth, 2021

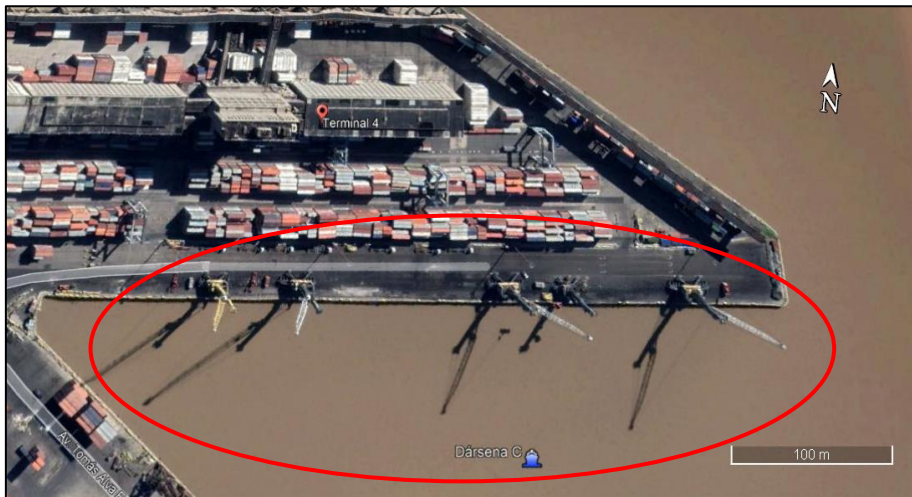


Figura 2. Vista superior, ubicación Dársena C. Fuente: Google Earth, 2021

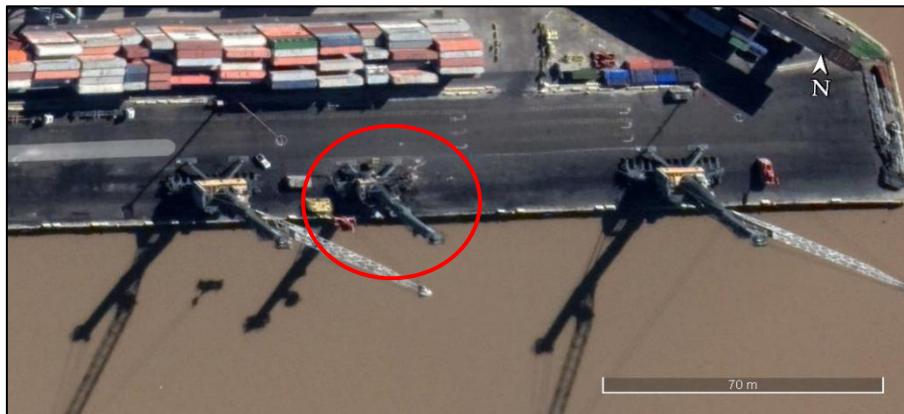


Figura 3. Vista superior de la grúa MHC-07 sin la pluma de izaje, lugar del hecho. Fuente: Google Earth, abril 2021



Características generales del muelle

La Terminal 4 ocupa el lado norte y la cabecera de la Dársena C de Puerto Norte (ex Puerto Nuevo), dentro del Puerto de Buenos Aires. Tiene una superficie total de 11 hectáreas y posee una capacidad estática de plazoleta de 9.200 TEU², a la que se le suma un depósito fiscal de 2.300 m².

El frente de atraque del lado norte mide 496 m y el frente de atraque de la cabecera de la dársena mide 180 m (con un codo de 25 m). El ancho de la dársena es de 140 m. La zona de giro que está en el Antepuerto Norte tiene un diámetro de 520 m.

Equipamiento

La Terminal 4 contaba al momento del suceso con cuatro grúas de características similares a la MHC 07 (LHM 500 Liebherr), más la dotación de equipos de izaje y traslado de cargas que se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos del equipamiento

Tipo de maquinaria	Denominación	Cantidad	Capacidad (Tn)	Uso
Grúas de puerto móviles	Mobile harbor crane	4	104	Maniobras de carga y descarga de contenedores desde y hacia el buque
Puente Grúa Grande	TR trasterainer	6	50,8	Para carga y descarga de contenedores desde la estiba de plazoleta a los camiones de transporte o vagones de tren

² TEU (Twenty foot equivalent unit) es una unidad de medida equivalente a un contenedor de base 20 pies de largo por 8 pies de ancho, de aproximadamente 38,51 m³ de volumen.



Tipo de maquinaria	Denominación	Cantidad	Capacidad (Tn)	Uso
Autoelevador	Reach-Stacker	8	45	Movimiento de contenedores cargados y eventualmente vacíos, carga y descarga desde y hacia los camiones
Autoelevador	Empty container handler	3	9	Movimiento de contenedores cargados y eventualmente vacíos, carga y descarga desde y hacia los camiones
Autoelevador	FK Forklift	11	2,5	Transporte de carga de bajo porte

Fuente: Plan de Emergencias, APM Terminals, 2020

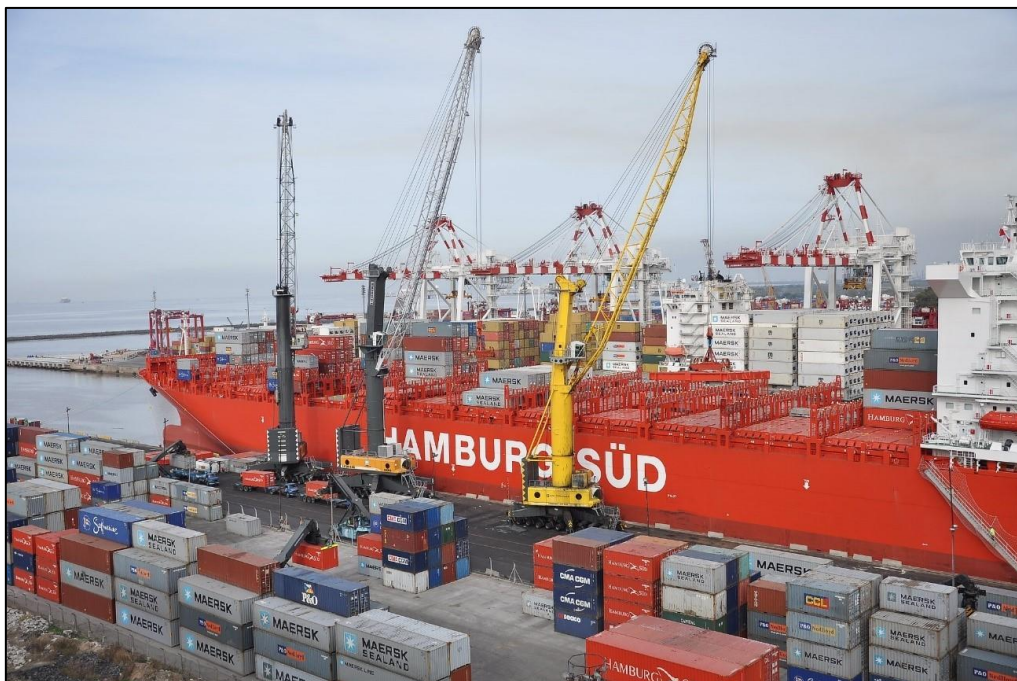


Figura 4. Imagen de las grúas móviles sobre la Dársena C

Fuente: APM Terminals, 2020

**Tabla 3. Autorización de amarre**

Autorización de Amarre. Ordenanza N.º 05/2001 (DPSN)	
Empresa	APM Terminals SA
Denominación de la terminal portuaria	Terminal 4
Ubicación	Dársena C – Lateral Norte
Tipo de servicio	Carga y descarga de contenedores
Autorización de amarre	SNAV NA9 N.º 10/16
Resultado final de la inspección	Satisfactorio
Próxima inspección de convalidación	04/07/2024

Fuente: Prefectura Naval Argentina, 2020

La inspección de convalidación de la autorización de amarre fue realizada el 30 de octubre de 2020 por personal superior del Departamento de Seguridad de la Navegación, perteneciente a la Prefectura Naval Argentina (PNA). Se llevó a cabo acorde a los lineamientos de la [Ordenanza 05/01](#).

Entre los sistemas inspeccionados y aprobados por el personal de la PNA, se encontraron el de amarre y defensas, el de balizamiento e iluminación general de la terminal, el de lucha contra incendio y los operativos. Además, se aprobó el sistema central de monitoreo (CCTV) y los procedimientos en materia de seguridad contenidos en el Manual de Emergencias (código interno T4M02-SAF).

1.3. Personas lesionadas

No se reportaron personas lesionadas como consecuencia del suceso.

Tabla 4. Personas lesionadas

Lesiones	Operador	Pasajeros	Otros	Total
Fatales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0



Lesiones	Operador	Pasajeros	Otros	Total
Leves	0	0	0	0
Ilesos	0	0	0	0
No reportadas	1	0	0	1

1.4. Daños

1.4.1. Grúa móvil

El fuego generó la destrucción total de dos tercios de la plataforma giratoria (sala de máquinas, parte central, sistemas de refrigeración y la cabina de la plataforma) y daños estructurales de consideración sobre el resto de la grúa.



Figura 5. Grúa MHC 07 durante el suceso

Fuente: Informe de APM Terminals, 2021

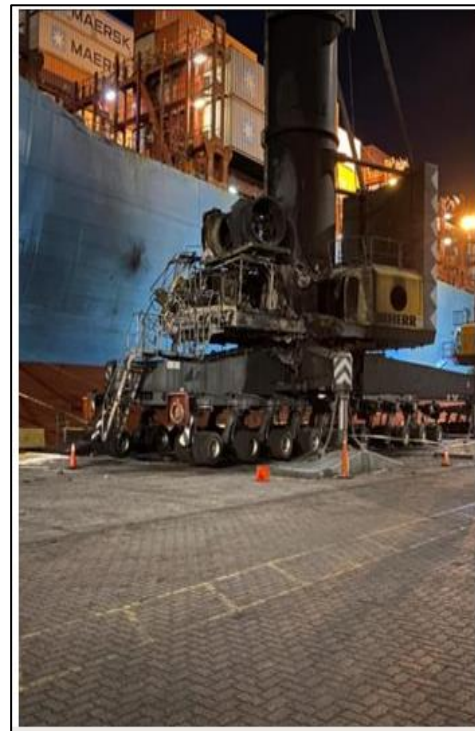


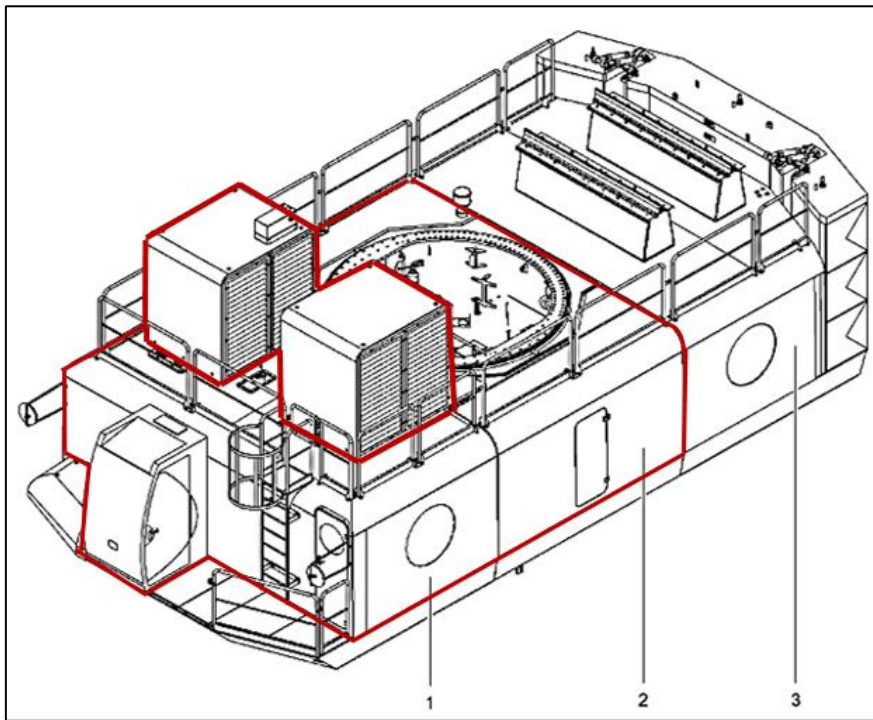
Figura 6. Grúa MHC 07 posterior al suceso

Fuente: Informe de APM Terminals, 2021



Figura 7. Vista de la Grúa MHC 07 posterior al suceso. Se observan parte de los daños

Fuente: JST, relevamiento de campo, 2021



Referencias: 1. Sala de máquinas; 2. Parte central; 3. Compartimento del cabrestante.

Figura 8. Croquis de la plataforma giratoria de la grúa móvil MHC 07. Se destacan con líneas bordó las partes dañadas. Fuente: Memoria Técnica Liebherr



1.4.2. Buque

El buque presentó daños superficiales en la pintura del casco; corte de dos amarras, un largo y un *spring* de proa. En la Figura 9 se puede apreciar el detalle de los daños mencionados.



Figura 9. Vista de los daños de pintura en el B/M. Fuente: Informe de PNA, 2021

1.5. Información sobre el personal

1.5.1. Operador de grúa

La investigación constató que el operador contaba con el Certificado de Calificación de Operador. Este fue emitido el 25 de junio de 2020 por la empresa Lenor SRL, y estaba en vigencia al momento del suceso. Para obtenerlo, el operador debió aprobar un curso teórico práctico en el que se aplicaron las normas [IRAM 3920](#), [IRAM 3921](#) y la [Ley Nacional de Seguridad e Higiene 19587/72](#).

**Tabla 5. Datos del operador de grúa**

Operador de grúa	
Sexo	Masculino
Edad	Sin datos
Nacionalidad	Argentina
Habilitaciones	Grúas móviles de hasta 104 toneladas. Válida hasta el 25/06/2021

1.6. Información sobre los vehículos involucrados

1.6.1. Información sobre la grúa móvil

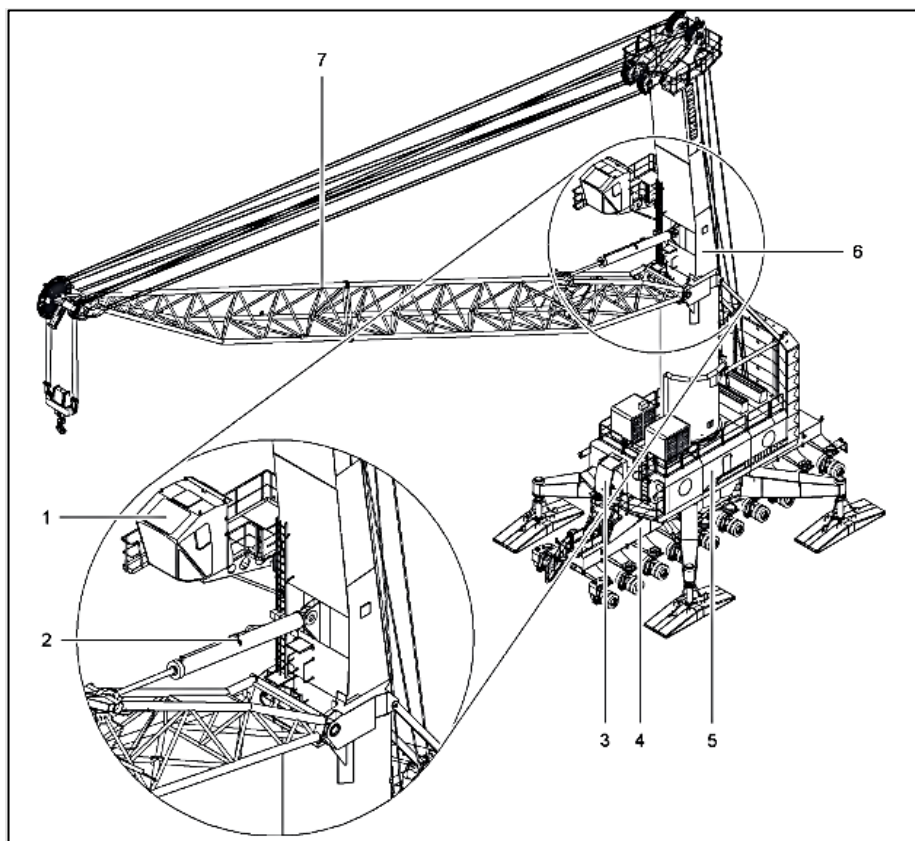
Tabla 6. Datos de la grúa

Grúa móvil MHC-07	
Marca	Liebherr - WERK NENZING GMBH
Modelo	LHM 500-2A
Tipo de maquinaria	Mobile Harbor Crane
Número de identificación (interno)	MHC-07
Capacidad de almacenamiento del tanque de combustible	13 000 L de gasoil
Capacidad de almacenamiento del tanque de plataforma giratoria (depósito diario)	140 L gasoil
Capacidad de almacenamiento del tanque de aceite hidráulico	1 650 L
Alcance máximo (radio)	51 m
Potencia del motor diésel	670 Kw
Altura máxima de elevación	45 m



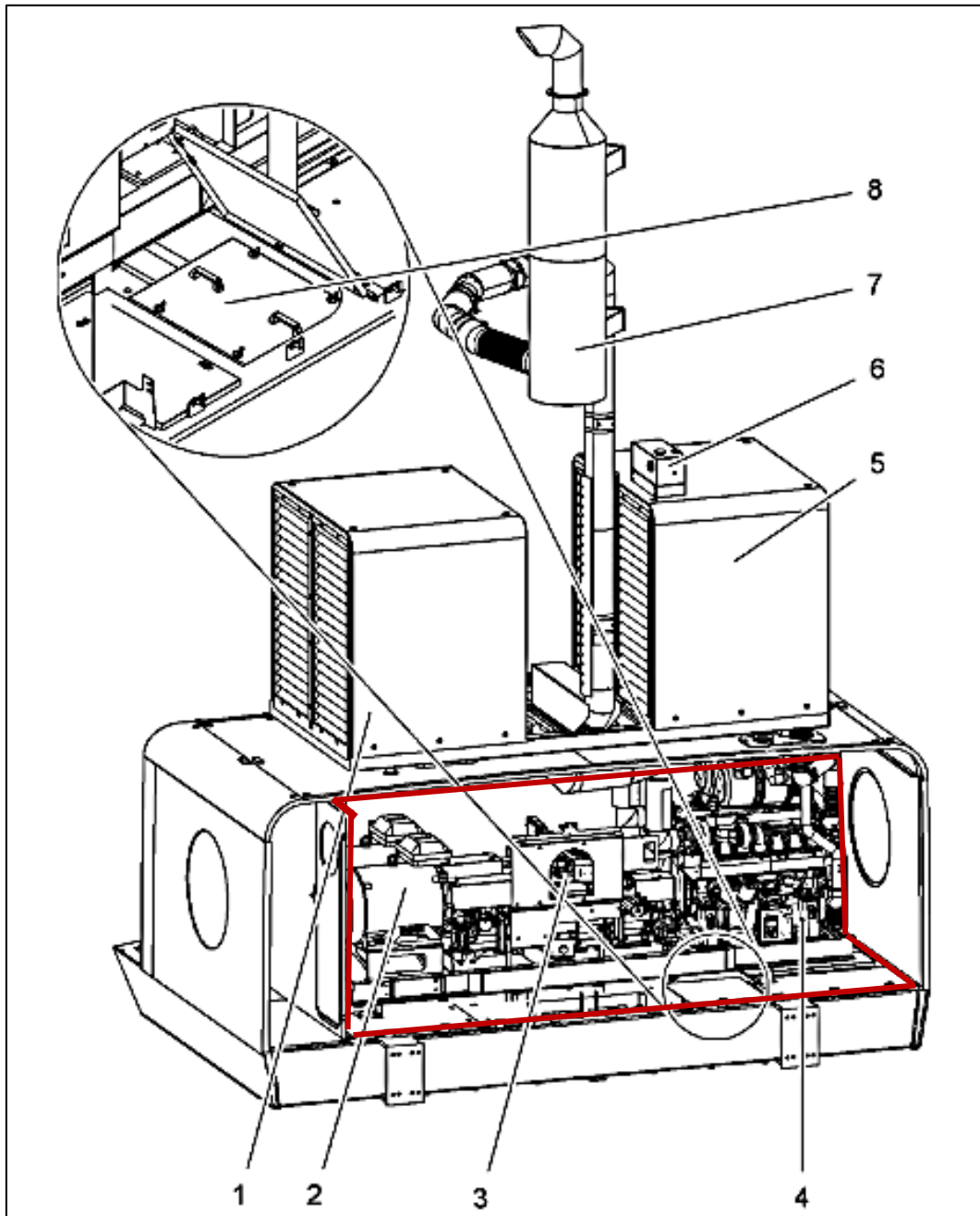
Grúa móvil MHC-07	
Capacidad máxima de carga en los cables	104 t
Número de serie	140742
Cantidad de ejes	20 ejes (4 cubiertas cada uno)
Cantidad de apoyos fijos	4
Año de construcción	2009

Fuente: Manual de Operaciones, LHM 500, Liebherr



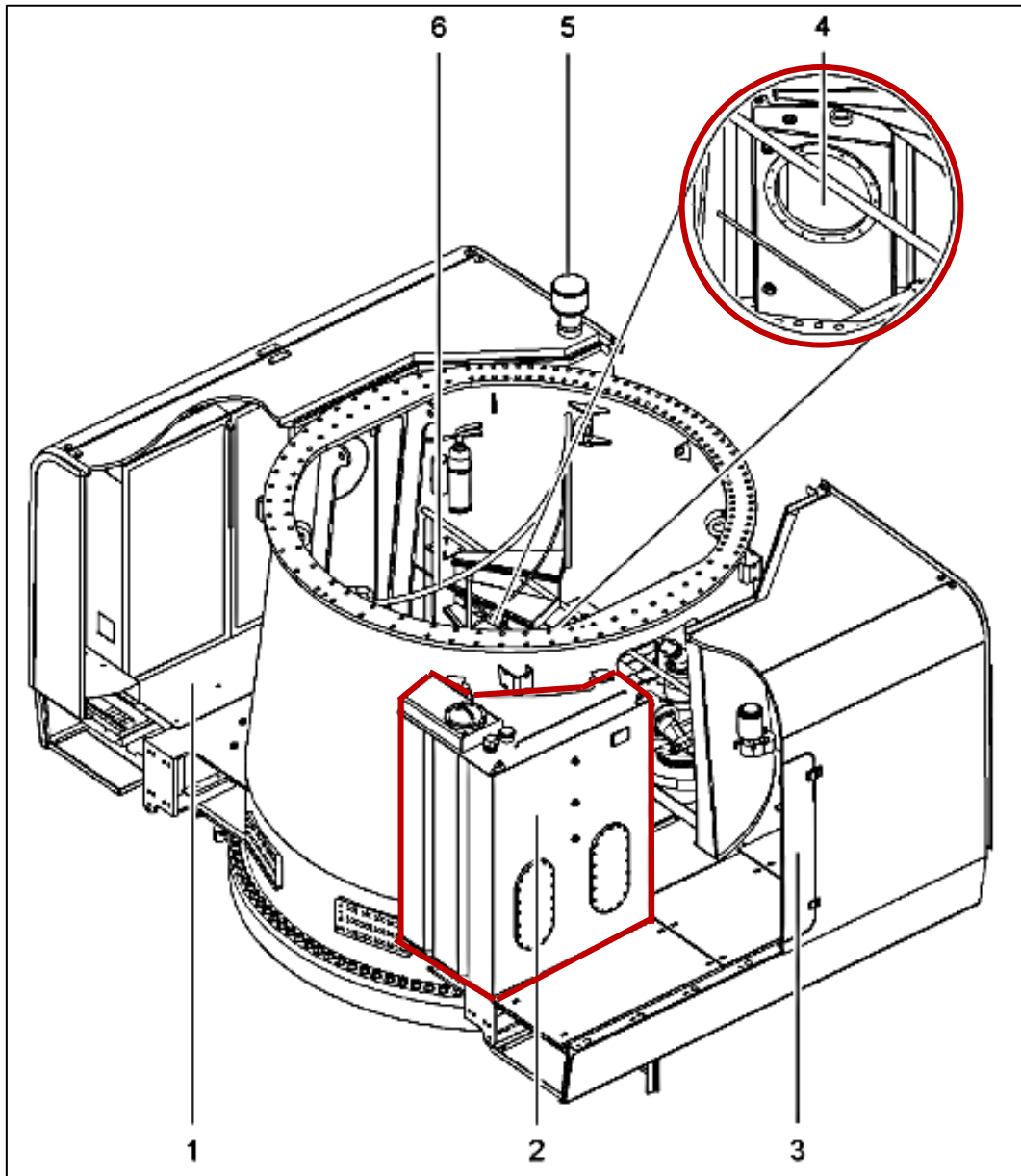
Referencia: 1. Cabina de la torre; 2. Cilindros hidráulicos de elevación; 3. Cabina de la plataforma giratoria; 4. Tren de rodamiento; 5. Plataforma giratoria; 6. Torre; 7. Pluma de izaje.

Figura 10. Croquis de la grúa LHM 500. Fuente: Memoria Técnica Liebherr



Referencias: 1. Refrigerador de aceite hidráulico; 2. Motor eléctrico; 3. Caja de transferencia; 4. Motor diésel; 5. Refrigerador de aire por agua; 6. Depósito de expansión de agua de refrigeración; 7. Sistema de escape; 8. Batería.

Figura 11. Croquis del motor diésel/eléctrico de sala de máquinas de la plataforma giratoria de la grúa móvil LHM 500. Fuente: Memoria Técnica Liebherr



Referencia: 1. Sala del armario; 2. Depósito hidráulico; 3. Puertas de servicio; 4. Depósito diario; 5. Filtro de ventilación de la sala del armario de distribución; 6. Escalones de la torre

Figura 12. Croquis de la sección central de la plataforma giratoria de la grúa LHM 500. Fuente: Memoria Técnica Liebherr

Accionamiento

La grúa LHM 500 tiene un accionamiento diésel hidráulico. Este consiste en una caja de transferencia que alimenta bombas variables a pistones axiales para los mecanismos de elevación de carga, giro y elevación de pluma. La caja *transfer* puede ser accionada tanto por el motor diésel como por los motores eléctricos, y utiliza



tecnología de circuitos cerrados hidráulicos para maximizar el rendimiento y aumentar su eficiencia.

Sistema hidráulico

El sistema hidráulico de la grúa juega un papel importante en su operación eficiente. Es una red independiente balanceada, en la cual los componentes hidráulicos están diseñados para trabajar unidos y entregar el máximo de eficiencia.

A continuación, se enlistan y describen brevemente los diferentes dispositivos que componen el sistema hidráulico:

- **Depósito hidráulico:** es el contenedor del fluido hidráulico. Su función principal es garantizar que el sistema tenga siempre suministro de aceite. Dentro de las funciones secundarias, se puede destacar la de disipar el calor acumulado en el fluido a través de sus paredes, la separación de aire y condensación gracias a sus deflectores, y la acumulación de los depósitos generados, que son posteriormente eliminados mediante purga.
- **Bomba hidráulica:** es la encargada de convertir la energía mecánica en energía hidráulica, bajo la forma de flujo de fluido. No genera presión, sino que esta es originada por la resistencia al flujo, la cual, a su vez, es causada por los diferentes componentes que se encuentran en su camino hacia el tanque.
- **Filtro de aceite hidráulico:** su principal función es la retención de partículas contaminantes para evitar su circulación por el sistema, lo cual causaría problemas y daños.
- **Control de válvulas:** su función es dirigir, controlar y mantener la presión de aceite necesaria para activar cilindros y motores.
- **Cilindros hidráulicos:** son actuadores lineales que convierten la energía hidráulica en energía mecánica.
- **Mangueras:** se construyen en capas y tienen tres componentes principales: la camisa, el refuerzo y el recubrimiento.



- La camisa de la manguera es la capa interior encargada de transportar el fluido. El material del tubo debe ser compatible con la temperatura y la composición del fluido.
 - La resistencia de la manguera depende de la capa del refuerzo. La cantidad y el tipo de refuerzo determinan la clasificación de presión de la manguera.
 - La capa exterior de la manguera se llama recubrimiento. Su finalidad principal es proteger las capas de refuerzo de los agentes externos.
- **Acoplamientos:** son accesorios de conexión que se encuentran en el extremo de una manguera.
 - **Aceite hidráulico:** es el elemento más importante de un sistema hidráulico. Influye en parámetros claves para su rendimiento, como la transmisión de potencia, la lubricación, la disipación de calor, el transporte de residuos, la contaminación y formación de lodos.

Su función principal es transmitir la potencia hidráulica que se genera al interior del motor, mediante una bomba que va hacia cada uno de los componentes del mecanismo. Adicionalmente, es el encargado de controlar la fricción, el desgaste y la contaminación. Sirve también para lubricar las partes móviles, refrigerar disipando el calor, proteger contra la corrosión y mantener limpio el sistema.

Resulta importante describir los siguientes fenómenos y componentes a la hora de abordar los aceites hidráulicos:

- **Aditivos:** compuestos orgánicos e inorgánicos que se agregan para mejorar alguna o varias de las propiedades de los aceites hidráulicos. La cantidad máxima de aditivos que pueden añadirse depende del tipo de aceite, pero no es conveniente que superen el 20 % en volumen. Es la selección de los aditivos lo que diferencia a un aceite de turbina de un fluido hidráulico, un aceite para engranajes o un aceite para motor.

Los aditivos tienen tres roles básicos:



- Mejorar las propiedades existentes de la base lubricante con el uso de antioxidantes, inhibidores de corrosión, agentes antiespumantes y demulsificantes.
 - Suprimir las propiedades indeseables de la base lubricante con el uso de depresores del punto de fluidez y mejoradores del índice de viscosidad (MIV).
 - Impartir nuevas propiedades a la base lubricante con aditivos de extrema presión (EP), detergentes, desactivadores de metales y agentes de lubricidad.
- **Acidez:** es la formación de cationes de hidrógeno en cualquier sustancia, orgánica o inorgánica, al diluirse en agua. Esto produce cambios en su composición y reduce la capacidad protectora de los aditivos.

La variación de la acidez del aceite es un buen indicador de su nivel de degradación. Este proceso se acelera al acercarse el final de la vida operativa del aceite, lo que puede dar lugar a la formación de lodo, barnices y depósitos carbonosos en el sistema, disminución de la viscosidad del aceite y hasta corrosión en piezas metálicas.

- **Cavitación.** Es un fenómeno no deseado de la mecánica de los fluidos, que tiene una particular influencia en el funcionamiento de toda máquina hidráulica y suele darse cuando estas se operan por fuera de su condición de diseño, lo cual altera el flujo normal del fluido.

Implica la vaporización local del líquido y la formación de bolsas de vapor en su interior. Estas son capaces de generar desprendimiento de sólidos en las superficies límites, golpeteos, vibraciones y pérdidas de fluido, tanto por explosión como por implosión, en las proximidades de las superficies sólidas que limitan con el líquido.

Generalmente, se origina por la utilización de líquidos de menor calidad a la recomendada en el manual del fabricante, así como líquidos con diferentes densidades o mangueras y acoples que no cumplen las normas adecuadas a la función.



Mantenimiento del sistema hidráulico de la grúa móvil

La investigación relevó el manual del fabricante de la grúa involucrada en el suceso. Durante el análisis del capítulo 5, referido al mantenimiento de la grúa y sus diferentes sistemas y componentes, se identificaron las *checklist* de mantenimiento periódico, tanto del sistema hidráulico como del de protección contra incendios. En relación con el mantenimiento del sistema hidráulico, el manual indica que se deben realizar las siguientes acciones:

- Comprobar el nivel de aceite hidráulico.
- Realizar un análisis del aceite hidráulico 10 horas después de cada cambio de aceite (medición de referencia).
- Realizar un análisis hidráulico después de 500 horas.
- Realizar un análisis hidráulico después de 1000 horas/1 año.
- Cambiar el aceite hidráulico no suministrado por Liebherr después de 2000 horas/2 años.
- Limpiar el tanque hidráulico en el cambio de aceite.
- Reemplazar el filtro de retorno.
- Reemplazar todos los filtros de aceite.
- Reemplazar el acumulador de presión.
- Drenar el agua del tanque hidráulico.
- Comprobar si hay fugas.
- Limpiar y lubricar los vástagos de los pistones de todos los cilindros hidráulicos.



El equipo de investigación encontró discrepancias entre lo reglamentado sobre mantenimientos preventivos en el manual del fabricante y lo que figura en los registros de mantenimiento preventivo y correctivo que aportó la administración de la Terminal 4. Estas discrepancias se detallan a continuación:

- Depósito hidráulico: en la planilla de mantenimiento de la grúa móvil no se encontraron registros de lavado o limpieza de este depósito. Tampoco registro de drenaje del agua del tanque hidráulico.
- Bomba hidráulica: la investigación no pudo constatar ningún tipo de mantenimiento realizado a la bomba hidráulica.
- Filtros de aceite hidráulico: se detectaron algunos registros de cambios de filtros. No se pudo corroborar si estos fueron reemplazados en el momento indicado por el manual.
- Control de válvulas: la investigación no encontró elementos para su evaluación.
- Cilindros hidráulicos: la investigación no encontró elementos para su evaluación.
- Mangueras: la investigación no pudo acceder a muestras para ser evaluadas en el Laboratorio de la JST.

La ausencia de registros y de muestras no permitió al equipo de investigación determinar si las mangueras se ajustaban a lo previsto en las normas internacionales, así como tampoco comprobar las condiciones a las que fueron sometidas. Las planillas de mantenimiento aportadas por APM Terminals SA no permitieron determinar si se contaba con los siguientes registros:

- Comprobación de cálculos preventivos del nivel de aceite hidráulico.
- Análisis del aceite hidráulico después de 10 horas de cada cambio de aceite.
- Análisis hidráulico después de las 500 horas.



- Análisis hidráulico después de las 1000 horas.
- Cambios de aceite hidráulico.
- Limpieza del tanque o depósito hidráulico.
- Drenajes o desagüe de agua del tanque hidráulico.
- Comprobación de fugas.
- Limpieza y control de los vástagos de los pistones del sistema hidráulico.
- Cambio de filtro del respiradero del tanque o depósito de aceite hidráulico.

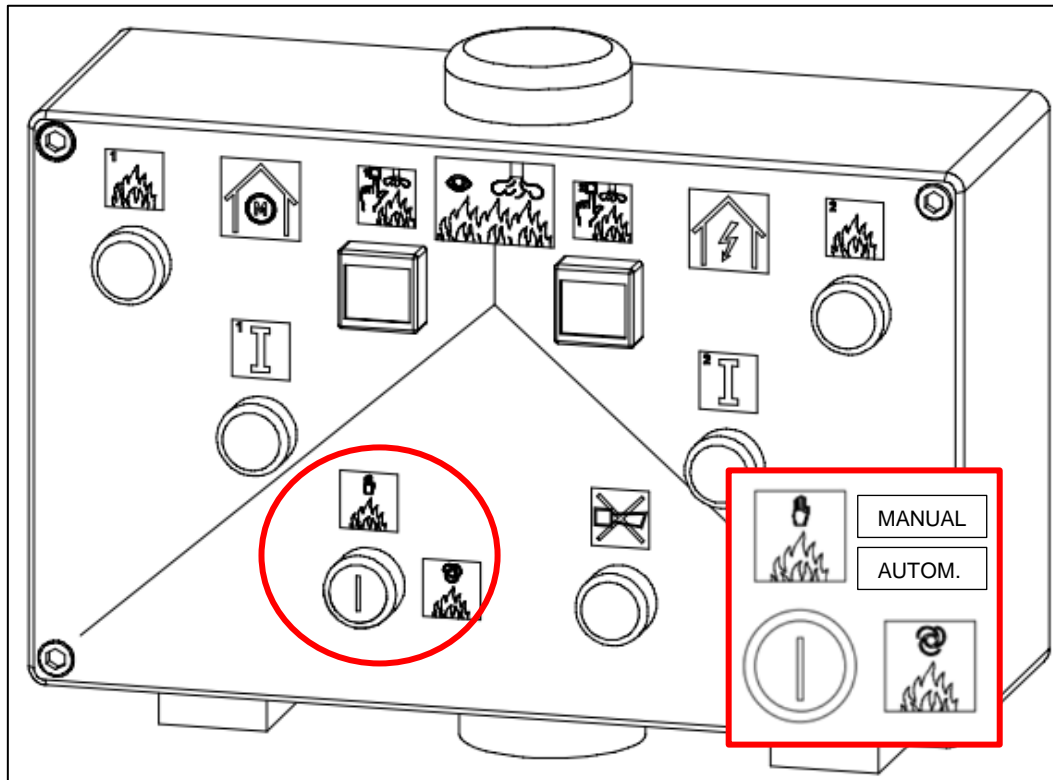
Procedimiento de inspecciones diarias y semanales

En el manual de operaciones del fabricante Liebherr se mencionan los procedimientos de inspección que deben efectuarse antes de la puesta en marcha de la grúa. Asimismo, se especifican los riesgos a los cuales van a encontrarse expuestos los trabajadores, desde el operador de la grúa hasta los operarios de mantenimiento. Se detallan, entre otras cosas, los elementos de protección personal requeridos y los sistemas de protección (automáticos y manuales) que se encuentran en la grúa. El equipo de investigación no pudo constatar la implementación de inspecciones diarias y semanales.

Sistema de detección y extinción de incendio

La grúa móvil cuenta con un sistema de detección y extinción de incendios incorporado de fábrica, instalado en serie entre la sala de máquinas, los sensores de detección temprana (detector de llamas, detector de calor y detector de humo) y el motor de combustión.

Este sistema cuenta con dos modos de activación, uno manual y otro automático, como se puede observar en la Figura 13, ubicada en la página siguiente.



Referencia: el círculo/cuadrado representa el botón de activación manual o automática

Figura 13. Control de alarma contra incendios y extinción de la cabina de la torre. Fuente: Manual de grúa LHM 500, Liebherr

Secuencia de advertencia y de extinción

En el apartado 4.33.2 del manual del fabricante se describen los procedimientos de secuencias de advertencia y de extinción. En ellos, se establecen acciones automáticas, señales de advertencia e indicaciones sobre cómo debe proceder el operador en situaciones de activación manual o automática.

Mantenimiento del sistema de detección y extinción de incendios

La investigación relevó los registros de mantenimiento preventivo y correctivo aplicados sobre el sistema de extinción. Se detectaron trabajos reactivos sobre el sistema automático de lucha contra incendio, realizados por el servicio técnico oficial de Liebherr (servicio de garantía) durante septiembre del 2020.



Asimismo, se constató que durante noviembre del mismo año se efectuaron servicios técnicos sobre la reconexión de la bomba FFS (*Fire Fighting System*). El equipo de investigación no pudo acceder a los informes técnicos sobre el detalle de los trabajos.

Por otro lado, tampoco se hallaron pruebas que certifiquen la aplicación del procedimiento de desactivación del sistema de detección y extinción de incendios durante esas jornadas, tal como lo establece el manual del fabricante en su apartado 4.33. Según este documento, al realizar cualquier trabajo de mantenimiento sobre la grúa, particularmente en la sala de máquinas, se debe apagar el sistema desde el tablero de la cabina de la plataforma giratoria, y luego encenderlo una vez terminados los trabajos.

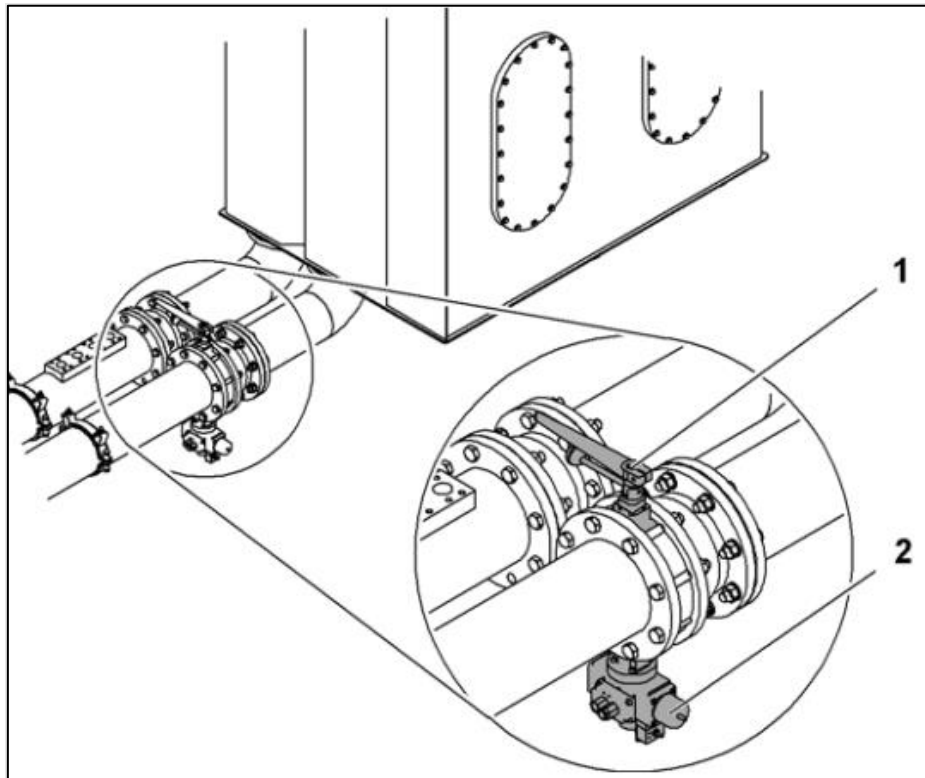
No se pudo constatar si la activación/desactivación, en caso de haberse aplicado el procedimiento anteriormente mencionado, influyó para que el sistema de extinción no haya sido capaz de sofocar el incendio en la sala de máquinas.

Almacenamiento del tanque de combustible

La investigación constató que el 18 de enero de 2021 se cargaron 2 500 L de diésel, lo cual dejó el tanque de combustible con una carga de 12 000 L. Se corroboró también que la grúa se había encontrado trabajando de manera continua durante las 13 horas previas al suceso, en las que efectuó tareas de carga y descarga en el buque.

Válvula de fluido hidráulico

La investigación constató que no se activó el cierre automático de la válvula de fluido hidráulico. Este dispositivo de seguridad tiene, entre otras, la función de detectar y bloquear de manera física la interacción entre la filtración de aceite hidráulico a alta presión (evacuado por la manguera desprendida) y la fuente de peligro, es decir, el tanque de almacenamiento de aceite.



Referencias: 1. Válvula manual de cierre de suministro de aceite hidráulico; 2. Válvula automática de cierre de suministro de aceite hidráulico

Figura 14. Croquis de válvula de cierre de suministro de aceite hidráulico. Fuente: Manual de grúa LHM 500, Liebherr

La investigación no obtuvo evidencias sobre los registros de la revisión del cierre de la válvula de aceite hidráulico. Según indicaciones del fabricante, se deben realizar cada 500 horas de servicio.

Aceite aplicado en el sistema hidráulico

La investigación corroboró, a partir de información brindada por la terminal portuaria, la utilización de aceite de motor diésel marca Shell, modelo Rimula 15W-40, en el sistema hidráulico cerrado de la grúa, que está ubicado en la sala de máquinas.

Según lo relevado por el equipo de investigación, este fluido se implementó en lugar del aceite hidráulico indicado en el manual del fabricante. En el documento se establece que el tipo aceite que debe aplicarse en la grúa del suceso tiene que poseer



una viscosidad SAE³ 10W-20. En su defecto, el manual indica que ese fluido puede ser reemplazado por uno proveniente del mercado local, siempre y cuando sea de la misma calidad o superior. Por ejemplo, el utilizado anteriormente por la terminal, marca Shell, modelo Tellus S2 V 32.

Por otro lado, y de acuerdo a la información de las planillas de mantenimiento, no se registró ningún lavado periódico del tanque de aceite, por lo que no se puede descartar la presencia de impurezas como un factor contribuyente a la cavitación.

5.4 Lubrication chart

No.	Lubrication points	Outside temperature	Type ISO VG/SAE	Specification	Liebherr Lubricants
1.	Engine, oil bath air filter	year-round to -20□	SAE 10W-40	ACEA E4 API CF	Liebherr Motoroil 10W-40
		below -20□ with pre-heating	SAE 10W-40	ACEA E4/E6/E7 API CF-4 / CG-4 CH-4 / CI-4	Liebherr Motoroil 10W-40 low ash required when using a soot particle filter
		year-round to -30□ below -30□ with pre-heating	SAE 5W-30	ACEA E4 API CF	Liebherr Motoroil 5W-30
2.	Mechan. Gears, winches and drive shafts	to -20□	SAE 85W-90	API GL5	Liebherr Hypoid EP90
		to -40□	SAE 75W-90	API GL4; GL5, MT1	Liebherr Syntogear Plus 75W-90
3.	Hydrostatic drive unit, hydraulic steering	from -25°C to 50°C**	ISO VG32-46	DIN 51 524 / T3	Liebherr Hydraulic 37
			SAE 10W-20	HVLP	
			ATF*	1.DEXRON II D/E	
		from -25°C to 50°C**	ISO VG46 (32-68)	DIN 51 524 / T3	Liebherr Hydraulic Plus
			SAE 10W-20	HVLPD HC	

Figura 15. Cuadro de Lubricantes

Fuente: Manual Liebherr

³ Los grados SAE pertenecen a los estándares de clasificación de los aceites lubricantes de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) para aceites de engranes y de motor.



1.6.2. Información sobre el Buque

Tabla 7. Datos del buque involucrado en el suceso

Buque motor	
Nombre	Maersk Lavras
Número IMO	9526928
Tipo de embarcación – Genérica	Cargo
Tipo de embarcación – Detallada	Buque contenedor
Estado	Activo
MMSI	477535200
Identificativo de llamada	VRJH6
Bandera	Hong Kong
Arqueo bruto	89 097
DWT verano	106 043 t
Eslora total x manga máxima	299,9 x 45,9 m
Año de construcción	2011

Fuente: Marintraffic



Figura 16. Vista del buque por su amura de babor. Fuente: Marintraffic



1.7. Información meteorológica

La zona del Puerto de Buenos Aires se hallaba bajo la influencia de un sistema de alta presión el 19 de enero de 2021. El cielo estaba despejado, se contaba con buena visibilidad y llegaban vientos leves del sector norte.

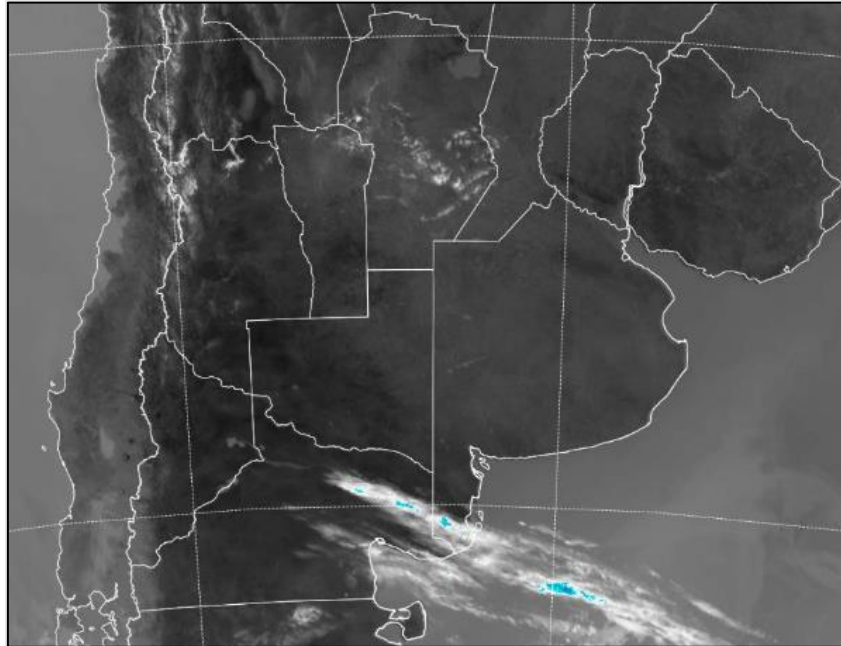


Figura 17. Imagen satelital tomada a las 10:50 (HOA). Cielo despejado en el área de interés

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Tabla 8. Información aportada por el Servicio Meteorológico Nacional

Información hidrológica y meteorológica	
Viento	Leves del sector norte (15 km/h)
Temperatura ambiente	25.6 ° C
Humedad	53 %
Visibilidad	10 km (despejado)
Iluminación	Condición diurna (Iluminación natural)

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional



1.8. Registradores de eventos

La empresa APM Terminals SA aportó a la investigación, en formato digital, copia del registro fílmico del sistema de monitoreo. La cámara, identificada como 11_92, estaba ubicada sobre el muelle de la Dársena C de la Terminal 4. El registro abarca el lapso entre las 10:00 y las 10:20 (hora local).

La investigación pudo cotejar a través de este registro la secuencia de las primeras acciones.

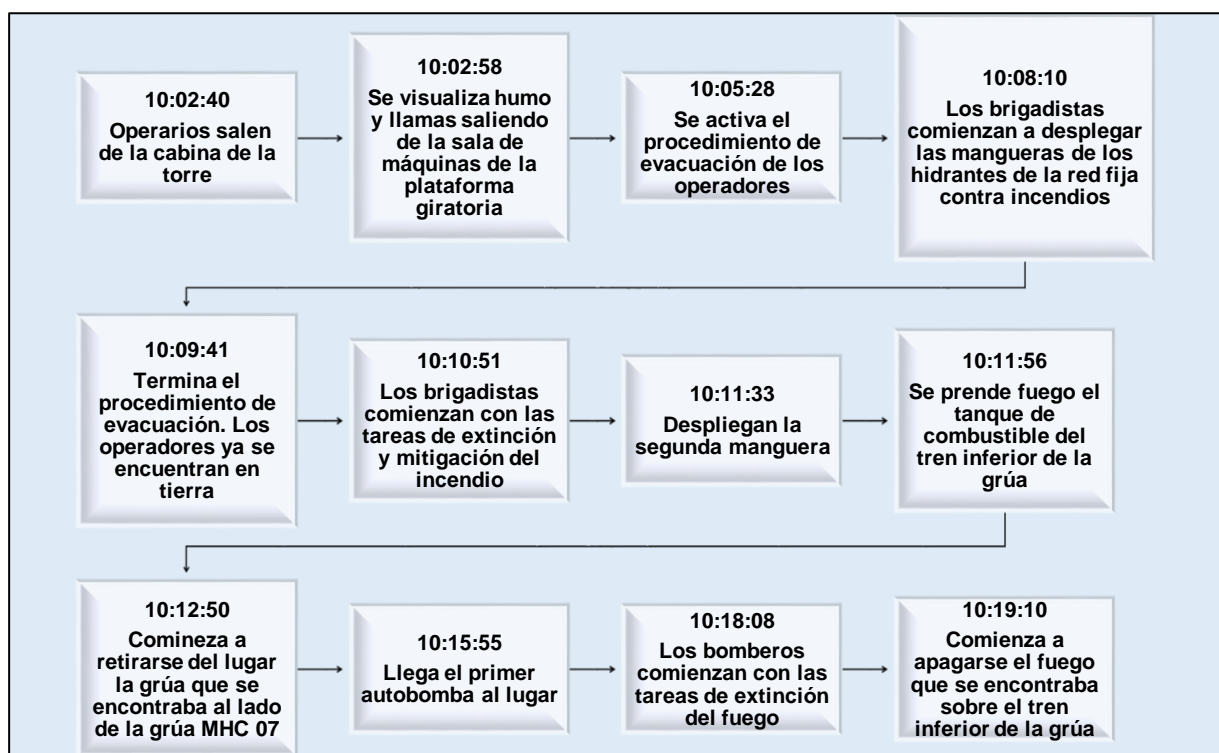


Figura 18. Secuencia de eventos registrados por la cámara 11_92

Fuente: APM Terminals SA

1.9. Incendio

1.9.1. Dinámica del incendio

La investigación accedió, por intermedio de APM Terminals, a la línea de tiempo que va desde el inicio del incendio hasta la finalización de las tareas de control y extinción. La Figura 19 ilustra la línea de tiempo completa.



Figura 19. Línea de tiempo completa (edición propia). Fuente: APM Terminals SA

El incendio sobre la grúa duro 1 hora y 23 minutos. Cabe destacar, además, lo siguiente:

- La primera acción realizada fue la evacuación del operador de la grúa. Este proceso demoró aproximadamente 7 minutos desde que el operador salió de la cabina hasta que llegó a suelo firme.
- La brigada contra incendios de la terminal tardó aproximadamente 8 minutos desde que comenzó el incendio en desplegar las mangueras del hidrante y comenzar las tareas de extinción sobre la plataforma giratoria.
- El primero de los camiones autobomba llegó a los 13 minutos de comenzado el incendio. Se desplegaron las mangueras y se iniciaron los trabajos de

extinción 3 minutos más tarde. El segundo camión llegó al lugar 17 minutos después (luego de 27 minutos de iniciado el incendio).

- Las maniobras de control y extinción de la situación tuvieron una duración total de 2 horas y 34 minutos, contando desde el momento en que llegaron los bomberos hasta que abandonaron la terminal. Las barreras flotantes sobre el espejo de agua se colocaron 52 minutos después de comenzado el incendio.

1.9.2. Principio de Incendio

La investigación corroboró que el incendio se inició en el interior de la sala de máquinas de la grúa móvil, luego se propagó hacia el resto de los compartimientos de la plataforma giratoria y, finalmente, se extendió tanto por el chasis inferior (tren de rodamiento, unidad tractora) como por la parte inferior de la torre. Sin embargo, no llegó al sector de la cabina de esta última ni a la pluma de izaje.

Esta información se obtuvo a través de un informe realizado por personal externo de la empresa Bureau Veritas (BV), que fue contratada por APM Terminals. La Figura 20, que fue tomada por el operador de la grúa, muestra el cuadro de alarmas de la cabina del operador. Esta imagen concuerda con la conclusión del informe mencionado.

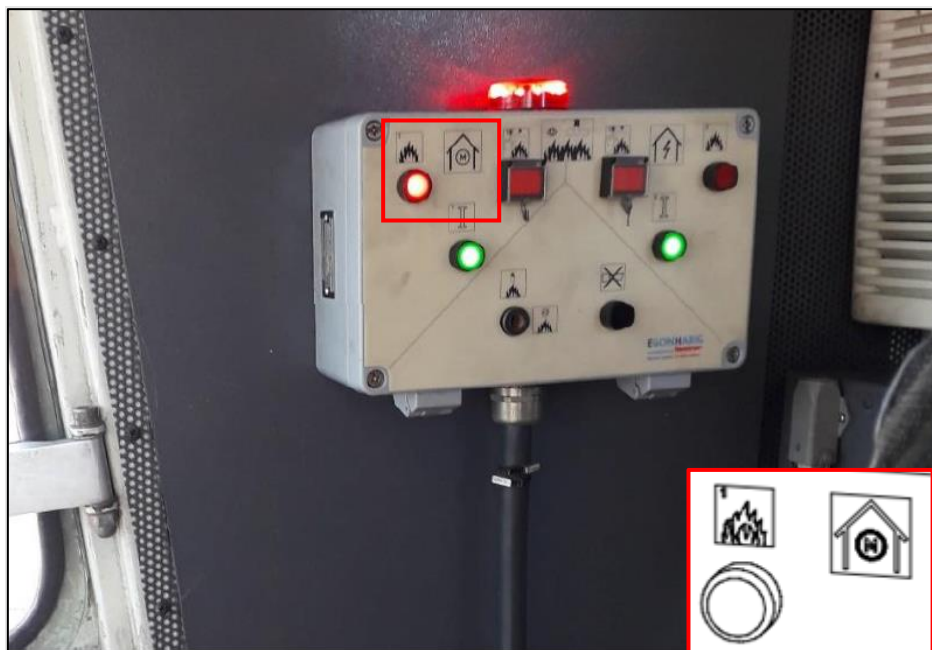


Figura 20. Estado del cuadro de alarmas de la cabina del operador. Fuente: informe de BV, 2021



Figura 21. Zona primigenia de origen del fuego. Fuente: Informe Técnico BV, 2021

En el informe se estableció que el fuego se inició como producto de la acumulación de líquido inflamable sobre la salida de gases del motor diésel y caño de escape. El documento, además, indica que las temperaturas superaron los 1700 °C en la sala de máquinas, punto de fusión de la manta térmica que recubre el conducto de evacuación de gases del equipo diésel, lugar donde el fuego produjo fusiones sobre el material aislante.



Figura 22. Restos cristalizados de la manta térmica cobertora del escape de gases. Fuente: Informe Técnico BV, 2021

1.9.3. Control y extinción

La investigación corroboró que los bomberos de la PNA arribaron al lugar del suceso luego de ser notificados por la División Control de Averías e Incendios de la PNA. Estos últimos asistieron a bordo de las autobombas AUB 39 y 41 con una dotación de 15 personas. El personal realizó tareas de extinción, remoción, sofocación y enfriamiento para evitar la posible reignición de la unidad afectada. La dotación de bomberos utilizó el recurso hídrico de los autobombas de la institución.

Este procedimiento se empleó a los fines de no interrumpir las tareas de enfriamiento, ya que este tipo de autobombas están equipados para la ejecución de maniobras propias de succión de agua del río. Por ello, se utilizaron a modo de colaboración las líneas de agua de baja presión de 63 mm de la red fija contra incendios de la terminal y del buque, que ya estaban armadas y en funcionamiento. A las 12:50, la PNA dio por finalizadas las tareas de extinción, refrigeración, remoción y ventilación. Posteriormente, replegó el personal y devolvió los medios afectados a su asiento habitual.



Figura 23. Vista del lateral del incendio

Fuente: *Canal12Web*



Figura 24. Vista trasera del trabajo de bomberos

Fuente: Informe de bomberos, PNA



En el registro filmico del suceso se observa que el chorro de agua de la manguera hidrante llegaba hasta el compartimento del cabrestante, no así a la sala de máquinas, sector donde se inició el fuego y se propagó hacia el resto de la plataforma giratoria.

Durante la investigación se corroboró que lo anteriormente expuesto se debió a la estrategia elegida por la Brigada de Emergencias, que consistió en comenzar con tareas de contención y enfriamiento del tanque de combustible, dado que la elevada radiación térmica desprendida no permitía tomar una actitud más ofensiva.

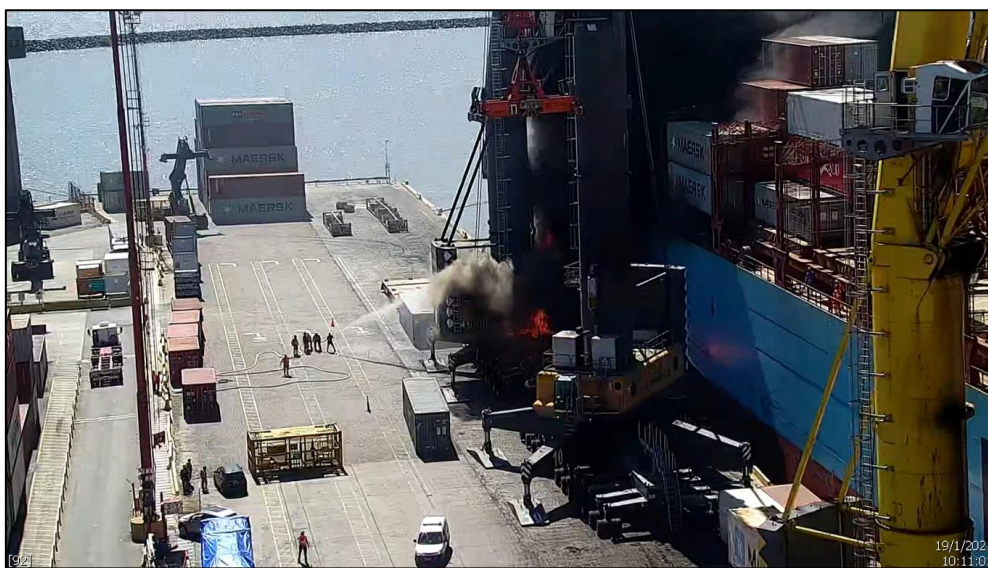


Figura 25. Brigadistas en acción. Fuente: APM Terminals

La brigada de emergencia y los bomberos actuaron sobre el foco de ignición mediante el procedimiento para incendios en grúa móvil⁴ del Manual de Emergencias de la Terminal 4 (Revisión 03), que fue aprobado en agosto del 2020.

El equipo de investigación constató la realización de simulacros de incendio en el contenedor ubicado en el sector de estiba, efectuados con el fin de evaluar la respuesta de la brigada de emergencia. No obstante, durante la investigación no se pudo constatar la realización de ejercicios de simulacro sobre posibles incendios

⁴ Procedimiento HSSE 14.5 *Incendio en grúa móvil*.



generados en el muelle ni tampoco sobre zafarranchos por incendio en los equipos portuarios que operan sobre este.

1.9.4. Contención

Derrame de productos sólidos o líquidos al curso de agua

La investigación constató la existencia de derrame de líquido inflamable en el canal de pasaje. Los fluidos se esparcieron durante las acciones realizadas para la extinción del fuego y la posterior limpieza del muelle, debido al uso de agua a presión.

Se corroboró que primero se notificó del incendio al coordinador de emergencia (CE), y luego este le informó del suceso a la empresa CINTRA, encargada de prevenir y mitigar potenciales derrames. Según información obtenida a través de una nota del sistema de gestión documental electrónico de la PNA (NO-2021-43679039-APN-DIAN#PNA, emitida el 17 de mayo del 2021), CINTRA desplegó barreras flotantes inflables de contención sobre el agua, de acuerdo con el procedimiento específico de emergencia⁵ para este tipo de sucesos.

Como se mencionó en apartados anteriores, y según lo descrito en la línea de tiempo de la Figura 19, desde la notificación hasta el despliegue de las barreras transcurrieron 52 minutos. Esto se encuentra dentro de los tiempos máximos permitidos de respuesta según el Plan de Emergencia en Caso de Contaminación por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas y Sustancias Potencialmente Peligrosas de la Administración General de Puertos SE (AGPSE).

Nuevamente, cabe destacar que los residuos sobre el agua provinieron de la limpieza del muelle. Asimismo, también resulta importante recalcar que no se produjeron derrames de hidrocarburos pertenecientes a los tanques de almacenamiento de la grúa móvil ni del buque.

⁵ Procedimiento HSSE 14.3: *Derrame de producto sólido y/o líquido al curso de agua.*

Derrame de producto líquido en plazoleta

La investigación determinó la existencia de derrame de líquido inflamable sobre el muelle, proveniente de los tanques de almacenamiento. Según la información recabada, no se delimitaron las zonas (fría, tibia, caliente) según lo indicado por el procedimiento específico⁶. Esto se debió a la necesidad de mantener constante el flujo de tránsito en caso de tener que autorizarse el ingreso o egreso de vehículos de emergencia o sanidad.

La investigación constató que se le asignó al personal de protección la función de restringir el acceso al área de incidencia a toda persona ajena a las tareas de contingencia. En relación con esto, el equipo de investigación confirmó que ningún trabajador externo se aproximó a esta zona.

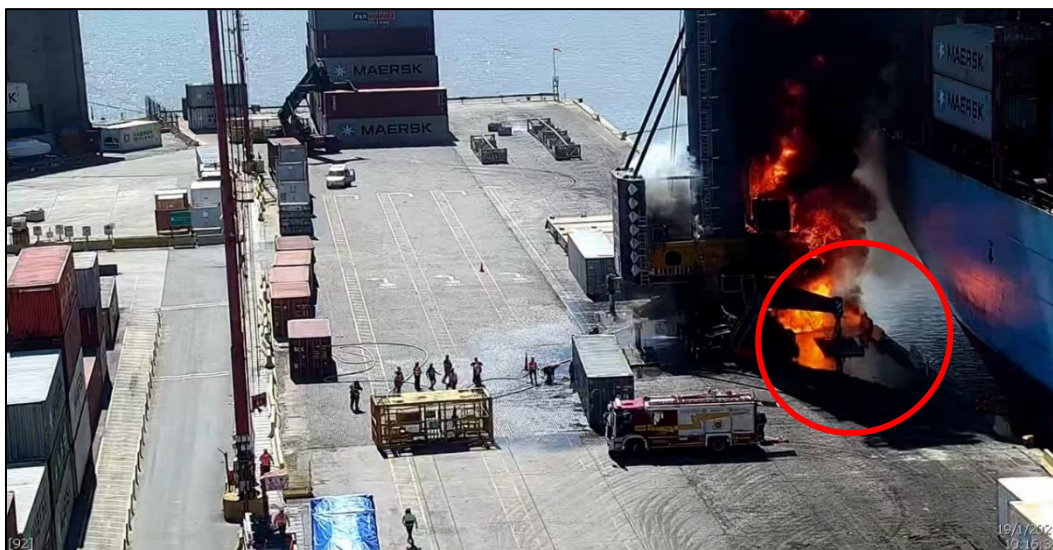


Figura 26. Derrame de líquidos inflamables sobre el muelle. Fuente: APM Terminals

1.9.5. Información sobre los restos de la grúa después del incendio

En el relevamiento de campo efectuado por el equipo de investigación, que se llevó a cabo en febrero del 2021, se constató que la grúa presentaba secuelas del incendio (partes metálicas, restos de materiales quemados y con depósitos de tizne),

⁶ Procedimiento HSSE 14.1 *Derrame de producto líquido en plazoleta*.



principalmente en la zona media (sala de máquinas). En la zona baja (a nivel de las ruedas), se observaron dos gabinetes para extintores. Uno de ellos contaba con un extintor interno 152, número de serie 414658, tipo ABC, de polvo bajo presión y una capacidad de 10 kg, sin uso y con el precinto de seguridad colocado. El otro gabinete se encontraba vacío. También se identificaron dos paradas de emergencia accesibles desde nivel de piso, acorde a lo indicado en el manual del fabricante.

La grúa móvil quedó inoperativa tanto por los daños ocasionados por el fuego como por las acciones de extinción ejecutadas por el personal de bomberos. Debido a las altas temperaturas alcanzadas por las llamas, así como también a la propagación por la grúa y la duración del incendio, la estructura se debilitó. En función del riesgo potencial de que colapse y cause daños inaceptables a personas, a las instalaciones de la terminal o a los buques en operación, el equipo debió ser desmantelado y retirado de la dársena en julio del 2021.



Figura 27. Vista de frente de los restos de la grúa incendiada

Fuente: JST, relevamiento de campo



Figura 28. Vista lateral con los restos de material quemados

Fuente: JST, relevamiento de campo



Figura 29. Efectos térmicos sobre los diferentes materiales en la sala de máquinas

Fuente: Informe Técnico BV (04/2021)



Figura 30. Daños sobre la plataforma giratoria

Fuente: Informe Técnico BV (04/2021)



Figura 31. Daños sobre la parte frontal de la plataforma giratoria. Destrucción total de la cabina de conducción

Fuente: Informe Técnico BV (04/2021)



Figura 32. Efectos del fuego en la zona central y en la sala del cabrestante

Fuente: Informe Técnico BV, 2021



Figura 33. Efectos del fuego en la zona central y en la sala del cabrestante

Fuente: Informe Técnico BV, 2021



1.9.6. Sistema de protección contra incendios de la Dársena C

Como se mencionó en apartados previos, la Terminal 4 contaba al momento del suceso con su autorización de amarre vigente, que fue otorgada por el Departamento de Seguridad de la Navegación de la PNA. Esto implica que su sistema fijo de protección contra incendios se encontraba bajo los lineamientos de la [Ordenanza 05/01 de la PNA](#).

La investigación constató que el sistema fijo de protección contra incendios contaba con una sala de bombas que alimentaba dos líneas de hidrantes; una con dirección a la plazoleta y otra con dirección al muelle.

La línea hacia el muelle estaba compuesta por tres secciones (línea 2, línea 3 y línea 4). En total, poseía cuatro bocas dobles de 2 ½” y 13 bocas simples de 2 ¼”. Todas ellas contaban con sus correspondientes mangueras, llaves de ajuste y lanzas dentro de los gabinetes. Eran abastecidas con agua del Río de la Plata, proceso que se llevaba adelante por medio de cañería de succión con filtros en sus extremos sumergidos.

Sumado a la instalación fija de lucha contra incendio, la terminal poseía una dotación de extintores portátiles de polvo químico ABC, dióxido de carbono y gases extintores (halogenados). Se encontraban distribuidos sobre el muelle y los equipos móviles con el fin de combatir principios de incendio.

En la Tabla 9, ubicada en la página siguiente, se registran los hallazgos del relevamiento de campo, en el cual se pudo verificar la existencia de los siguientes elementos de emergencia y lucha contra incendio en las inmediaciones de la grúa móvil MHC 07:

**Tabla 9. Relevamiento de campo de los elementos de protección contra incendio sobre el muelle**

N.º Puesto	Ubicación	Tipo de elemento	Contenido				Distancia con ubicación de grúa	Observaciones
			Válvula	Manguera	Lanza	Otros		
70	Muelle de carga	Gabinete de chapa rojo	Ok	Ok	Ok		150 m	Obstruida por material de carga
71	Muelle de carga	Gabinete de chapa rojo	Ok	Ok	Ok		100 m	
	Muelle de carga	Puesto de alarma				Alarma de incendio y hombre al agua, salvavidas circular reglamentario PNA, escalera de emergencia y carro extintor de polvo químico triclase ABC	60 m	
72	Muelle de carga	Gabinete de chapa rojo	Ok	Ok	Ok		20 m	Toma doble de agua subterránea
73	Muelle de carga	Gabinete de chapa rojo	Ok	Ok	Ok		30 m	
	Muelle de carga	Carro extintor de polvo químico triclase ABC					60 m	Sin la señalización de ubicación y demarcación. Carga vigente a la fecha del suceso

1.10. Supervivencia

El operador, que se encontraba en la cabina de la torre, fue evacuado mediante una jaula de rescate izada por la grúa móvil lindante. Este procedimiento se llevó a cabo 12 minutos después de iniciado el incendio en la sala de máquinas. La operación se realizó siguiendo las indicaciones del procedimiento específico⁷.

Para la ejecución de esta maniobra fue necesario un autoelevador con capacidad de izaje de 9 toneladas, el cual trasladó la jaula desde el extremo más lejano del muelle (con respecto a la costa) hasta la base de la grúa móvil MHC 06, encargada de realizar las maniobras de rescate. La Figura 34, ubicada a continuación, da cuenta de esta secuencia.

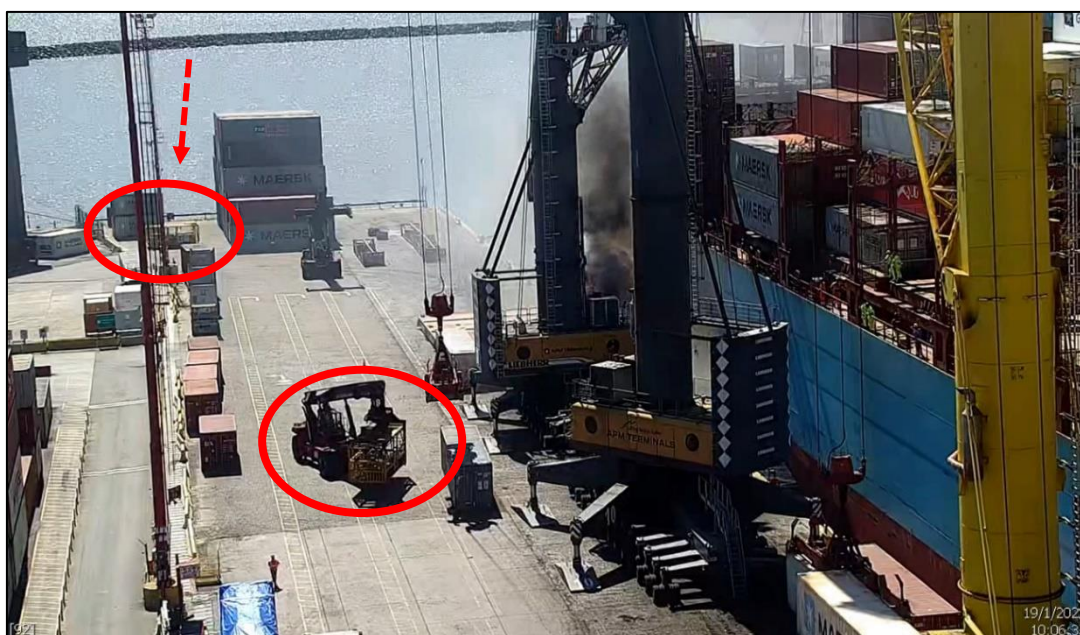


Figura 34. Secuencia del movimiento de la jaula previo el rescate (resaltadas con círculo la ubicación inicial y final de la jaula)

Fuente: APM Terminals SA

⁷ HSSE Procedimiento de rescate en altura 14.13



Figura 35. Secuencia de rescate del operador de la grúa

Fuente: APM Terminals SA

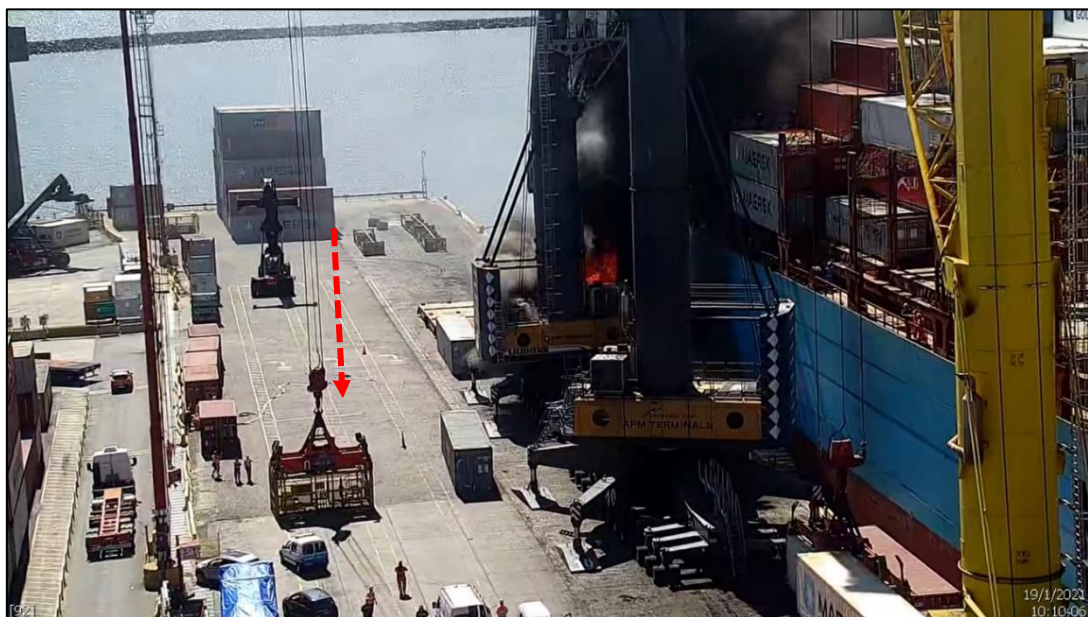


Figura 36. Secuencia de rescate del operador de la grúa

Fuente: APM Terminals SA



1.11. Información sobre empresas y organismos involucrados

1.11.1. Administración General de Puertos SE (AGPSE)

Es un organismo federal que administra el Puerto de Buenos Aires, único puerto nacional del país. También se encarga del Sistema de Navegación Troncal y las tareas de mantenimiento, dragado y balizamiento de los canales de acceso al puerto. Además, brinda asistencia técnica y logística para obras de infraestructura portuaria en toda la Argentina.

Este organismo cuenta con una política ambiental basada en la prevención y control de la contaminación, así como también en el cumplimiento de la legislación vigente en la materia. Por esto, en cumplimiento de la [Ordenanza 08/98 de la PNA](#), estableció el Plan de Emergencia en Caso de Contaminación por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas y Sustancias Potencialmente Peligrosas (PLANACON). Este procedimiento se creó con el propósito de contar con pautas operativas y de acción con el fin de minimizar las consecuencias de posibles y probables contingencias que sucedan dentro de su jurisdicción y puedan afectar el medio ambiente y su entorno.

1.11.2. Prefectura Naval Argentina (PNA)

Es la autoridad marítima y fuerza de seguridad; cumple funciones de policía de seguridad de la navegación, prevención del orden público, policía judicial, auxiliar aduanera, migratoria, sanitaria y protección ambiental. Con respecto a esto último, es la autoridad nacional y administradora del PLANACON (Ordenanza 8/98 de la PNA).

1.11.3. APM Terminals SA

Es una instalación portuaria que pertenece al grupo danés Moller Maersk, compañía multinacional de transporte de contenedores. En el 2000, Maersk Line adquirió la concesión de la Terminal 4 del Puerto de Buenos Aires.

Plan de Emergencia

Se constató que la Terminal 4, perteneciente a APM Terminals SA, contaba al momento del incendio con un plan de emergencia basado en sus políticas de salud, seguridad e higiene y protección del medioambiente, con lineamientos específicos,



propósitos y objetivos. De allí, se desprenden los Procedimientos de Emergencia de Salud, Seguridad, Protección y Medioambiente (HSSE), mencionados y desarrollados anteriormente en este informe. Asimismo, esta terminal se encarga de implementar el PLANACON de AGPSE, que fue aprobado por la PNA.

1.11.4. Liebherr-Argentina SA

Se trata de una empresa fundada en 2004, que comenzó su actividad prestando servicio y asistencia técnica a los equipos de minería de Liebherr en la sede de San Juan, cerca de la explotación minera Veladero. Desde el 2006 cuenta con una sede ubicada en la ciudad portuaria de Buenos Aires, que se ocupa de proporcionar servicio técnico a las grúas portuarias de Liebherr dentro del mercado argentino. Su actividad se centra también en la prestación de servicios de venta y mantenimiento para las grúas móviles Liebherr en Argentina y Uruguay.

1.11.5. CINTRA

La empresa Jorge Rebagliatti e Hijos SRL (CINTRA), contratada por la AGPSE mediante la Licitación Pública 18/2019⁸, es la encargada de realizar la prevención de la contaminación y la respuesta inmediata ante derrames de hidrocarburos, mercancías peligrosas y sustancias nocivas dentro de su jurisdicción.

1.12. Ensayos e investigaciones

El Departamento de Laboratorio de la Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo Accidentológico (DNEyMA) de la JST realizó un informe técnico, descriptivo y comparativo entre las propiedades del aceite hidráulico y el aceite de motor diésel (IF-DNEyMA-LAB-001). El documento parte de un marco teórico y se apoya en fuentes de carácter netamente documental, ya que la investigación no logró acceder a

⁸ Licitación Pública N.º 18/2019 *Servicio de atención de derrames de hidrocarburos, limpieza de sólidos sobrenadantes en espejo de agua y servicio de amarre-desamarre de buques de crucero e instalación de defensas móviles en la jurisdicción de Puerto Buenos Aires*, adjudicado mediante RESOL-2020-20-APN-AGP#MTR.



muestras de los diferentes aceites presentes en los equipos del suceso. En consecuencia, tampoco se contó con la posibilidad de llevar a cabo experiencias prácticas de comprobación entre ellos. La solicitud para este informe se realizó por parte del equipo investigador a través de la nota NO-2022-26801229-APN-DNEYMA#JST, la cual puede verificarse vinculada al expediente de Laboratorio EX-2022-27800793--APN-JST#MTR.

1.13. Comunicaciones

Según la información recabada por la investigación, el Servicio de Salvamento, Incendio y Protección Ambiental (SERSIPA) de la PNA fue notificado del suceso a las 10:15 (hora local). La comunicación se hizo de forma telefónica al *movilink* del jefe de servicios por parte del oficial ayudante (jefe del sector de la PNA donde se encontraba la grúa MHC 07). Se le requirió personal y medios para la extinción de un incendio sobre una grúa ubicada en Terminal Río de la Plata, Puerto APM 4, Dársena C del Puerto Buenos Aires. Este proceso se efectuó aplicando el procedimiento “Rol de Llamados APM Terminals Buenos Aires”, mencionado en el Manual de Emergencias (Revisión 03).

Por su parte, el Centro de Control de Tráfico Río de La Plata de la PNA informó que personal propio detectó, mediante sistema de videocámaras, un foco ígneo en la Dársena C del Puerto de Buenos Aires. En relación con esto, verificaron un incendio en una de las grúas móviles próximas al buque Maersk Lavras, bandera Hong Kong. Inmediatamente, ellos también pusieron en conocimiento al SERSIPA y dieron la directiva de dirigir a la zona el guardacostas (GC) 79 Río Deseado, al mismo tiempo que emitieron el correspondiente aviso radial local.

Posteriormente, solicitaron la asistencia de los remolcadores Observador (LW 3889) y Querandí (LW 3270), e hicieron lo propio con los remolcadores Svitzer Mora (LW 3334) y Svitzer Damka (LW 3341), conforme designación de la agencia marítima AMI. Cabe mencionar que finalmente no fue necesaria su intervención.



2. ANÁLISIS

En esta sección se evalúan aquellos factores que pudieron influir en el desencadenamiento del suceso. A los fines de facilitar la lectura, el análisis fue dividido en dos secciones principales: los aspectos técnico-operativos y los aspectos institucionales.

- Los aspectos técnico-operativos se vinculan al funcionamiento de los equipos y al desempeño de las personas involucradas, así como a las tareas ejecutadas que tuvieron relación con el suceso. Se enfocan en aquellas defensas del sistema que no respondieron de manera adecuada o se encontraban ausentes, como también en las condiciones latentes de las regulaciones y procedimientos vigentes al momento del suceso.
- Los aspectos institucionales ahondan en los factores organizacionales profundos vinculados a la ocurrencia del suceso. Hacen hincapié en el contexto operativo en el que tuvo lugar el evento. Con este fin, se evaluó el estado de situación del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS) de APM Terminals SA y sus procedimientos de emergencia.

2.1. Aspectos técnico-operativos

A partir de la información recolectada durante esta investigación, y en función de los sistemas de fluidos presentes en la sala de máquinas, se pudo determinar, con alto grado de probabilidad, que el aceite hidráulico fue el único elemento capaz de causar un derrame masivo de fluido, debido a su presión. Tal es así que se pudo evidenciar, a partir del informe de BV, el desacople de una única manguera que, a diferencia de las restantes, no presentó efectos térmicos. Su diámetro era de 1 ¼” y tenía una alta presión de trabajo (50 a 350 bar). El desplazamiento del líquido a presión por el sistema impidió que el fuego tome contacto en la unión desacoplada y provocó, *a posteriori*, el volcamiento de todo el conjunto, lo cual la dejó protegida por la placa.



Figura 37. Placa soporte y filtros de aceite hidráulico. Fuente: Informe Técnico BV (04/2021)



Figura 38. Conector de la manguera hidráulica. Fuente: Informe Técnico BV, 2021



Figura 39. Manguera desprendida sin rastros de efectos térmicos. Fuente: Informe Técnico BV, 2021



Todo lo expuesto anteriormente sugiere que el aceite a alta presión fue evacuado por la manguera desprendida, en estado atomizado o pulverizado, y luego se depositó sobre la manta térmica que recubría el conducto de gases de escape (temperatura en superficie de 109 °C, según lo constatado por el cuerpo de inspectores de BV en una máquina de contraste MHC 06 de iguales características). La manta no era hermética, por lo que el aceite tomó contacto con las partes metálicas calientes del escape del motor, las cuales se encontraban a más de 500 °C.

De esta manera, se inflamaron los gases combustibles y se creó un ambiente ideal para que se produzca el evento, con las siguientes características:

- El aceite actuó como combustible o agente reductor.
- El aire, como comburente o agente oxidante.
- Las partes metálicas calientes del escape del motor, como fuente de calor.

Estas últimas se encargaron de aportar el calor necesario para que se inicie y mantenga la reacción en cadena, que es el cuarto elemento del tetraedro de fuego, además de la razón por la cual el incendio continuó y se propagó por toda la plataforma giratoria y alrededores.

2.1.1. Sistema automático de detección y extinción de fuego de la grúa

En referencia al sistema automático de detección de fuego de la grúa, la investigación identificó que este se activó, pero no así el sistema de extinción. La inspección posterior al incendio, que fue realizada por los investigadores de la JST, no pudo determinar si el sistema de extinción se encontraba en modo manual o automático. Esto tampoco se pudo constatar a partir de la imagen tomada por el operador ni en la información aportada por APM Terminals. En consecuencia, no se encontraron evidencias respecto de la correcta aplicación de la secuencia de extinción mencionada anteriormente, ya sea por parte del mismo sistema o por el operador de la grúa.

2.1.2. Cierre automático de la válvula de fluido hidráulico

No se pudo corroborar si, antes de la puesta en servicio de la grúa, el operador realizó los trabajos de inspección diarios tal como estaban previstos en el manual del

fabricante. Según este documento, se debía revisar el estado de apertura de la válvula de cierre en el tanque hidráulico durante la inspección, para cerciorarse de que esta quedara abierta en su totalidad.

La investigación verificó, a partir de la información brindada por la terminal durante la inspección posterior al incendio, que la válvula se encontraba en posición normal abierta.



Figura 40. Estado y posición final de la válvula de fluido hidráulico. Fuente: APM Terminals, 2022

No se encontraron evidencias consistentes sobre la cantidad de aceite alojada en el tanque, la cual actuó como agente reductor (líquido inflamable) durante la reacción química exotérmica del incendio.

2.1.3. Cierre automático de ventilación

Con respecto al comburente (aire), y sobre la base de la información presentada por APM Terminals, la investigación determinó que, si el sistema de extinción de incendio de la grúa se hubiese activado en forma automática, se hubieran cerrado tanto la válvula de fluido hidráulico como los *flaps* de ventilación. En ese caso, la circulación del aire habría sido menor, lo cual podría haber colaborado en la disminución de la temperatura y magnitud del fuego.

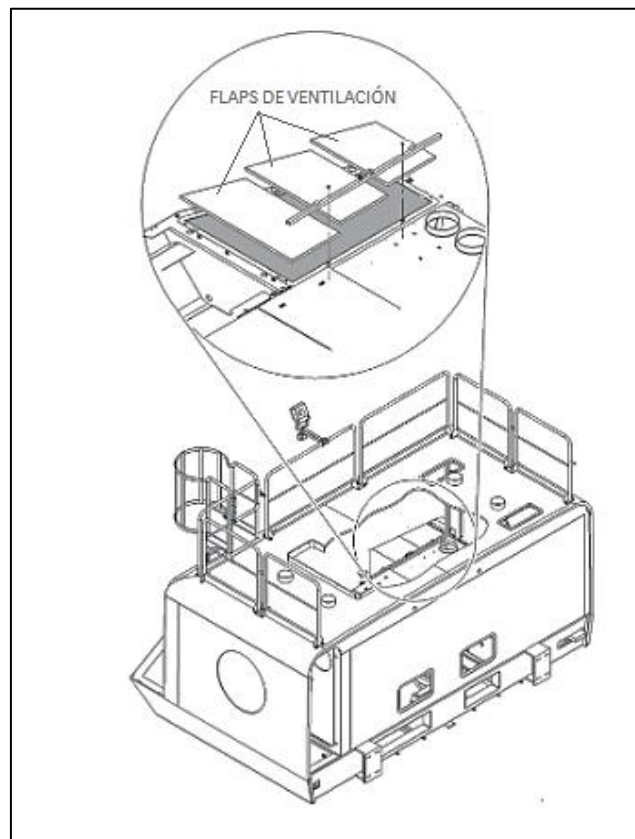


Figura 41. Croquis de la ventilación. Fuente: Manual de grúa LHM 500, Liebherr

2.1.4. Utilización de las instalaciones fijas contra incendio a base de agua

Como se explicó anteriormente, el incendio se inició en la sala de máquinas a partir del desprendimiento de una manguera hidráulica. En función de esto, la investigación determinó que el fuego, según la clasificación adoptada en el artículo 176 del capítulo 18 del [Decreto Reglamentario 351/79](#) en materia de higiene y seguridad en el trabajo, correspondió a la clase B⁹. No obstante, debido a que la grúa contaba con tensión proveniente del generador eléctrico utilizado para la alimentación de cargas generales, tomas, iluminación de torre y percha de izaje, el fuego pudo haber sido caracterizado

⁹ Fuegos sobre líquidos inflamables. Líquidos tales como: nafta, gasoil, kerosene, aceites, solventes, alcohol, cetonas, ésteres, fenol, etc.



también como de clase C¹⁰. Sin embargo, la investigación no pudo determinar que se haya cortado el suministro eléctrico de la grúa.

Debido a que el agua tomada de la red fija contra incendio es el agente extintor adecuado para combatir fuegos de Clase A¹¹, pero no para fuegos de Clase B y C (correspondientes a este suceso), los agentes extintores más adecuados, según la normativa ya mencionada, deberían haber sido: espuma química (solo para clase B), CO₂, polvos químicos o compuestos halogenados. En adición, tanto la ficha técnica del aceite Shell Rimula 15W-40 como su hoja de seguridad indican que este fluido no debe ser combatido con agua a chorro.

Sin embargo, resulta pertinente destacar que, dadas las circunstancias en las que ocurrió el suceso y la potencialidad de que el fuego se extienda a los contenedores del buque y corte las amarras de proa, hechos a los que se les sumó la imposibilidad de acceder a esta clase de agentes extintores, el agua se convirtió en la única opción posible para contener el fuego.

2.1.5. Utilización de aceite de motor diésel 15W-40

Según los registros de mantenimiento correctivo y preventivo que fueron brindados por la terminal, la investigación corroboró que se utilizó aceite de motor diésel Shell Rimula 15W-40 en el sistema hidráulico cerrado de la grúa, en reemplazo del aceite hidráulico Shell Tellus S2 V 32, utilizado anteriormente y proveniente del mercado local.

En la Tabla 10 se muestran los valores de los distintos parámetros físicos y químicos de ambos fluidos mencionados, así como algunos valores de referencia encontrados

¹⁰ Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica. Todo tipo de material ya sea de la Clase de fuego A o B que se encuentre en presencia de electricidad, en general equipo eléctrico como: tableros, cables, baterías, motores, transformadores, etc.

¹¹ Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, goma, etc.).



para el aceite lubricante Liebherr Hydraulic 37, diseñado y recomendado por el fabricante de la grúa.

Tabla 10. Comparativa de propiedades de los aceites

Parámetro	Liebherr Hidraulic 37	Shell Tellus S2 V 32	Shell Rimula 15W 40
Aspecto		Líquido a temp. ambiente	Líquido a temp. ambiente
Color		Ámbar	Ámbar
Olor		Hidrocarburo ligero	Hidrocarburo ligero
Temperatura de escurrimiento	- 39 °C	- 39 °C	- 39 °C
Punto inicial de ebullición		> 280 °C	> 280 °C
Punto de inflamación ¹²		210 °C	230 °C
Límite superior de explosividad		Valor típico 10% V	Valor típico 10% V
Límite inferior de explosividad		Valor típico 1% V	Valor típico 1% V
Presión de vapor		> 0,5 Pa (20 °C)	> 0,5 Pa (20 °C)
Densidad relativa	0,87	0,872 (15 °C)	0,886 (15 °C)
Densidad	870	872 kg/m ³ (15 °C)	886 kg/m ³ (15 °C)
Coefficiente de reparto n-octanol/agua ¹³		Pow > 6	Pow > 6
Temperatura de autoinflamación		> 320 °C	> 320 °C
Viscosidad ¹⁴ cinemática a 40 °C	37 mm ² /s	32 mm ² /s	109 mm ² /s

¹² Temperatura en la que los vapores de la superficie del fluido se inflaman al contacto con una fuente de ignición. Si se calienta el fluido hasta la temperatura adecuada, alcanza el punto en el que el aceite comienza a arder espontáneamente sin necesidad de fuente de ignición.

¹³ Relación entre la concentración en la fase de n-octanol y la acuosa en el equilibrio.

¹⁴ Resistencia interna que ofrecen entre sí las moléculas al deslizarse unas sobre otras.



Parámetro	Liebherr Hidraulic 37	Shell Tellus S2 V 32	Shell Rimula 15W 40
Viscosidad cinemática a 100 °C	7,2 mm ² /s	6,1 mm ² /s	14,7 mm ² /s
Índice de viscosidad	162	143	139
Grado de viscosidad	10W-20 (SAE)	32 (ISO 3448)	15W-40 (SAE)
Temperatura de trabajo	-25 °C a 50 °C	-20 °C a 100 °C	-20 °C a 100 °C

Fuente: Informe de Laboratorio JST (IF-DNEyMA-LAB-006).

Entre las características fundamentales que hay que considerar cuando se comparan estos fluidos, destacan las siguientes: la viscosidad, el índice de viscosidad (IV), los aditivos empleados, la temperatura de trabajo y la miscibilidad del fluido con otros.

Ambos productos de Shell fueron diseñados para un rango de temperatura de trabajo más amplio que el recomendado por Liebherr, razón por la cual este no es un parámetro que afecte la elección de uno u otro aceite para el caso particular de este suceso.

A continuación, se analizan los restantes parámetros relevantes para la investigación, acorde a lo especificado en el Informe del Laboratorio IF-DNEyMA-LAB-006.

Viscosidad

Como puede observarse en la Tabla 10, la viscosidad cinemática es el único parámetro que difiere significativamente en los fluidos. El Shell Rimula 15W40 posee una viscosidad mucho mayor a 40 °C, por lo que presentará una mayor resistencia a fluir, especialmente en el arranque. Esto hace que el consumo de energía sea mucho mayor y, además, provoque más esfuerzo y presión, lo cual detona un mayor desgaste, ya que el aceite no puede fluir con suficiente soltura por las cavidades. A raíz de ello, se podría dificultar el correcto arranque del equipo e incluso provocar daño al motor.

Por su parte, el aceite Shell Tellus S2 V32 presenta valores de viscosidad similares al producto recomendado por el fabricante. Los tres aceites difieren, además, en su IV.



En la Figura 42 puede examinarse el comportamiento de la viscosidad de diferentes aceites lubricantes en función de la temperatura.

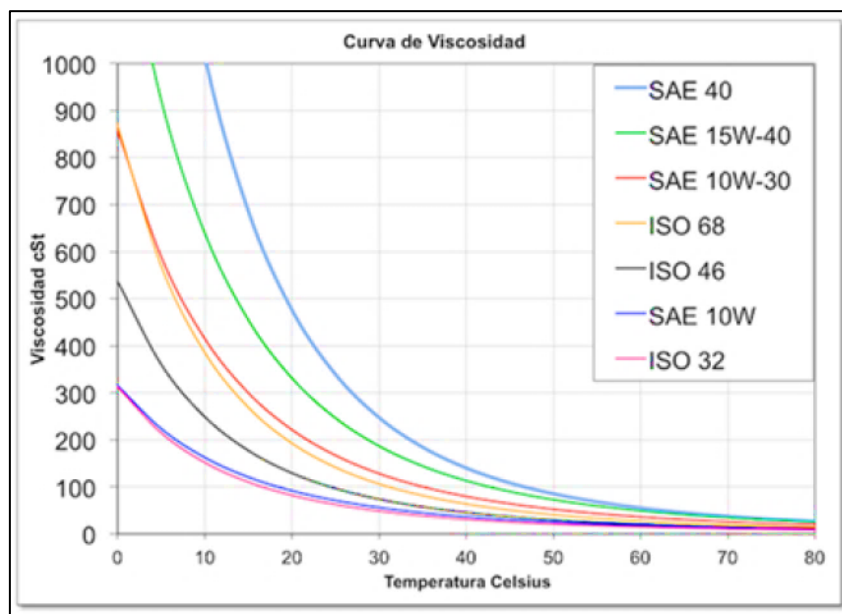


Figura 42. Curvas de viscosidad. Fuente: [Widman International SRL](#), recuperado en abril de 2022

El aceite Shell Rimula 15W40 corresponde a la curva SAE 15W40, mientras que el Shell Tellus S2 V32 corresponde a la curva ISO 32. Teniendo en cuenta los datos de viscosidad cinemática, el Liebherr Hydraulic 37 es semejante a la curva SAE 10W. El comportamiento de estos dos últimos es muy similar, mientras que el SAE 15W40 presenta viscosidades mucho mayores a bajas temperaturas.

Si se observa la Figura 42, se verá que a la temperatura óptima de operación¹⁵, que ronda generalmente en los 54 °C, los fluidos ISO 32 y SAE 10W presentan una viscosidad aproximada de 10 cSt¹⁶, mientras que la del SAE 15W40 se encuentra alrededor de los 70 cSt. Con una viscosidad más elevada, el fluido presentará mayor cizallamiento, lo que generará más calor. Si el calor generado por el sistema es mayor que el calor que está siendo enviado a la atmósfera o, en otras palabras, si el

¹⁵ Temperatura que se alcanza cuando el calor generado dentro del sistema y el calor que está siendo enviado a la atmósfera son iguales.

¹⁶ Centistoke (cSt), unidad de medida de la viscosidad.



refrigerante utilizado no es capaz de disipar la cantidad correcta de calor, el aceite se sobrecalentará y, consecuentemente, el sistema podrá presentar problemas de funcionamiento o de desgaste de algunos componentes.

Si pasa todo esto, los sellos y los filtros pueden deteriorarse fácilmente, la vida del aceite se puede acortar y, además, puede haber fallas en la bomba o en el motor hidráulico, así como fugas excesivas en los carretes de las válvulas. El aceite de un sistema hidráulico no debe ser utilizado a temperaturas mayores de 93 °C.

Punto de inflamación y autoinflamación

Como se mencionó anteriormente, la investigación identificó que el incendio se inició en la sala de máquinas de la grúa móvil, y se presume que fue como producto del derrame del fluido hidráulico y su posterior contacto con partes metálicas del escape de motor, que se encontraban a más de 500 °C.

El punto de inflamación del Shell Tellus S2 V32 es algo menor que el Shell Rimula 15W40, sin embargo, ambos presentan un punto de inflamación mayor a 230 °C. Por este motivo, cabe aclarar que, aunque la causa del incendio fuese la arriba mencionada, cualquiera de los dos productos Shell hubieran reaccionado de la misma manera.

Acidez

De acuerdo a la información brindada por los fabricantes, tanto el aceite diésel Shell Rimula 15W40 como el Shell Tellus S2 V32 poseen aditivos antioxidantes que controlan la acidez, pero esto no se pudo comprobar empíricamente por la investigación sin la presencia de la muestra.

Coefficiente de reparto octanol/agua

Los dos productos Shell estudiados tienen como base aceite mineral altamente refinado, con el agregado de aditivos de base sintética. De acuerdo a los datos presentados en la tabla comparativa, su coeficiente de reparto octanol/agua es el mismo, ya que ambos son hidrofóbicos. Por estos motivos, puede afirmarse que son líquidos miscibles entre sí.



Sin embargo, al tratarse de fluidos de diferente viscosidad, el resultado de la mezcla de ambos derivará en un fluido con viscosidad intermedia. Asimismo, al momento de la elaboración del presente informe, no se tiene información específica del tipo y cantidad de aditivos, por lo que no es posible evaluar la miscibilidad de estos entre sí.

Aditivos

La ficha técnica del aceite diésel Shell Rimula 15W40 destaca las siguientes características y beneficios:

- Excelente control de acidez, lo cual reduce la acumulación de ácidos y evita la corrosión química en los rodamientos del motor. Su formulación con aditivos detergentes controla y neutraliza los ácidos procedentes de la combustión y ayuda a proteger la corrosión en las superficies metálicas. En otras palabras, contiene antioxidantes, anticorrosivos y detergentes.
- Elevados niveles de protección frente al desgaste en áreas críticas. Los aditivos dispersantes mantienen dispersa la carbonilla y contribuyen a evitar el desgaste. Presencia de aditivos antidesgaste y dispersantes.
- Ayuda a evitar el espesamiento del aceite y la formación de depósitos en todas las áreas del motor, incluyendo los pistones. Los aditivos detergentes y dispersantes mantienen el motor limpio.

La ficha técnica del aceite hidráulico Shell Tellus S2 V32 destaca las siguientes características y beneficios:

- Resistencia a la degradación térmica y química, y buena estabilidad en presencia de humedad, es decir, que posee aditivos antioxidantes, inhibidores de corrosión y herrumbre.
- Alto índice viscosidad, que ayuda a proporcionar un buen rendimiento desde las condiciones de arranque en frío hasta la carga plena en operaciones de servicio pesado. Posee modificadores de la viscosidad, que ayudan a minimizar las variaciones en las propiedades del fluido en todo su intervalo de drenaje.



- Aditivos antidesgaste probados en base de zinc, efectivos en una amplia gama de condiciones operativas.
- Excelente filtrabilidad y alto desempeño en la separación de agua, liberación de aire y características antiespumantes, lo cual ayuda a mantener y mejorar la eficiencia de los sistemas hidráulicos.
- Brinda una rápida liberación de aire sin demasiada espuma, con el fin de ayudar la transferencia eficiente de la potencia hidráulica y minimizar los impactos de fluidos y equipos por la cavitación inducida por oxidación.

Tabla 11. Comparación de aditivos presentes en ambos aceites lubricantes

Aditivos	Shell Rimula 15W40	Shell Tellus S2 V 32
Antioxidantes	X	X
Anticorrosivos	X	X
Antidesgaste	X	X
Detergentes	X	
Dispersantes	X	
Antiespumantes		X
Demulsificantes		X
Mejoradores de viscosidad		X

Fuente: Informe de Laboratorio JST (IF-DNEyMA-LAB-006)

Cabe aclarar, nuevamente, que lo aquí expuesto se basa únicamente en la información brindada por el fabricante en las respectivas fichas técnicas. Por lo tanto, no se puede asegurar que cada uno de los aceites no contenga otro tipo de aditivos. Tampoco es posible conocer las composiciones y las cantidades agregadas de cada aditivo.



Sin embargo, se puede afirmar a partir de los datos relevados que los fluidos fueron diseñados para aplicaciones diferentes. Los lubricantes están formulados con aceites bases y aditivos seleccionados para desempeños especiales de acuerdo a las condiciones de operación de ese componente.

Normalmente, un aceite de motor está formulado para soportar una serie de ataques químicos diferentes a los ataques químicos que sufriría un aceite hidráulico. Asimismo, en motores resulta de gran importancia la detergencia, mientras que, para sistemas hidráulicos, ponderan las capacidades antiespumantes y demulsificantes. Por último, aunque las bases de ambos productos Shell son las mismas y miscibles entre sí, pueden contener aditivos no compatibles unos con otros, capaces de dañar químicamente al lubricante y anular su eficacia.

Cavitación en la mecánica de los fluidos

A partir del análisis realizado anteriormente, se identificó que el aceite RIMULA 15W 40 tiene una viscosidad cinemática distinta a la ordenada por el fabricante.

Esta variación en la viscosidad cinemática es un factor determinante para el surgimiento de la cavitación, ya que junto a ella van asociados cambios de presión y temperatura, cambios de estado de líquido a gaseoso y viceversa, con la consecuente generación de gases en forma de burbujas. Cuando el vapor de aceite retorna del estado gaseoso al estado líquido, genera implosión de las burbujas y, por consiguiente, una alta transformación de energía. De esta manera, se puede generar un desprendimiento del material de la camisa de la manguera (capa interna), produciendo pequeñas cavidades. Se trata de un proceso altamente erosivo.

Por último, cabe aclarar la diferencia en lo que respecta al contenido de aditivos. El Shell Tellus S2 V32 posee agentes antiespumantes que podrían haber contribuido a evitar o minimizar el efecto de cavitación, no obstante, la inexistencia de estos mismos en el Shell Rimula 15W40 no pudo ser comprobada por la investigación.

2.1.6. Variaciones de fluidos en la grúa móvil

De acuerdo con los registros relevados durante la investigación, se detectó que el depósito fue rellenado con distintos tipos de aceite en diferentes ocasiones. Por lo



tanto, se presume que hubo mezcla de fluidos diseñados para diferentes aplicaciones, con viscosidades poco semejantes y paquetes distintos de aditivos. Como ya se explicó ampliamente, estos procedimientos pueden derivar en complicaciones del correcto funcionamiento del sistema. Cabe insistir en que la problemática se encuentra en la diferencia de viscosidad y de aditivos, mas no en su uso (diésel e hidráulico).

2.2. Aspectos Institucionales

La comprensión del desempeño del personal operativo resulta una condición necesaria, aunque no suficiente para determinar los factores profundos vinculados a la ocurrencia de un suceso. En efecto, los modelos que describen la génesis de los accidentes e incidentes sostienen que el desempeño de los operadores de primera línea no puede analizarse “en el vacío”, o sea, sin comprender adecuadamente el contexto operativo en el que ocurre.

Así, la descripción de elementos tales como los procesos, los procedimientos y las políticas implementadas para el control de riesgos resulta fundamental para identificar los factores sistémicos involucrados en el accidente y, por lo tanto, para establecer las Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) más eficaces y adecuadas para prevenir su recurrencia.

Los procedimientos operativos constituyen una pieza central para la adopción de prácticas seguras y una defensa fundamental para reducir la probabilidad de desvíos de la conducta esperada durante la ejecución de las maniobras. En estos documentos, cada organización establece los lineamientos del desempeño esperable de los agentes de acuerdo con los riesgos estimados para las diferentes operaciones.

Tanto el adecuado diseño de los procedimientos como la supervisión de su aplicación (o su contracara, la denominada “deriva” práctica) y los recursos operativos para los operadores de primera línea (como listas de chequeo, libros de procedimientos, cartelería, etc.), constituyen elementos fundamentales para controlar los riesgos vinculados a la seguridad.

Tal como se indicó anteriormente, la Terminal 4 contaba con el certificado de convalidación de la autorización de amarre, que había sido emitido por la PNA. Esto



significa que el muelle tenía políticas de salud, seguridad e higiene, así como también políticas de conservación del medioambiente. Contaba, además, con Procedimientos de Emergencia activados del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional de la Terminal (SMS) y con un Plan de Emergencia ante eventuales accidentes e incidentes. El equipo de investigación constató, a través de los registros de entrenamiento entregados por la terminal, que la brigada de emergencia contaba con la realización de simulacros de lucha contra incendios y rescate de personas en escenarios controlados.



3. CONCLUSIONES

- Se determinó, con alto grado de probabilidad, que el incendio se habría iniciado en la sala de máquinas como consecuencia del desprendimiento de una manguera hidráulica. A raíz de esto, el aceite a alta presión se habría depositado sobre la manta térmica que recubría el conducto de gases de escape. Al ser esta permeable, el aceite tomó contacto con las partes metálicas calientes del escape del motor, las cuales se encontraban a más de 500 °C.
- El sistema de detección de incendios se activó y alertó al operador de la grúa, que se encontraba en la cabina de la torre. La investigación no identificó que se hubiera activado el sistema de extinción de incendios.
- Una vez desprendida la manguera y comenzado el incendio en la sala de máquinas, no se activó el cierre automático de la válvula de fluido hidráulico ni tampoco el cierre automático de la ventilación.
- La investigación no pudo corroborar la existencia de procedimientos de inspección diaria y semanal sobre las grúas portuarias, acorde a lo prescripto en el manual de operaciones del fabricante.
- Se utilizó aceite de motor diésel Shell Rimula 15W-40 en el sistema hidráulico para asistir a los mecanismos de elevación de la carga, giro y elevación de la pluma, en divergencia con el aceite hidráulico recomendado por el fabricante.
- Se encontraron divergencias frente a lo prescripto por el fabricante Liebherr y los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de detección y extinción de incendios, así como también en el sistema hidráulico de la grúa del suceso.
- La brigada contra incendios se desplegó de manera inmediata e intentó sofocar el incendio con chorros de agua provenientes de la red fija contra incendios de la terminal, ubicada en el muelle.
- Los bomberos comenzaron las tareas de extinción mediante los coches autobombas de la PNA; posteriormente, utilizaron a modo de colaboración las



líneas de agua de la red fija contra incendio de la terminal y del buque, que ya estaban armadas y en funcionamiento, para conformar la cadena de alimentación de agua para los autobombas.



4. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Recomendaciones de Seguridad Operacional surgidas del Informe de Seguridad Operacional

Recomendaciones dirigidas a APM Terminals SA

- RSO MM 0020-23
 - Elaborar un procedimiento específico de emergencia ante incendios de equipos operativos dentro del muelle; dotar a la terminal de los equipos de extinción adecuados para combatir todas las clases de fuego.

- RSO MM 0021-23
 - Implementar un plan de mantenimiento preventivo periódico para los equipos operativos dentro del muelle, que se ajuste a las especificaciones del o los fabricantes.



5. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Acciones de Seguridad Operacional (ASO) dirigidas a APM Terminals SA

- ASO MM 0003-23:
 - Realizar de forma inmediata una inspección de los elementos blandos y de sujeción (mangueras y acoplamientos) de los sistemas hidráulicos de todas las grúas móviles, a los fines de asegurar el buen estado, la integridad de sus revestimientos y la seguridad en las operaciones.

- ASO MM 0004-23:
 - Incluir en el programa curricular de seguridad operacional 2023 el presente Informe de Seguridad Operacional, e identificar los destinatarios de dicha capacitación.



6. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Informes recibidos y manuales
 - Informe de bomberos (2021). Expediente: IF-2021-05013662-APN-SERS%PNA.
 - Informe de Inspección (2016). Ordenanza 05/01, División Control de la Navegación y Registros Portuarios de la PNA.
 - Informe de Laboratorio JST IF-DNEyMA-LAB-006 (2022). *Comparativa de propiedades de fluido hidráulico y aceite de motor diésel* (IF-2022-47687086-APN-DNEYMA#JST).
 - Informe del Servicio Meteorológico Nacional, 14 de abril de 2021.
 - Manual de Emergencias APM, Rev. 03 (2020). Código T4M02-SAF).
 - Manual Operativo Grúa Móvil LHM 500 Liebherr (2011).
 - Plan de Emergencias Terminal 4 APM Terminals (2020).
 - Plan de Emergencia en caso de Contaminación por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas y Sustancias Potencialmente Peligrosas (2020). AGP SE.
 - Planos de la distribución de bitas, defensas, iluminación, red de incendio y matafuegos de la Dársena C de la Terminal 4.
 - Programa de mantenimiento preventivo de la grúa LHM 500 (MHC 07).
 - Registros de mantenimiento preventivo y correctivo de la grúa LHM 500 [MHC 07] (2020).
 - Inspección sobre incendio en grúaMHC-07Terminal 4 del Puerto de Buenos Aires, Burea Veritas (2021).
- Normativa
 - Ley 18398 de 1969. Por la cual se establecen las misiones y funciones de la Prefectura Naval Argentina.



- Ley 19587/72 y su decreto reglamentario 351/79. Por los cuales se consagran los lineamientos de seguridad e higiene en el trabajo en el territorio nacional.
 - Ordenanza PNA 5/01 del 2001. Por la cual se indican las normas de inspección y verificación para puertos, terminales portuarias y muelles, en virtud del otorgamiento de autorización para el amarre.
 - Ordenanza PNA 6/03 del 2003. Por la cual se instauran las normas para la obtención de la declaración de cumplimiento de instalación portuaria del Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias (Código PBIP).
 - REGINAVE. Sección 6. Artículo 302.0609. Por el cual se regula la colaboración de los remolcadores.
- Páginas Web consultadas:
 - Administración General de Puertos SE
 - <https://www.argentina.gob.ar/transporte/administracion-general-puertos-se>
 - Prefectura Naval Argentina
 - <https://www.argentina.gob.ar/prefectura naval>
 - Liebherr
 - <https://www.liebherr.com/liebherr-en-argentina.html>
 - APM Terminals
 - <https://www.apmterminals.com/en/buenos-aires>
 - Visitas al lugar del accidente
 - Se realizó un relevamiento de campo en febrero de 2021.