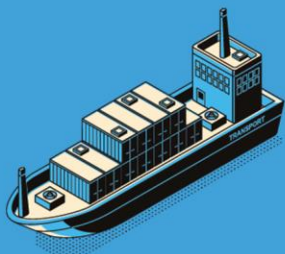


JST | SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE



INFORME DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Suceso: accidente. Destrucción total de cinta transportadora. Sin lesionados

Expediente: EX-2021-76771444-APN-JST#MTR

Título: Colapso de cinta transportadora de carga en Puerto Quequén, Provincia de Buenos Aires

Fecha y hora del suceso: 26 de junio de 2021 a las 08:00 (hora local), 11:00 (UTC)

Dirección Nacional de Evaluación y Monitoreo Accidentológico

**primero
la gente**



Ministerio de Transporte
Argentina



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 [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.....	6
NOTA DE INTRODUCCIÓN.....	7
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS	9
1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS	11
1.1. RESEÑA DEL SUCESO	11
1.2. INFORMACIÓN SOBRE EL LUGAR DEL ACCIDENTE.....	12
1.3. INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL AFECTADO	15
1.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS	15
1.5. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO VERTIDO AL AGUA	15
1.6. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO	17
1.6.1. Habilitación del muelle Sitio 12.....	17
1.6.2. Composición del equipo transportador	18
1.6.3. Procedimiento de descarga.....	19
1.6.4. Almacenaje de fertilizantes.....	20
1.7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	20
1.7.1. Equipo transportador CT1.....	20
1.7.2. Tolva.....	22
1.8. DAÑOS.....	23
1.8.1. Galería CT1: tramo sin daños	23
1.8.2. Galería CT1: tramo dañado	23



1.8.3. Tolva	25
1.9. COMUNICACIONES	25
1.10. PLANES DE EMERGENCIA	25
1.11. INFORMACIÓN SOBRE EMPRESAS Y ORGANISMOS INVOLUCRADOS	26
1.11.1. Prefectura Naval Argentina	26
1.11.2. Consorcio de Gestión del Puerto de Quequén	26
1.11.3. Pier Doce SA	27
1.11.4. KRK Latinoamericana SA.....	27
1.11.5. Ingeniería ITEP	27
1.11.6. Cintra	28
1.12. NORMATIVA VIGENTE	28
1.12.1. Normativa internacional	28
1.12.2. Normativa nacional	28
1.13. ENSAYOS E INVESTIGACIONES	30
2. ANÁLISIS	32
2.1. INTRODUCCIÓN	32
2.2. ASPECTOS TÉCNICOS-OPERATIVOS	32
2.2.1. Distribución de la carga	32
2.2.2. Cargas transversales	32
2.2.3. Procedimiento de descarga	33
2.2.4. Capacitación del personal	34
3. CONCLUSIONES	35



3.1. CONCLUSIONES VINCULADAS A FACTORES RELACIONADOS CON EL ACCIDENTE	35
3.2. CONCLUSIONES SOBRE OTROS FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS POR LA INVESTIGACIÓN	35
4. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	36
5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL	36
6. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	37



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. Este informe refleja las conclusiones de la JST en relación con 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 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 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.



NOTA DE INTRODUCCIÓN

La Junta de Seguridad en el Transporte (JST) ha adoptado el modelo sistémico para el análisis de los accidentes e incidentes de transporte. Los sucesos multimodales también se abordan desde esta perspectiva. La JST tiene dentro de sus facultades intervenir en sucesos en los que están involucrados vehículos de más de un modo de transporte.

El modelo ha sido ampliamente adoptado, 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 y/o las fallas técnicas del equipamiento constituyen los factores desencadenantes o inmediatos del evento. Estos son el punto de partida de la investigación y son analizados con referencia a las defensas del sistema de transporte, así como a otros factores, en muchos casos 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 y/o las fallas técnicas del equipamiento. Las defensas se agrupan bajo tres entidades genéricas: tecnología, normativa (incluyendo procedimientos) y entrenamiento.
- Finalmente, 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 relación de causalidad con el suceso investigado, tienen potencial desencadenante bajo otras circunstancias operativas. De esta manera, la investigación sistémica buscará mitigar o prevenir los resultados de los accidentes e incidentes a partir de Recomendaciones de Seguridad Operacional (RSO) que promuevan acciones viables, prácticas y efectivas.



LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS¹

%: porcentual.

°C: grados centígrados.

AGMA: Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes (del inglés *American Gear Manufacturers Association*).

AGP: Administración General de Puertos.

AISI: Instituto Americano del Hierro y Acero (del inglés *American Iron and Steel Institute*).

ASME: Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (del inglés *American Society of Mechanical Engineers*).

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (del inglés *American Society for Testing and Materials*).

CEMA: Centro de Estudios Medio Ambientales.

CIRSOC: Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.

DNCPYVN: Dirección Nacional de Control de Puertos y Vías Navegables.

g: gramo/s.

hp: caballos de fuerza (del inglés *horse power*).

Hz: hercio/s.

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

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



JST: Junta de Seguridad en el Transporte.

kg: kilogramo/s.

m: metro/s.

m³: metro/s cúbico/s.

MAP: fosfato monoamónico.

mg: miligramo/s.

ml: mililitro/s.

mm: milímetro/s.

MSDS: Hoja de Seguridad del Producto (del inglés *Material Safety Data Sheet*).

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

PH: potencial de hidrógeno.

PLANACON: Plan Nacional de Contingencias.

PNA: Prefectura Naval Argentina.

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

S: sur.

SAME: Sistema de Atención Médica de Emergencias.

t: tonelada/s.

v: voltio/s.

W: oeste (del inglés *west*).



1. INFORMACIÓN SOBRE LOS HECHOS

1.1. Reseña del suceso

El suceso ocurrió el sábado 26 de junio de 2021 en Puerto Quequén, Provincia de Buenos Aires, aproximadamente a las 08:00 (hora local). Se trató de un accidente que involucró al buque Corefortune OL, que se encontraba amarrado en el muelle Sitio 12 del margen Necochea del puerto. Mientras la embarcación estaba en operativa de descarga de fertilizante de fosfato monoamónico (MAP), se produjo de forma abrupta el colapso de la galería que conformaba el equipo transportador de fertilizantes a granel.



Figura 1. Galería de descarga, tolva y cinta transportadora

Fuente: JST, relevamiento de campo, septiembre de 2021

Durante el accidente, la tolva, que estaba cargada completamente con fertilizante MAP, colapsó y terminó bajo el agua. Posterior a ese hecho, cedió la estructura metálica que conformaba el tramo central del equipo transportador, denominado CT1 de acuerdo a la memoria de cálculo presentada ante el organismo encargado de su aprobación.



Como consecuencia del hecho, un operario, que se encontraba regulando la descarga de la tolva sobre la pasarela, cayó al agua. Se estima que al menos 52 m³ de fertilizante se derramaron en el agua, entre la cinta de descarga y el muelle.

Por este motivo, la terminal portuaria activó la respuesta a la contingencia, en el marco del Plan Nacional de Contingencias (PLANACON) aprobado por la Prefectura Naval Argentina (PNA). El buque Corefortune OL no sufrió daños materiales.



Figura 2. Galería colapsada

Fuente: JST, relevamiento de campo, septiembre de 2021

1.2. Información sobre el lugar del accidente

A continuación, se vuelcan los datos obtenidos por el equipo de investigación en relación con el lugar del suceso y sus características.



Tabla 1. Datos del lugar del accidente

Lugar del accidente	
Provincia	Provincia de Buenos Aires
Partido	Necochea
Calle y altura	Avenida 59 y 10
Instalación	Pier Doce SA, Puerto Quequén
Coordenadas geográficas	38°34'35.8" S 58°42'35.9" W
Elevación	2 m



Figura 3. Puerto Quequén

Fuente: Google Earth, 2021



Figura 4. Ubicación del Sitio 12

Fuente: Google Earth, 2021



Figura 5. Vista superior del equipo transportador, orientación norte, donde se observa CT1 Y CT2

Fuente: Google Earth, 2021



1.3. Información sobre el personal afectado

A continuación, se vuelca la información obtenida durante la investigación, en relación con el personal afectado durante el suceso.

Tabla 2. Personas lesionadas como producto del accidente

Lesiones	Operador	Pasajeros	Otros	Total
Mortales	0	0	0	0
Graves	0	0	0	0
Leves	1	0	0	1
Ninguna	0	0	0	0

1.4. Condiciones meteorológicas

Las condiciones informadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para las 08:00 del 26 de junio de 2021 en la zona de Quequén fueron las siguientes:

- Cielo: entre parcialmente nublado y nublado.
- Viento: provenientes del sur/sudoeste, leves (entre 4 y 9 km/h).
- Fenómenos significativos: lluvias débiles o lloviznas, en forma intermitente.

1.5. Información del producto vertido al agua

Como se mencionó anteriormente, se estima que 52 m³ del producto descargado se derramaron al agua, entre la cinta de descarga y el muelle. Por este motivo, el equipo de investigación analizó las características del fertilizante manipulado.

Según la hoja de seguridad del producto (MSDS), el material derramado se corresponde con fertilizante MAP, un producto utilizado en la industria agropecuaria para la actividad de siembra. De acuerdo con la información recabada, este compuesto en estado puro, es comercializado en forma granulada y se transporta a granel. En la MSDS, dentro de la



sección denominada *Información ecológica*, se indica que se trata de un compuesto no persistente y rápidamente biodegradable. Es altamente soluble en agua y se descompone en iones, amonio y fosfato; estos últimos pueden afectar la vida acuática.

Con respecto a su movilidad y bioacumulación, el producto se disuelve y dispersa en agua. En cuanto a su ecotoxicidad, cabe destacar que promueve el crecimiento de algas, lo cual puede afectar la calidad del agua y su gusto, así como provocar la disminución de oxígeno disponible, afectando a la flora y fauna de las inmediaciones.

En el apartado *Consideraciones para su eliminación*, se advierte que el material debe desecharse en contenedores adecuados.

Tabla 3. Datos del producto derramado

Información de los componentes del fertilizante MAP	
Nombre químico	Fosfato monoamónico
Cas#	7722-76-1
Sinónimo	MAP
Familia química	Sales de amonio
Fórmula	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
Composición (% por peso)	100

Fuente. Hoja de seguridad del producto



Tabla 4. Propiedades del fertilizante MAP

Propiedades Físico-Químicas			
Apariencia	Sólido (cristales)	pH (10 % sol. en agua)	5
Color	Verde claro a gris	Densidad real	1,62 (agua = 1 kg/m ³)
Olor	Levemente amoniacal	Solubilidad	87 g / 100 ml (agua)
Coefficiente de partición agua/octanol	El producto es soluble en agua	Densidad aparente	Suelto: 920 kg/m ³ Empaquetado: 976 kg/m ³
Temperatura de descomposición	190° C	Toxicidad	DL50 (oral): 2000 mg/kg (rata)

Fuente: Hoja de seguridad del producto

1.6. Instalaciones y equipamiento

1.6.1. Habilitación del muelle Sitio 12

El muelle fue diseñado, inicialmente, tanto para la carga de hidrocarburos en general como para sitio de espera. Conformar un frente de atraque de aproximadamente 200 metros totales.

Las obras realizadas en Sitio 12 cuentan con Declaratoria de Inicio de Obras² y Certificado Final de Obra³, con fechas del 11 de diciembre de 2018 y el 8 de octubre de 2020, respectivamente.

² DI-2018-64722359-APN-DNCPYVN#MTR

³ IF-2020-67795578-APN-DNCPYVN#MTR



El 4 de diciembre de 2020 se autorizó el amarre de buques de hasta 230 metros de eslora máxima (con una tolerancia de más del 5 %) en Sitio 12, mediante una disposición de la Dirección de Policía de Seguridad de la Navegación⁴. Cabe destacar que el muelle depende del Consorcio de Gestión del Complejo Portuario de Puerto Quequén. La autorización habilitó las operaciones con fertilizantes, materiales procedentes de hidrocarburos (combustibles en general), cereales y productos derivados.

1.6.2. Composición del equipo transportador

La estructura exterior del equipo transportador se encontraba constituida por dos galerías. Una de ellas cumplía la función de recepción desde el buque y fue denominada como CT1, mientras que la otra estaba dedicada a la transferencia y fue denominada como CT2.

La galería CT1 estaba compuesta por tres tramos independientes. Contaba con puentes metálicos reticulados en acero, que incluían dos apoyos de cada lado para soportar la carga de las tolvas de almacenaje. En el cordón superior tenía un riel para que corran las tolvas.

La galería CT2 vinculaba al cabezal de transferencia del muelle con la torre de transferencia y pesaje. Contaba, además, con dos bielas de apoyo, que se ubicaban en tierra.

La tolva de almacenaje se encontraba sobre las galerías y era del tipo móvil, ya que poseía ruedas que se trasladaban sobre rieles. En la base de estas galerías se ubicaba la cinta transportadora, encargada de llevar el fertilizante desde la tolva hacia la balanza, y luego hasta su lugar de guardado.

Toda la estructura se apoyaba sobre tres bielas en agua, constituidas sobre una base de hormigón armado, que descansaba sobre pilotes. Como se detalló antes, la galería CT1 estaba dividida en tres tramos. Entre sus dos primeros, cada biela de apoyo estaba

⁴ DISFC-2020-919-APN-DPSN#PN

separada por 40 m de longitud. Desde el tercero hasta el cabezal de transferencia había una longitud de 25,86 m.

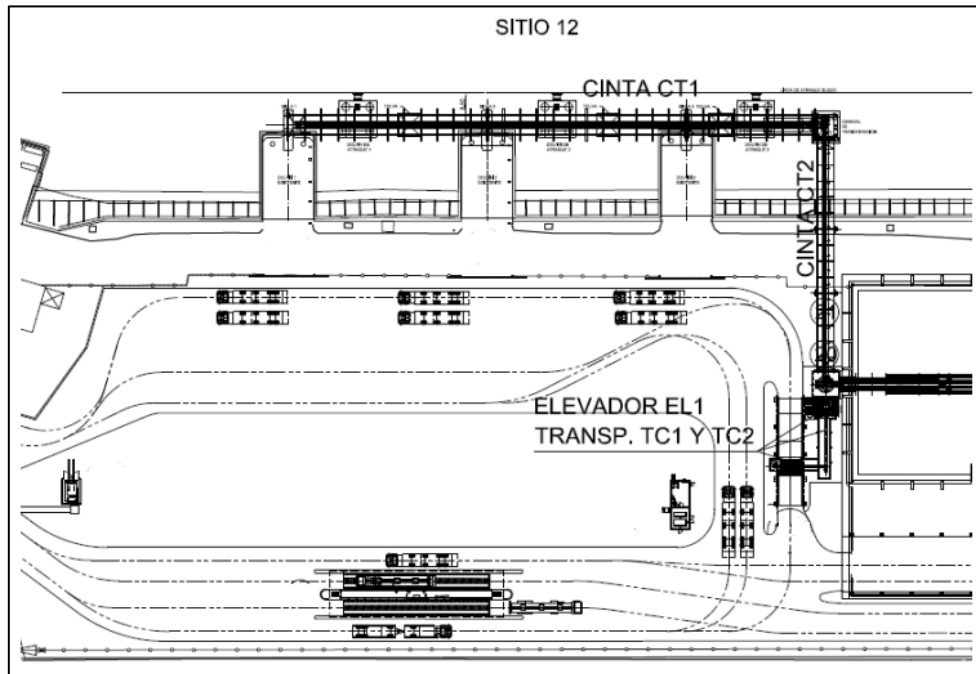


Figura 6. Memoria descriptiva del sistema de transporte

Fuente. PLANACON, Pier Doce

El equipo de investigación de la JST tuvo una reunión de partes con los principales actores involucrados en el suceso. Según la información aportada en ese encuentro, para la reconstrucción de las galerías dañadas por el accidente se tuvo en cuenta un estado de carga excepcional, en el cual el operador de la grúa podría apoyar sobre la tolva cargada la grampa llena, es decir, impactar con velocidad vertical y transversal, lo cual produciría una carga excéntrica. Este estado de carga no figuraba en los reglamentos de cálculo originales con los que se construyeron las galerías. Cabe aclarar que estas tolvas no se trasladan con carga, y aunque su tamaño es menor en dimensiones y capacidad respecto del diseño original, su peso es mayor (superior al 50 %).

1.6.3. Procedimiento de descarga

En lo que concierne a los procedimientos de descarga del producto, la investigación constató que la terminal portuaria no contaba con un procedimiento documentado al momento del suceso. A partir de las entrevistas realizadas por el equipo de investigación



a distintos actores involucrados, se determinó que las descargas eran realizadas por un operador de grúa sobre el barco, mediante los siguientes pasos: primero, se levantaba el material de la bodega con una grampa tipo almeja (que tenía una capacidad de carga de aproximadamente 10 m³ de producto); luego, se lo volcaba sobre la tolva. Finalmente, otro operador, que estaba ubicado en la galería, abría la guillotina para racionar la cantidad que caía en la cinta transportadora.

Desde Pier Doce se aclaró que las tolvas móviles no se trasladan con carga. La botonera que activa el movimiento de las tolvas se encuentra debajo de las mismas para que el operario tenga visión en el momento que hace el movimiento de estas. Como condición para que el operario acceda caminando a la galería, la operatoria de descarga debe estar interrumpida y las tolvas vacías.

1.6.4. Almacenaje de fertilizantes

Una vez que el producto caía sobre la cinta transportadora, se dirigía a las celdas, donde se pesaba y almacenaba. La celda de almacenaje de fertilizantes sólidos tiene una capacidad de acopio de 50 000 t.

1.7. Especificaciones técnicas

1.7.1. Equipo transportador CT1

El equipo transportador afectado poseía un ancho de banda de 900 mm, una longitud entre centros de tambores de 105,5 m y una capacidad de transporte de 710 t/h.

Los equipos de transporte involucrados cumplían con las siguientes normas: Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME), Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes (AGMA), Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), Instituto Americano del Hierro y el Acero (AISI), Centro de Estudios Medioambientales (CEMA), Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras (CIRSOC).



Tabla 5. Información del transportador CT1

Equipo CT1	
Potencia	40 hp
Longitud entre ejes	106 m
Ancho de banda	900 mm
Elevación	2,85 m
Velocidad	2,5 m/seg
Material	Fertilizante
Humedad	Higrosc %
Capacidad	710 t/h
Peso específico	0.7-1.04 t/m ³
Granulometría	0-10 mm
Carga en contrapeso	1700 kg
Tensión de línea	380 V
Frecuencia	50 Hz

Fuente. Plano CT1



1.7.2. Tolva

La estructura de la tolva tenía una forma tronco piramidal y estaba compuesta por placas metálicas, rigidizadas mediante perfiles angulares y planchuelas. Tenía cuatro puntos de apoyo; dos de ellos se encontraban en caras opuestas y estaban vinculados, mediante placa y bulones, a las ruedas motrices y conductoras, que circulaban sobre los rieles colocados en los cordones superiores de las galerías.

Dimensiones aproximadas de la tolva:

- Sección de carga superior: 5,70 x 5,70 m.
- Sección de descarga inferior: 0,50 x 0,50 m.
- Altura útil total: 4,50 m.
- Volumen geométrico aproximado: 52 m³.



Figura 7. Vista inferior de la tolva

Fuente: JST, relevamiento de campo, septiembre de 2021



1.8. Daños

1.8.1. Galería CT1: tramo sin daños

La investigación realizó una revisión de las bielas de unión, apoyos de estructura, bulones de unión, chapas asociadas, perfiles, rieles, ruedas (lo que se alcanzaba a ver a simple vista), topes de tolva y escuadras de sostén. No se encontraron daños en esta inspección.

1.8.2. Galería CT1: tramo dañado

El equipo de investigación inspeccionó la estructura en su conjunto con el objetivo de determinar la manera en que se produjo el colapso.

Al apoyo de la galería se lo encontró fijado. Se advirtió que el perno se deslizó por el ojal del cáncamo al colapsar la estructura. También se observó que se desprendió la unión de la viga de la galería (que va de apoyo a apoyo) con la viga de la biela, pese a lo cual los bulones quedaron intactos y sin deformación. Cabe destacar que las vigas de la galería se unían con planchuelas abulonadas. En el riel se observaron fisuras con corte de los perfiles, en una zona no correspondiente con la soldadura.

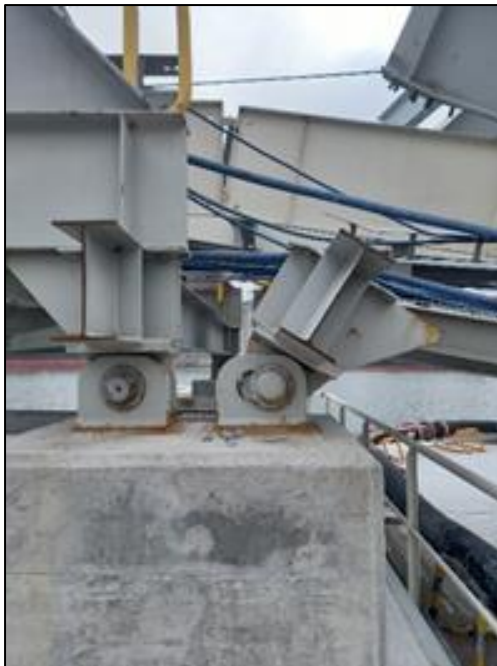


Figura 8. Apoyo de la galería

Fuente: JST, relevamiento de campo,
septiembre de 2021



Figura 9. Unión de vigas de galería

Fuente: JST, relevamiento de campo,
septiembre de 2021



Figura 10. Fisuras y fractura del riel

Fuente: JST, relevamiento de campo,
septiembre de 2021



Figura 11. Fisuras y fractura del riel

Fuente: JST, relevamiento de campo,
septiembre de 2021

Por otra parte, la estructura se encontró caída sobre el agua, torsionada hacia el lado del muelle y con la tolva sumergida. Como consecuencia, esta no pudo visibilizarse con claridad, debido al color del agua. En algunas partes de la estructura se encontró rotura y deformación.

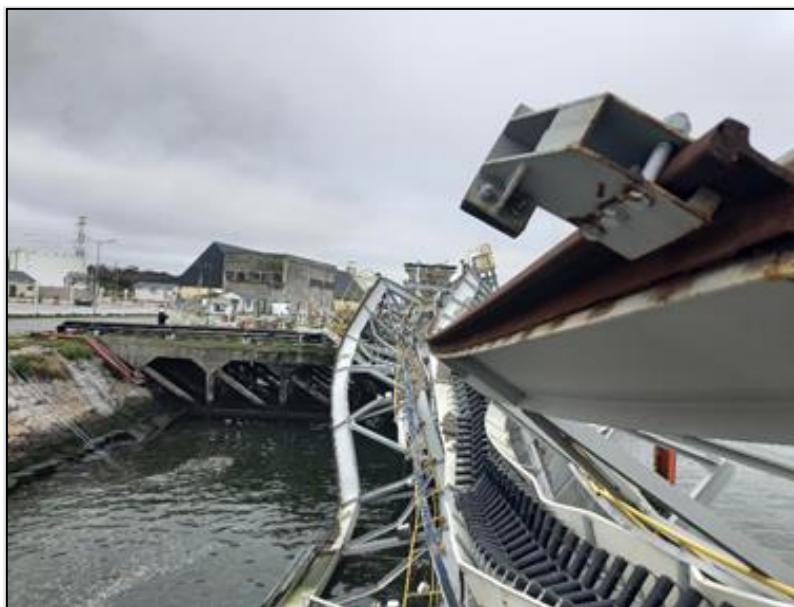


Figura 12. Vista desde dique de alba central

Fuente: JST, relevamiento de campo, septiembre de 2021



En la zona de tubería de combustible de la central termoeléctrica se encontró la estructura colapsada y apuntalada por estructuras metálicas, para evitar que la inestabilidad produzca su caída sobre las tuberías de carga y descarga.



Figura 13. Apuntalamiento de la estructura

Fuente: JST, relevamiento de campo, septiembre de 2021

1.8.3. Tolva

La tolva de recepción se encontraba debajo del agua al momento de la visualización, por lo cual resultó imposible para el equipo de investigación apreciar la integridad de la estructura.

1.9. Comunicaciones

Se accionaron las comunicaciones de acuerdo a lo establecido en el Plan de Emergencia de la empresa. La PNA concurrió al lugar del hecho. También se hizo presente el SAME para asistencia de la persona lesionada.

1.10. Planes de emergencia

La investigación constató que se encontraba contemplada, en el Plan de Emergencia de la terminal, la respuesta ante una emergencia por contaminación. Según este documento, se entiende de ese modo a toda situación anormal que pueda provocar daños a las personas, al ambiente natural, a las costas, a las actividades de esparcimiento humano, a



la recolección y pesca, al albergue de la flora y fauna marina o a los recursos para la subsistencia humana, así como también a las actividades comerciales o industriales. Asimismo, contempla, entre otras, a la seguridad de la comunidad en general, y establece las políticas de conservación ambiental. De acuerdo con el plan de emergencia, se desplegaron las barreras de contención de la empresa de servicios Cintra, según indica el PLANACON.



Figura 14. Barreras de contención

Fuente: Informe gráfico inspección DNCPYVN-AGP, julio de 2021

1.11. Información sobre empresas y organismos involucrados

1.11.1. Prefectura Naval Argentina

La PNA es la organización a través de la cual el Poder Ejecutivo Nacional ejerce las siguientes funciones: el servicio de policía de seguridad de la navegación, el servicio de policía de seguridad y prevención del orden público, la policía de protección del medio ambiente y conservación de los recursos naturales, la policía judicial, la policía auxiliar aduanera, migratoria y sanitaria, y la jurisdicción administrativa de la navegación.

1.11.2. Consorcio de Gestión del Puerto de Quequén

El Consorcio de Gestión del Puerto de Quequén se constituyó a partir de la aprobación de la Ley Provincial N.º 11.414 en julio de 1993. Este es definido como un ente público no estatal que concentra los intereses del Estado provincial, el municipio del partido de Necochea, los trabajadores portuarios y los sectores privados interesados en el desarrollo



portuario de la región. Su directorio está conformado por un presidente, designado por el Poder Ejecutivo de la Provincia de Buenos Aires, y ocho directores, propuestos por los diferentes actores que intervienen en la operatoria portuaria.

1.11.3. Pier Doce SA

La empresa Pier Doce SA se constituyó en el 2013 a partir de un proyecto de construcción y explotación para una terminal portuaria. Esta última fue destinada a la operación y recepción de buques dedicados a la descarga de fertilizantes granulados y líquidos, así como a la carga de productos y subproductos derivados de la extrusión de cereales, lo cual comprende su acopio y almacenamiento.

La empresa es concesionaria del muelle para operaciones con derivados de hidrocarburos denominado Sitio 12, ubicado en el Puerto Quequén de la ciudad de Necochea.

1.11.4. KRK Latinoamericana SA

Es una compañía de capitales nacionales dedicada a la ingeniería y ejecución integral de proyectos relacionados con el transporte de materiales a granel. Provee servicios de instalaciones llave en mano, para lo cual realizan estudios de factibilidad, ingeniería y construcción de equipos de transporte, así como montaje y mecanización de plantas de almacenaje y plantas de proceso mutuo.

Diseñó, fabricó y realizó el montaje de las estructuras y los equipos de transporte en la zona del suceso. En el 2018 diseñó la estructura de la cinta transportadora (conforme al pliego proporcionado por Pier Doce); en el 2019, la construyó.

1.11.5. Ingeniería ITEP

Empresa de Ingeniería y servicios asociados, que está conformada por profesionales y técnicos especializados en la elaboración, cálculo y gestión de proyectos industriales y civiles.



1.11.6. Cintra

Cintra es una empresa de atención y respuesta a derrames de hidrocarburos. Presta servicios tendientes a prevenir y mitigar potenciales derrames que puedan suscitarse. Desarrolla su potencial a lo largo de la hidrovía argentina, el Río de La Plata y todo el litoral marítimo-fluvial argentino.

La empresa cuenta con una planta de producción de equipos de respuesta a derrames, como así también de defensas tipo Yokohama. Tanto los equipos como las defensas fabricadas son utilizadas para cubrir operaciones propias y de terceros.

1.12. Normativa vigente

1.12.1. Normativa internacional

- **Código Internacional para la Protección del Buque y de las Instalaciones Portuarias (PBIP):**

Es el código adoptado por la Organización Marítima Internacional (OMI), nacido como respuesta a los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001 contra los Estados Unidos de América. Establece la cooperación internacional de todos los Estados para la efectiva aplicación de las normas que garantizan la protección marítima, tomando medidas preventivas ante cualquier acción adversa en contra de los buques mercantes que llegan a todos los puertos del mundo.

1.12.2. Normativa nacional

- Disposición DI-2021-64-APN-QUEQ#PNA:
 - Es la normativa que aprueba con carácter permanente las “Normas Particulares para Puerto Quequén”.
- Ordenanza 8/98, tomo 6 (Dirección de Protección Ambiental):
 - Es la norma que aprueba los planes de emergencia mediante la inscripción al Sistema Nacional PLANACON.



- Ordenanza 6/2003:
 - En esta ordenanza se establecen las normas para la obtención de la declaración de cumplimiento de instalación portuaria indicada en el Código PBIP.
- Artículo 302.0102 del Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE):
 - Se detallan las normas a las que deberán ajustarse los buques en cada puerto en particular, establecidas por la PNA.
- Ley N.º 18.398, Ley general de Prefectura Naval Argentina:
 - Esta legislación establece la misión y funciones de la PNA. En el capítulo IV, artículo 5 (inciso a), se reconoce a la PNA como Policía de Seguridad de la Navegación. En el subinciso 23, se indica que su rol es verificar el cumplimiento de normas tendientes a prohibir la contaminación de las aguas fluviales, lacustres y marítimas, ya sea por hidrocarburos u otras sustancias nocivas o peligrosas.
- Ley N.º 21.947:
 - Es la ley que aprueba el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar por Vertimientos de Desechos y Otras Materias (Convención de Londres 1972).
- Ley N.º 22.190:
 - En lo que refiere a las tareas de descontaminación, la ley se las asigna a PNA en aguas de jurisdicción nacional.
- Ley N.º 24.292 el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, sancionado en 1990 (OPRC/90).
 - Se establece que el Ministerio de Defensa, a través de la PNA, será la Autoridad Nacional y Administradora del sistema. Según el convenio, los Estados parte deberán incluir un Plan Nacional de Preparación y Lucha para Contingencias.



- Ley N.º 25.675 sobre política ambiental general:
 - La normativa establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sostenible. Asimismo, aporta un marco general de información y participación en asuntos ambientales, de responsabilidad por daño ambiental y sobre educación ambiental.
- La Ordenanza 1/2014 de la Dirección de Protección Ambiental de la Prefectura:
 - Establece los criterios modernos para el vertimiento de desechos.
- Ley N.º 24.051, Decreto Reglamentario 831/93 y actualizaciones:
 - Normativa que da indicaciones respecto del tratamiento de residuos peligrosos.
- Ley N.º 25.688 de Presupuestos Mínimos:
 - Aprueba el Régimen de Gestión Ambiental de las Aguas.

1.13. Ensayos e investigaciones

Durante la visita al lugar del accidente, el equipo de investigación de la JST tuvo acceso a un video grabado por las cámaras de seguridad de la empresa Pier Doce SA, donde pueden verse las últimas dos cucharadas que el buque descargó sobre la tolva. Durante la primera descarga, el impacto de la cuchara sobre la tolva sacudió la estructura en sentido transversal. Durante la segunda, la cuchara se apoyó sobre la tolva mientras esta se encontraba llena. Segundos después, la estructura colapsó de manera repentina.

La investigación tuvo acceso a los informes efectuados por las empresas Ingeniería ITEP y KRK Latinoamericana SA, las cuales realizaron estudios en los que se analizó la estructura de la pasarela transportadora y las posibles causas de su falla estructural. Estas investigaciones determinaron lo siguiente:



- **Ingeniería ITEP:**

La estructura recibió un fuerte impacto como resultado del método de descarga de la grúa sobre la tolva, lo cual generó vibraciones/oscilaciones de toda la pasarela, que presentó grandes deformaciones tanto vertical como horizontalmente.

Frente a situaciones límites como esta, la capacidad resistente de la estructura se sobrepasa como mínimo en el orden de 2:1. A raíz de todo lo expuesto, se concluyó que el colapso fue inevitable, ya que fue sometida la estructura a un estado de carga que sobrepasó su capacidad resistente y generó tanto deformaciones plásticas como roturas en secciones críticas.

Se realizó un análisis dinámico conceptual para poder determinar los efectos del impacto excéntrico de una grampa cargada. Como resultado de estos estudios, se concluyó que dicho efecto prácticamente duplica los parámetros máximos establecidos en los reglamentos. La magnitud de los esfuerzos totales aplicados fue causante del colapso de la estructura.

- **KRK Latinoamericana SA:**

La tolva se encontraba completamente cargada y la cuchara, que también estaba colmada de material, se apoyó en ella y la impactó. La tolva y la galería no fueron diseñadas para el apoyo o descanso de la cuchara sobre ellas, aunque fuese sin impacto.



2. ANÁLISIS

2.1. Introducción

En esta sección se detallan los resultados de la evaluación por parte del equipo de investigación sobre los factores que pudieron influir en el colapso de la galería y su significación dentro del contexto operativo y organizacional.

Este análisis comprende tanto los aspectos técnicos sobre los que se fundó el diseño de la estructura como los aspectos operativos vinculados al proceso de descarga, e incluye los procedimientos y la capacitación del personal.

2.2. Aspectos técnicos-operativos

2.2.1. Distribución de la carga

La distribución de la carga dentro de la tolva forma parte de los factores considerados para determinar los diferentes esfuerzos que se produjeron y cuáles fueron sus efectos sobre la estructura.

En el diseño original del equipo involucrado en el suceso, que fue realizado por la empresa constructora KRK, se asumió la excentricidad cero para la carga en tolva. Debido a sus dimensiones (5,86 m) y las características de este suceso, resulta una hipótesis altamente probable que la cuchara no haya volcado la carga siempre en el centro, ya que es factible que se acumulara parte de ella en los laterales.

2.2.2. Cargas transversales

En el diseño original no se contemplaron las posibles cargas transversales accidentales, pese a que en las estructuras sobre rieles siempre se recomienda considerarlas. El mejor ejemplo de esto son las grúas pórtico de puerto, donde tanto las normas British Standard como las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) españolas indican tomar un 10 % de la carga vertical sobre cada columna de apoyo, como esfuerzo transversal para considerar el efecto de bamboleo.



Por este motivo, no alcanza solo con considerar el esfuerzo del viento (cargas generadas por acción del viento), sino que también hay que considerar las cargas transversales accidentales.

El [Reglamento CIRSOC 102](#) (2005) contempla diferentes coeficientes de exposición al viento de acuerdo a la ubicación y el tipo de construcción. Al respecto, indica lo siguiente: “Para cada dirección de viento considerada, se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura” (pág. 37). Además, el documento aclara que, para un sitio de emplazamiento ubicado en una zona de transición entre categorías, como lo puede ser una zona costera predominantemente abierta, debe aplicarse aquella que conduzca a las mayores fuerzas de viento.

El diseño original de la estructura involucrada en el suceso determinó como categoría de exposición a la categoría “C”. Según el Reglamento CIRSOC, esta categoría tiene las siguientes características: “Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas” (pág. 37). En este sentido, el diseño se encuentra en divergencia con la ubicación real de la estructura, la cual se encuentra a una distancia dentro del límite de 1600 m desde la costa, lo cual califica, según el reglamento, como categoría “D”, que se define de la siguiente manera:

Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600 m. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua. La exposición D se extiende tierra adentro desde la costa a una distancia de 500 m o 10 veces la altura del edificio o estructura, la que sea mayor (pág. 37-38).

2.2.3. Procedimiento de descarga

El equipo de investigación determinó —a través de entrevistas y pedidos de documentación a la terminal portuaria— que esta última no contaba, al momento del suceso, con procedimientos operativos estándar documentados en relación con el



proceso de descarga. La operación de descarga del buque era realizada por personas distintas, por lo que esta operatoria no se efectuaba constantemente de la misma forma. De acuerdo a lo averiguado, el personal que realizaba las descargas era citado por intermedio del Sindicato Unidos Portuarios Argentinos (SUPA) para operar las grúas que se encontraban físicamente en los buques.

Un procedimiento operativo estándar es un conjunto de instrucciones que describe todos los pasos y actividades relevantes de un proceso. Esto permite optimizar los recursos disponibles, tomar el control del proceso y facilitar la comprensión de la tarea. Además, es parte de la capacitación y entrenamiento del operador. Asimismo, identifica peligros para luego diseñar procedimientos anormales o de emergencia como respuesta a un evento no deseado.

2.2.4. Capacitación del personal

La investigación relevó información a través de entrevistas al personal que trabaja en el puerto. Sobre la base de lo expuesto en las entrevistas, se constató que el personal que realizaba las descargas, del Sindicato Unidos Portuarios Argentinos (SUPA) para operar las grúas no contaba con capacitaciones en el procedimiento de operación de descarga del material hacia las tolvas.



3. CONCLUSIONES

3.1. Conclusiones vinculadas a factores relacionados con el accidente

- Se identificó una operatoria de carga en la que se utilizó la estructura de la tolva como punto de apoyo de la cuchara cargada.
- La investigación no encontró evidencia de procedimientos documentados del proceso de descarga.
- La investigación no encontró evidencia de que el personal que realizaba la operación de carga y descarga contara con capacitación específica para la ejecución de estas tareas.

3.2. Conclusiones sobre otros factores de riesgo identificados por la investigación

- En el diseño original de la estructura involucrada en el suceso se determinó que la categoría de exposición al viento prevista fuera la “C”, de acuerdo con el Reglamento CIRSOC. No obstante, el reglamento mencionado refiere a la categoría “D”, aplicable para vientos que soplan en la dirección o desde el mar. Al adoptar este criterio, se cubriría el riesgo de no poder asegurar la prevalencia de una única dirección del viento dada la ubicación de las estructuras.
- En el diseño original no se contemplaron las posibles cargas transversales no deseadas. Las normas British Standard y las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) españolas indican tomar un 10 % de la carga vertical sobre cada columna de apoyo, como esfuerzo transversal para considerar el efecto de bamboleo.



4. ACCIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Destinatario: Pier Doce

ASO MM-0001-23

- Prever un factor de distribución de cargas transversales en la estructura para la realización de futuros proyectos, el cual deberá estar acorde con las normas British Standard o las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) españolas.

ASO MM-0001-23

- Aplicar al diseño de la estructura para la realización de futuros proyectos el tipo de exposición correspondiente a la categoría “D” del Reglamento CIRSOC.

5. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL

Destinatario: Pier Doce

RSO-MM-0018-23:

- Diseñar procedimientos operativos estándar para las operaciones normales y anormales o de emergencia en referencia con la carga y descarga de materiales transportados.

RSO-MM-0019-23:

- Implementar un programa de capacitación y entrenamiento destinado al personal involucrado en el proceso de carga y descarga, que contemple los procedimientos operativos estándar para las operaciones normales y anormales o de emergencia.



6. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Entrevistas
 - Las entrevistas fueron realizadas el 14 de septiembre de 2021. Se entrevistó a personal jerárquico del Consorcio de Gestión de Puerto Quequén y a personal operativo y administrativo de Pier Doce.
- Informes recibidos
 - Servicio Meteorológico Nacional (09/02/2022).
 - Pier Doce SA (02/11/2021).
 - Prefectura Naval Argentina (23/09/2021).
 - KRK Latinoamérica S.A. (02/11/2021).
- Páginas webs consultadas:
 - <https://www.pier12group.com>
 - <https://www.smn.gob.ar>
 - <https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval>
 - <https://www.puertoquequen.com/>
 - <https://itep.com.ar/>
- Visitas al lugar del Accidente
 - Relevamiento de campo en Puerto Quequén, efectuado el viernes 02 de septiembre de 2021.