



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES,
MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

COMISIÓN PERMANENTE DE
INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
E INCIDENTES MARÍTIMOS

INFORME CIAIM-13/2020

Vuelco del pesquero SILVOSA dentro del puerto de Malpica de Bergantiños
(A Coruña), el 20 de diciembre de 2018

ADVERTENCIA

Este informe ha sido elaborado por la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), regulada por el artículo 265 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, y por el Real Decreto 800/2011, de 10 de junio.

El objetivo de la CIAIM al investigar los accidentes e incidentes marítimos es obtener conclusiones y enseñanzas que permitan reducir el riesgo de accidentes marítimos futuros, contribuyendo así a la mejora de la seguridad marítima y la prevención de la contaminación por los buques. Para ello, la CIAIM realiza en cada caso una investigación técnica en la que trata de establecer las causas y circunstancias que directa o indirectamente hayan podido influir en el accidente o incidente y, en su caso, efectúa las recomendaciones de seguridad pertinentes.

La elaboración del presente informe técnico no prejuzga en ningún caso la decisión que pueda recaer en vía judicial, ni persigue la evaluación de responsabilidades, ni la determinación de culpabilidades.



Figura 1. Embarcación SILVOSA



Figura 2. Lugar del accidente

1. SÍNTESIS

Alrededor de las 04.30 horas (hora local) del día 20 de diciembre de 2018, la embarcación de pesca (E/P) SILVOSA, con cuatro tripulantes a bordo, cuando realizaba la maniobra de salida para salir a faenar, se atraviesa dentro del canal de entrada y salida de la dársena interior del puerto de Malpica de Bergantiños, quedando atrapada en el mismo y volcando posteriormente hasta quedar quilla al sol. Los tres marineros que estaban en la cubierta logran por sus propios medios salir de la embarcación, y trepar por las defensas del muelle hasta conseguir salvarse, pero el patrón queda atrapado dentro del puente de gobierno y fallece.

1.1. Investigación

La CIAIM recibió la notificación del suceso el día 21 de diciembre 2018. El mismo día el suceso fue calificado provisionalmente como "accidente muy grave" y se acordó la apertura de una investigación. El pleno de la CIAIM ratificó la calificación del suceso y la apertura de la investigación de seguridad. El presente informe fue revisado por el pleno de la CIAIM en su reunión de 15 de octubre de 2020 y, tras su posterior aprobación, fue publicado en diciembre de 2020.

2. DATOS OBJETIVOS

DATOS DEL BUQUE / EMBARCACIÓN	
Nombre SILVOSA	
Pabellón / registro	España / Ferrol
Identificación	Matrícula 3ª-FE-4-1-93 NIB 38178
Tipo	Embarcación de pesca local
Características principales	Eslora total: 12,45 m Eslora (L): 9,96 m Manga: 3,32 m Arqueo bruto: 6,63 GT Material de casco: madera Propulsión: motor diésel CUMMINS modelo 4B 3.9-M, de 50 CV
Propiedad y gestión	La embarcación era propiedad de una persona física.
Sociedad de clasificación No	clasificada
Pormenores de construcción	Construida el año 1993 por Astilleros Ramón Bedoya Vázquez en Pontedeume (A Coruña)
Dotación mínima de seguridad	3 tripulantes: 1 patrón-mecánico y 2 marineros
PORMENORES DEL VIAJE	
Puertos de salida / llegada	Salida de Malpica de Bergantiños y llegada prevista al mismo puerto
Tipo de viaje	Pesca local con artes menores de enmalle
Información relativa a la carga	Sin capturas, con artes de pesca.
Dotación	Cuatro tripulantes: patrón-mecánico y tres marineros, con las titulaciones y certificados de especialidad marítima en vigor. Un tripulante (2º patrón) que figuraba en el despacho no estaba a bordo
Documentación	El pesquero estaba correctamente despachado con 5 tripulantes y disponía de los certificados exigibles en vigor.
INFORMACIÓN RELATIVA AL SUCESO	
Tipo de suceso	Vuelco
Fecha y hora	20 de diciembre de 2018, 04:30 hora local
Localización	43° 19' 24,4''N, 08° 48' 30,3''O
Operaciones del buque	Saliendo de puerto para ir a faenar
Lugar a bordo	Zona de proa y de popa de la embarcación
Daños sufridos en el buque	Daños estructurales e inundación.
Fallecidos / desaparecidos / heridos a bordo	1 fallecido (el patrón)
Contaminación	No se detectó
Otros daños externos al buque	No
Otros daños personales	No
CONDICIONES MARÍTIMAS Y METEOROLÓGICAS	
Viento	Interior dársena: sin viento. Mar abierta: Viento del SW de 19 nudos, fuerza 5
Estado de la mar	Interior dársena: sin oleaje. Mar abierta: Marejada
Visibilidad Buena	
INTERVENCIÓN DE AUTORIDADES EN TIERRA Y REACCIÓN DE SERVICIOS DE EMERGENCIA	
Organismos intervinientes	Autoridad Portuaria, SASEMAR, Guardia Civil, Protección Civil, 061 (urgencias sanitarias)
Medios utilizados	Embarcación de salvamento (E/S) SALVAMAR BETELGEUSE, diversos medios terrestres, buzos de una empresa de trabajos submarinos de la zona.
Rapidez de la intervención	Inmediata
Medidas adoptadas	Movilización de medios.
Resultados obtenidos	Reflotamiento de la embarcación. Recuperación del cuerpo del fallecido.

3. DESCRIPCIÓN DETALLADA

El relato de los acontecimientos se ha realizado a partir de los datos, declaraciones e informes disponibles. Las horas referidas son locales.



Figura 3. Zona del accidente. Vista aérea del puerto de Malpica de Bergantiños

Alrededor de las cuatro de la madrugada del día 20 de diciembre de 2018, los pesqueros NITO, PILLO, PLAYA DE LIRA y SILVOSA se preparaban para salir a faenar. Estas embarcaciones, todas de pesca de bajura, se encontraban amarradas, como es habitual, en el interior de la dársena del puerto de Malpica de Bergantiños.

Cuando se abrieron las compuertas de la dársena, la primera embarcación en salir fue la NITO, que estaba colocada más próxima a éstas y ya estaba enfilada con el canal de salida. La PLAYA DE LIRA y la PILLO todavía no habían terminado de prepararse para la faena y se encontraban aún amarradas cuando la embarcación SILVOSA arrancó dirigiéndose al canal de salida.

El rumbo que siguió la SILVOSA la llevó a sortear a las embarcaciones amarradas y a dirigirse hacia la compuerta aproximándose a ella lateralmente en dirección perpendicular al canal (ver Figura 4). Según declaraciones, dentro de la dársena interior, cuando la compuerta está abierta, se forma un remolino con la corriente de agua entrante en las proximidades del extremo oeste de la compuerta. Este remolino afectó a la embarcación SILVOSA durante su maniobra de salida.

El efecto combinado de la corriente de agua y el remolino provocó que la embarcación colisionara con su proa contra el muelle Este, justo debajo de donde se encuentra la caseta de control de apertura de la compuerta, quedando así de costado al canal. Debido a las dimensiones de la embarcación, cuya eslora es superior a la anchura del canal, ésta se quedó encajonada entre la esquina noroeste del canal y el muelle Este, cuando cambió el sentido de la corriente (ver Figura 5).

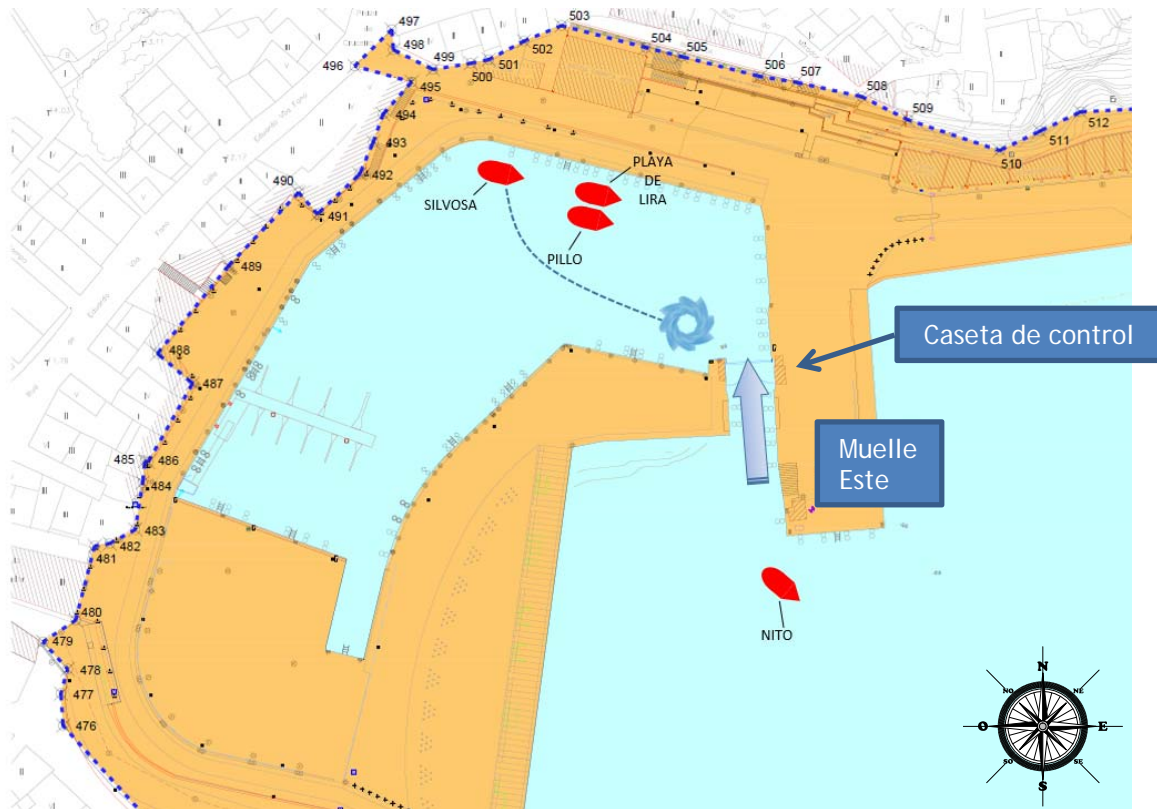


Figura 4. Salida de los pesqueros de la dársena interior



Figura 5. Posición final del SILVOSA

Estando la embarcación encajada no obstruyendo el canal de salida, los marineros consiguieron acceder a tierra subiendo desde la embarcación al muelle por las defensas de éste, mientras que el patrón permaneció en la caseta de mando, tratando de librar la embarcación de su atrapamiento.

La presión ejercida por la corriente de agua sobre la obra viva de la embarcación, al encontrarse ésta atravesada en el canal, provocó el vuelco de la embarcación por el costado de babor. Esta escoró alrededor de un eje virtual formado por los puntos de contacto de la proa y de la popa con las paredes del canal. El patrón de la embarcación no consiguió salir de la caseta de gobierno a tiempo y quedó atrapado, falleciendo por ahogamiento al hacerse imposible un rescate inmediato.

A continuación, se resumen los principales acontecimientos de las operaciones de rescate.

A las 4:44 horas, el servicio 112 de emergencias avisa a Salvamento Marítimo, a Protección Civil y al alcalde de Malpica.

A las 4:49 horas, Salvamento Marítimo moviliza a la E/S SALVAMAR BETELGEUSE, con base en A Coruña.

A las 4:51 horas, la Central Operativa de Servicios de la Guardia Civil confirma que no tienen ninguna embarcación en la zona pero que se dirige hacia allá una patrulla por tierra.

A las 5:20 horas, Protección Civil confirma que se ha recuperado el cuerpo del patrón que se encontraba a bordo y que aparentemente ha fallecido.

A las 5:44 horas, el servicio 061 de urgencias sanitarias confirma el fallecimiento del patrón.

A las 6:04 horas, la E/S SALVAMAR BETELGEUSE está entrando en el puerto de Malpica de Bergantiños.

A las 8:30 horas, la E/S SALVAMAR BETELGEUSE informa de que la embarcación SILVOSA ha sido reflotada.

A las 11:15 horas, la embarcación SILVOSA es puesta en seco en el puerto de Malpica. No se observa contaminación por hidrocarburos en la dársena.

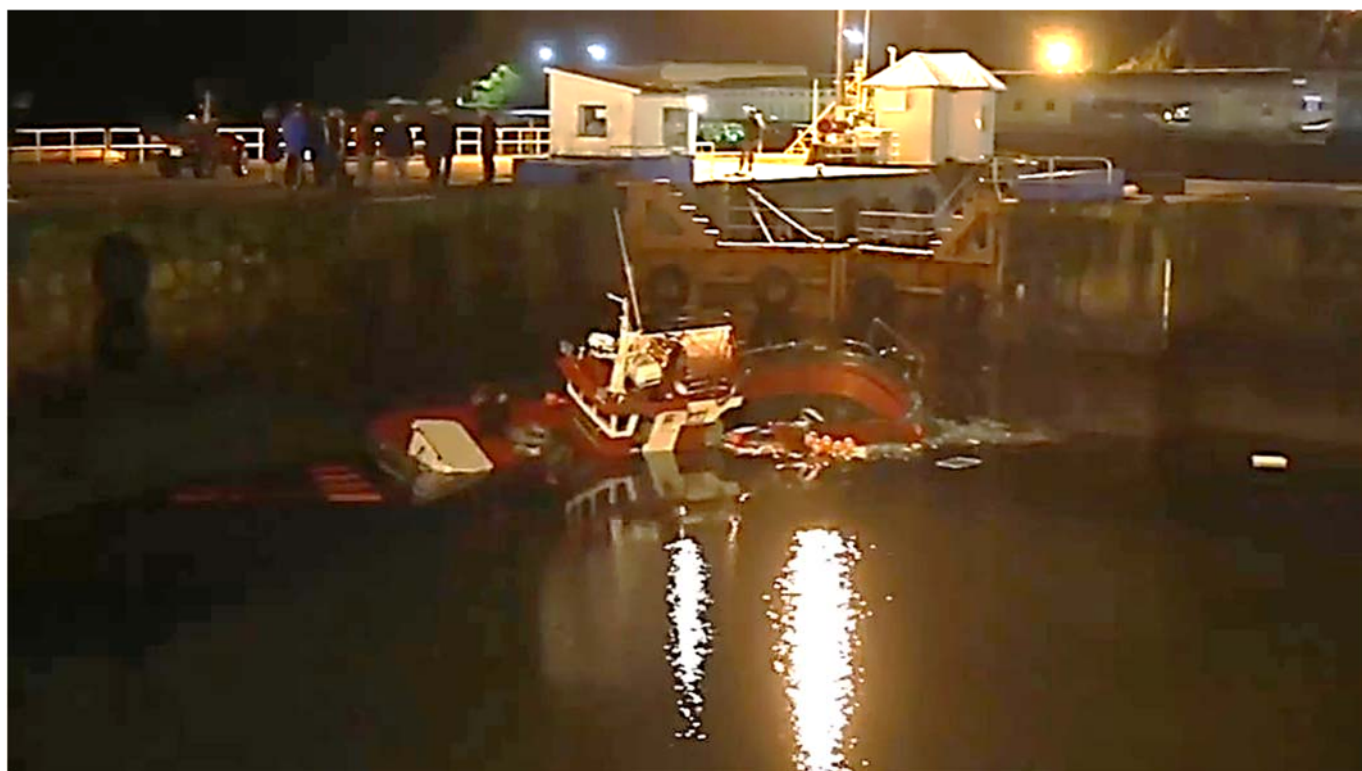


Figura 6. Embarcación SILVOSA tras el accidente (fuente: La Voz de Galicia)

4. ANÁLISIS

4.1. Particularidades del puerto de Malpica de Bergantiños

El puerto de Malpica de Bergantiños se encuentra situado en el municipio del mismo nombre, al oeste de la provincia de A Coruña. Su gestión y mantenimiento corresponde al Ente Público Portos de Galicia. El régimen jurídico de estos puertos en Galicia viene recogido en la Ley 6/2017, de 12 de diciembre, de puertos de Galicia.

La pesca de bajura en la localidad hace uso de la dársena interior para el amarre de las embarcaciones. La dársena dispone de una compuerta, que protege a las embarcaciones de los embates de la mar.



Figura 7. Dársena interior (izquierda) y compuerta (derecha)

Con mal tiempo, especialmente entre los meses de noviembre y febrero, se producen frecuentemente oscilaciones del nivel del agua en el exterior de la dársena interior. Allí está instalada la compuerta de doble hoja que, cuando está cerrada, atenúa las subidas y bajadas del nivel del agua, y mantiene en razonable estado de seguridad las embarcaciones amarradas en la dársena interior.

La compuerta está operada por un empleado del ente público Portos de Galicia, y durante el invierno no está abierta salvo que se vayan a realizar operaciones de entrada o salida de la dársena interior. Normalmente, en el interior de esta dársena amarran embarcaciones de artes menores, que salen y regresan de faenar todas juntas en función del arte al que se dediquen. Tras la salida o la entrada de estas embarcaciones, la compuerta se vuelve a cerrar.

En los momentos en los que la compuerta está abierta, el oleaje se propaga al interior de la dársena interior y se llena de agua. Posteriormente, se produce el efecto contrario, esto es, al llegar el valle de la ola, se produce un vaciado del exceso de agua que ahora está dentro de la dársena a través del mismo canal. Asimismo, la energía del oleaje que entra dentro de la dársena interior se refleja en sus muros verticales favoreciendo la creación de corrientes y remolinos en el interior de la dársena, que son de mayor intensidad conforme disminuye la sección de paso del agua, esto es, en el interior del canal de entrada y salida y en las proximidades del mismo.

De este modo, dentro del canal, estando la compuerta abierta, existen fuertes corrientes de agua en la dirección del canal que alternan su sentido, sin llegar a establecerse una situación de equilibrio hasta que se vuelve a cerrar la compuerta. La velocidad del agua dentro de este canal dificulta enormemente a cualquier embarcación que transite por él realizar cualquier tipo de maniobra.

Para poder entrar a la dársena, las embarcaciones tienen que esperar fuera a que se produzca el llenado de la misma, y entrar arrastradas por la corriente. Y para salir, tienen que esperar dentro, en fila, a que se produzca el efecto contrario.

En las proximidades de la compuerta, por el interior de la dársena, se llegan a producir remolinos debido a estas fuertes corrientes, y no es seguro para ninguna embarcación aproximarse de ningún modo que no sea en paralelo al canal.

En la secuencia de imágenes de la Figura 8 se puede observar la magnitud del efecto descrito anteriormente. La embarcación solamente tarda tres segundos en cruzar el canal completamente. Durante la entrada, las embarcaciones tienen que dar atrás rápidamente en el canal con objeto de no colisionar con el muelle al terminar de entrar.

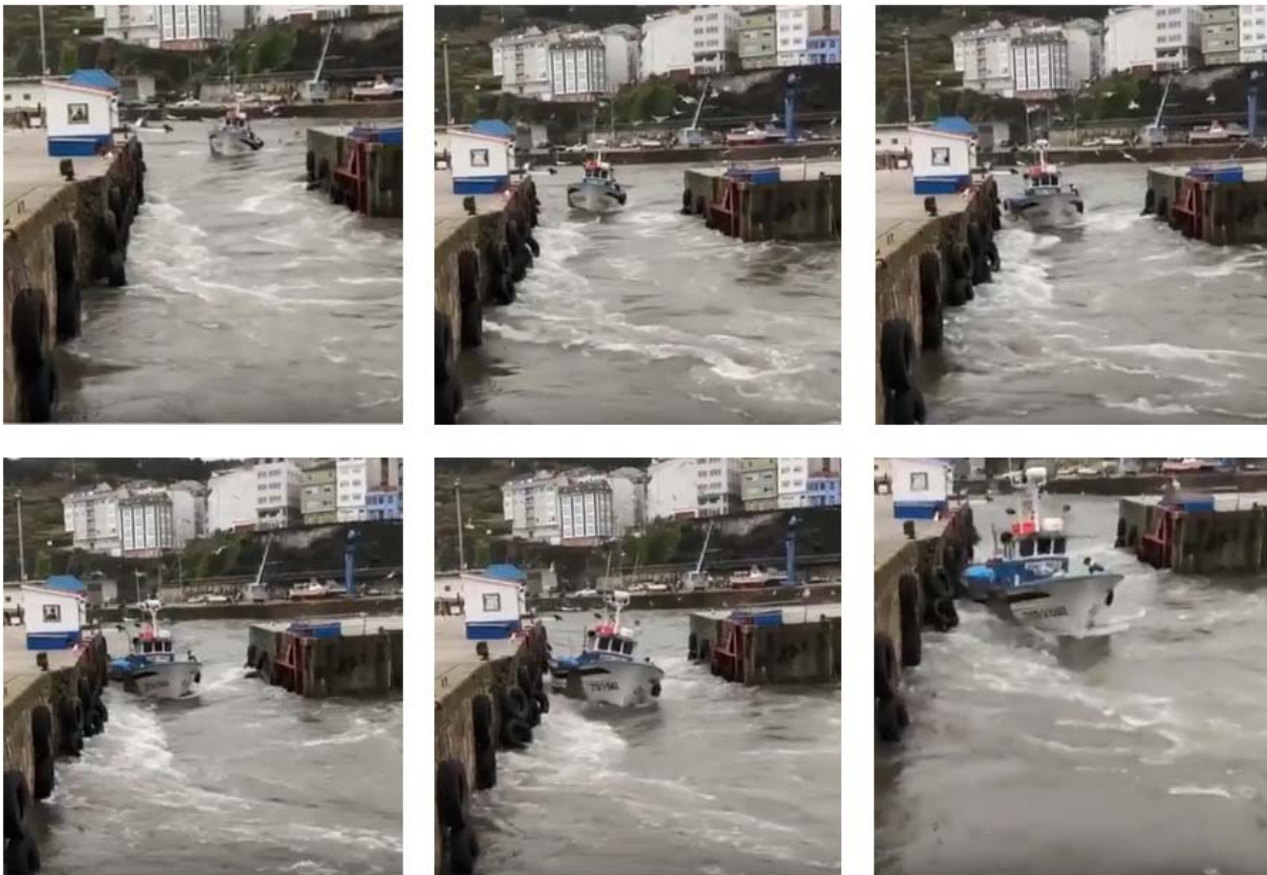


Figura 8. Embarcación cruzando el canal hacia la dársena interior (fuente: youtube)

4.2. Construcción del puerto

La construcción del puerto de Malpica de Bergantiños data de 1868, pero posteriormente se han realizado numerosas remodelaciones. El actual dique de abrigo fue construido en 1929 y posteriormente se le añadió una prolongación en 1983. En cuanto a la dársena interior, su remodelación comienza en 1945 cuando se construye una rampa varadero. En 1948 se la dota de protección con la construcción de una escollera. En 1955, se suma el muelle interior y el acceso a la dársena, a la que se dota de compuerta en 1969. En 1971 se construye el muelle norte adosado al dique, y en 1973 se construye el enlace entre los muelles norte y sur y en 1974 se remodela la rampa de la dársena interior, que posteriormente se amplía en 1992. En 2006, una remodelación general de espacios en el puerto, rellena la rampa de varada para convertirla en una explanada para el mantenimiento de embarcaciones. Al desaparecer la rampa, se instala una grúa tipo *travel-lift*, y se construye una nueva rampa para varada de embarcaciones fuera de la dársena interior. Desde este año, al final de la dársena interior en lugar de existir una rampa de varada para las embarcaciones, existe un muro vertical. De este modo, se ha podido aprovechar el espacio para instalar un pantalán que aumenta en número de amarres dentro de la dársena interior.

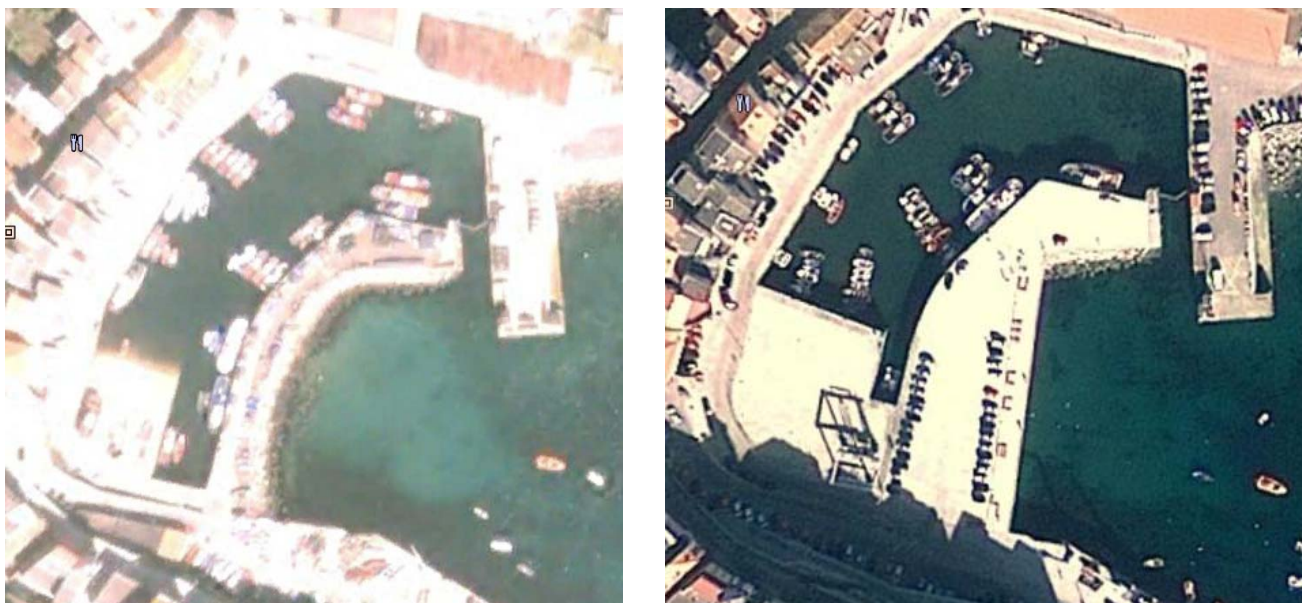


Figura 9. Dársena interior, en 2003 (izquierda) y en 2009 (derecha)

La retirada de esta rampa de varada, así como la ampliación del muelle sur, crea muros verticales donde antes había una rampa y una escollera, respectivamente. La sustitución de rampas y escolleras por muros verticales origina reflexiones de olas en puntos donde antes se disipaba su energía.



Figura 10. Imagen panorámica antigua que muestra la dársena interior con la rampa de varada

No se tiene constancia de que, para la ejecución de estas obras, se hayan realizado estudios específicos, por parte de organismos técnicos competentes, sobre el oleaje en el interior del puerto de Malpica. A este respecto, se ha consultado al Centro de Estudios de Puertos y Costas, del Centro de Estudios de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX-CEPYC)¹, no existiendo en sus bases de datos ningún estudio específico sobre los fenómenos puestos de manifiesto en este informe.

4.3. Corrientes dentro del canal y momento escorante

Una vez encajada en el canal de acceso a la dársena interior, la embarcación escoró a babor y terminó volcando debido al momento escorante inducido por la fuerza hidrodinámica de la corriente de agua saliente sobre la carena y por las fuerzas de reacción del muelle en los puntos de contacto con la embarcación.

A continuación, se presenta una estimación del orden de magnitud de dicho momento escorante.

El canal de acceso tiene una longitud de 15,5 metros y una anchura de 9,15m. A las cuatro de la madrugada del 20 de diciembre de 2018, la altura de marea era de 0,75m sobre la altura mínima de -2,1m, lo que supone una columna de agua de 2,85m en el canal de acceso, dando como resultado una sección transversal del canal de acceso de 26,08m². Al quedarse el barco cruzado en el canal de la compuerta, la corriente de agua que pasa por el canal ve reducida la sección por la que circula. El SILVOSA tenía un calado de 0,93m, por lo que la sección transversal efectiva se redujo a 17,57m².

¹ El CEDEX-CEPYC es un centro de investigación de primer orden a nivel mundial en el ámbito de las obras marítimas (http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEPYC/), adscrito al Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana, y al Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico.

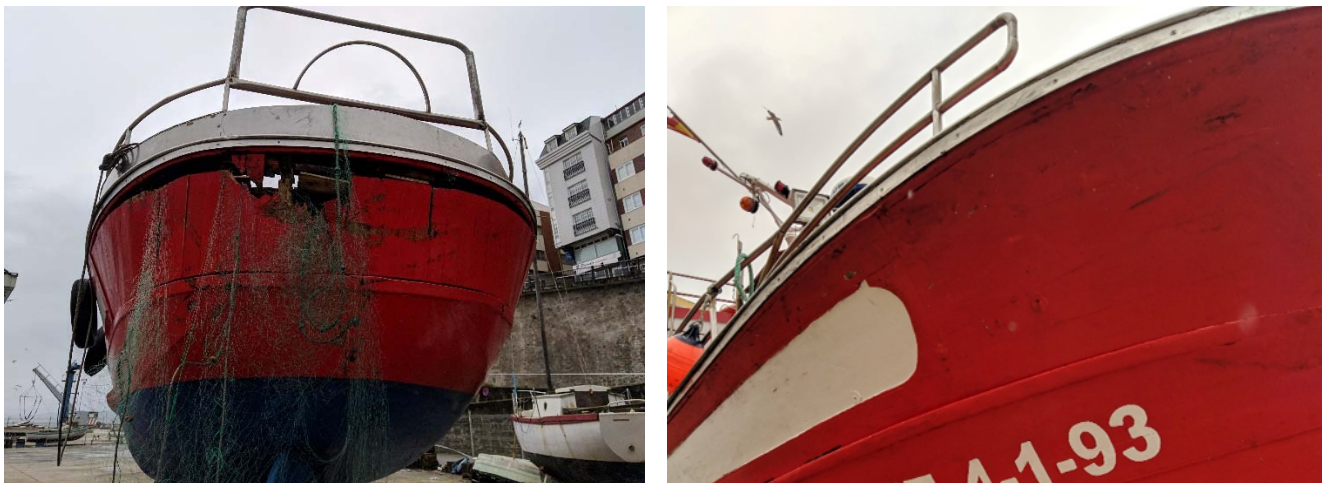


Figura 11. Puntos de contacto con el muelle

La fuerza ejercida por el flujo de agua sobre la carena se puede estimar en primera aproximación mediante la siguiente expresión, obtenida multiplicando por S la ecuación de Bernoulli:

$$F7 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S$$

siendo v la velocidad de salida del agua y S el área de la sección longitudinal de la carena proyectada sobre la sección transversal del canal ($=9,15 \times 0,93 = 8,51\text{m}^2$). El momento escorante inicial ejercido sobre el barco es igual al producto de esta fuerza por la distancia desde el centro de presiones (que en este cálculo aproximado puede suponerse situado a mitad de la eslora y a mitad del calado), al eje que une los puntos de contacto con el muelle (ver Figura 12). Esta distancia se ha calculado en 1,5m, con lo que, sustituyendo todos los valores conocidos, resulta la siguiente expresión para el momento escorante, en toneladas por metro:

$$M (t \cdot m) = 1,47 \cdot v(m/s)^2$$

donde v es la velocidad del agua que cruza el canal, en metros por segundo. Resulta una expresión donde el momento escorante crece exponencialmente con la velocidad con la que el agua circula por el canal de acceso.

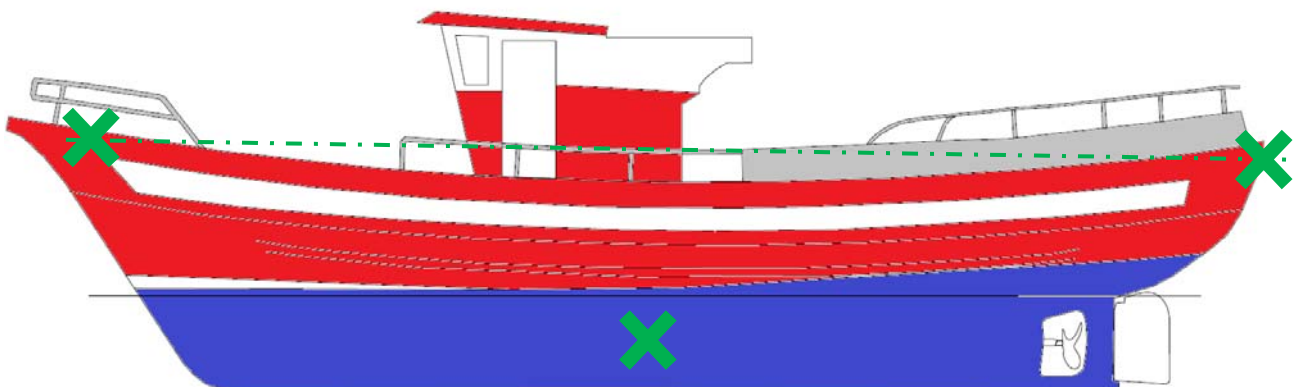


Figura 12. Alzado del SILVOSA. Se han marcado los puntos aproximados de contacto con el muelle, el eje que los une y el centro de presiones de la fuerza hidrodinámica ejercida por el agua saliendo por el canal.

No se ha podido determinar con certeza qué velocidad tenía el agua en el canal de acceso. En los estudios realizados por el ente público Portos de Galicia (ver apartado 4.7) se midieron corrientes de 1,5m/s en las cercanías de la puerta de cierre de la dársena interior. Por otro lado, en las imágenes y vídeos disponibles en internet, se aprecian corrientes que parecen superar dicha velocidad dentro del canal.

El momento escorante inicial habría alcanzado, únicamente por el efecto de la presión de la corriente de agua, un valor de varias toneladas por metro. Dado que la embarcación tenía un desplazamiento inferior a 20t, ese momento escorante fue más que suficiente para escorarla, inundando el trancañil y provocando rápidamente el vuelco a babor de la embarcación.

4.4. El patrón

El patrón de la embarcación SILVOSA era un marino con experiencia en el puerto de Malpica de Bergantiños; según otros pescadores del puerto, llevaba toda la vida trabajando en pesqueros de ese puerto.

De acuerdo con los registros disponibles, el patrón llevaba enrolado en el SILVOSA desde el 2 de enero de 2018. Previamente, había ejercido de segundo patrón y de patrón al mando en otra embarcación de bajura de Malpica de Bergantiños, el AR Y JO, desde el 30/11/2001. En total, contaba con 5599 días enrolado desde esa fecha hasta el día del accidente.

Las titulaciones y certificados del patrón en vigor en la fecha del accidente son las de la siguiente tabla:

Titulación / Certificado de especialidad marítima	Fecha de expedición	Caducidad de la tarjeta
Operador restringido sistema mundial de socorro y seguridad marítima (SMSSM)	01/06/2008 26/0	9/2023
Formación básica en seguridad	03/12/2009	14/12/2021
Básico lucha contra incendios	14/11/2006	-
Básico supervivencia en la mar	06/05/1998	-
Mecánico de litoral	19/01/1995	13/11/2020
Marinero pescador	03/12/2009	13/11/2020
Patrón 2ª pesca litoral	26/07/2005	13/11/2020
Patrón de pesca local	14/09/1994	13/11/2020

Hay que concluir que el patrón tenía la formación y la experiencia necesarias para gobernar la embarcación con seguridad. También se concluye que el patrón era buen conocedor de la operativa particular de entrada y salida de la dársena interior con mal tiempo en invierno, así como de sus riesgos asociados.

4.5. Oleaje y corrientes en el canal de acceso a la dársena interior

En condiciones de mal tiempo durante el invierno, es posible apreciar visualmente cómo algunos trenes de olas, especialmente olas de gran longitud y período, se propagan con facilidad desde la bocana hacia el interior del puerto. Son estos trenes de olas que se propagan al interior del puerto los que parecen causar las elevaciones y depresiones en el nivel en la compuerta, que dan lugar a las elevadas corrientes en el canal de acceso.

En las figuras de este apartado se muestran fotos del oleaje en el puerto de Malpica de Bergantiños, tomadas por un investigador de la CIAIM que acudió a la zona el día del accidente.





Figura 13. Fotos en secuencia de una misma ola incidiendo en el rompeolas de Malpica el 20/12/2018



Figura 14. Progresión de olaje difractado hacia el interior del puerto el 20/12/2018



Figura 15. Reflexión de olas en el interior del puerto de Malpica, frente a la entrada de la dársena interior, en una zona en la que no hay escollera, el 20/12/2018

La variación de nivel del mar que se puede observar junto a la compuerta de la dársena se debe al oleaje de fondo que se propaga desde la bocana hasta el interior del puerto, propagación favorecida principalmente por los fenómenos de difracción en la punta del dique de abrigo, y reflexión en los diversos diques del puerto, especialmente en los muelles que no disponen de escolleras.

Entre las declaraciones recabadas por la CIAIM, se ha manifestado que, cuando en la dársena interior estaba instalada la rampa de varada, las condiciones existentes eran más favorables. Esto concuerda con el hecho de que la energía transmitida por reflexión en una rampa de poca pendiente es mucho menor que en un muro vertical plano como el que existe actualmente. Según la teoría de propagación de olas, las superficies verticales provocan la reflexión, o cambio en la dirección de propagación del oleaje manteniendo su energía. Las escolleras se consideran amortiguadores que disipan gran parte de la energía transportada por la ola, del mismo modo que las rampas con poca inclinación como la rampa de varada se pueden considerar análogas a la disminución suave de profundidad del fondo marino que provoca una rotura suave de la ola disipando su energía.

4.6. Autopsia

La autopsia realizada al patrón confirma la hipótesis del fallecimiento por ahogamiento y descarta cualquier merma de capacidades psicomotoras por influencia toxicológica.

4.7. Medidas tomadas por Portos de Galicia

En el momento de aprobarse este informe, Portos de Galicia había tomado las siguientes medidas para tratar de mejorar la seguridad de la dársena:

- a) Análisis de los estudios existentes en relación con el abrigo del puerto. Los estudios más recientes datan de 2005 y 2007. De acuerdo con Portos de Galicia, en dichos estudios se evaluaron varias alternativas para la mejora de la operatividad del puerto, concluyendo en la redacción del proyecto y ejecución de las obras del actual martillo (2008-2009). En estos estudios no se identificó la problemática de la dársena interior.
- b) A partir de enero del 2019, en coordinación con la cofradía de pescadores los técnicos de Portos de Galicia realizaron diversas visitas al puerto aprovechando los días de temporal para observar el comportamiento de la compuerta. De la información disponible y de la recogida en estas visitas, Portos de Galicia concluyó que la causa que provoca esta situación de intensas corrientes en la entrada a la dársena interior podría deberse a una situación generalizada de afección al puerto por parte de ondas largas liberadas durante los temporales.

A la vista de lo anterior se han acometido las siguientes iniciativas:

1. Realización del estudio teórico "Análisis preliminar del efecto de las ondas largas en la dársena interior del puerto de Malpica (HIDTMA, Septiembre de 2019)". El resumen ejecutivo del estudio teórico recoge las siguientes conclusiones:
 - o El puerto de Malpica tiene unas condiciones naturales de resonancia con un período propio situado entre 190s y 210s, estando su período de pico en el entorno de los 200s. Este rango de períodos coincide con el de las ondas largas incidentes durante los temporales en este sector de la costa gallega.
 - o Las amplificaciones que la resonancia produce en la onda incidente son muy elevadas, llegando hasta un factor de 23. De esta forma, la apertura de la compuerta hace que el desnivel del agua entre la dársena exterior e interior tienda a compensarse, generando corrientes muy intensas en el canal que las comunica.
2. Instrumentación para la toma de datos marítimos y análisis dentro del puerto de Malpica (Aquatica, abril 2020), donde mediante la instalación de una serie de sensores de presión y dispositivos *doppler* se llevó a cabo una campaña de dos meses para realizar mediciones reales de las ondas, sus amplificaciones y las corrientes generadas.
3. Licitación del estudio y proyecto "Mejora de las condiciones de operatividad de la dársena interior del puerto de Malpica" (julio 2020). Este proyecto prevé una instrumentación más completa y proponer y definir la solución que permita reducir la intensidad de estas corrientes mejorando las condiciones de operatividad de la dársena interior y su acceso.
4. Paralelamente a lo anterior, a través de Meteogalicia se ha incluido en el proyecto "MarRisk" (proyecto general financiado con fondos Feder Interreg) un estudio para análisis de las ondas largas en el puerto de Malpica. En concreto, se pondrá en marcha un sistema de alerta temprana en el puerto, que tomando en

cuenta los pronósticos de ondas en el exterior, sea capaz de pronosticar la probabilidad de que se produzcan fenómenos de resonancia en el interior del puerto. El objetivo final es llegar a tener un pronóstico simple sobre la probabilidad de que ocurra ese fenómeno en las 72 horas siguientes. Este proyecto se encuentra en su fase inicial de desarrollo.

4.7.1. Medidas propuestas por la CIAIM y valoradas por Portos de Galicia

En el momento de aprobarse este informe, la redacción del proyecto constructivo que resulta de los estudios realizados por Portos de Galicia se encuentra en fase de licitación, estimando que el plazo razonable para la finalización de los estudios y la ejecución de las obras resultantes no es inferior a dos años.

La CIAIM propuso a Portos de Galicia una serie de medidas provisionales o complementarias para reducir el riesgo en el canal de acceso en tanto no finalicen estos estudios y obras. La valoración de Portos de Galicia sobre esta propuesta se incluye a continuación:

- Limitación de la apertura de la compuerta a las condiciones límite de mar en las cuales se pueda entrar y salir con seguridad: Tanto la Capitanía Marítima en A Coruña como la Cofradía de Pescadores de Malpica consideran inviable en la práctica establecer limitaciones al uso de la compuerta, tanto por motivos de mantenimiento de la actividad pesquera, como por la dificultad de establecer dichas condiciones límite. Considerando, además, que es función de los patronos valorar la dificultad de las condiciones en el canal de acceso a la dársena, resulta preferible dar unas recomendaciones a la flota pesquera en función de la previsión meteorológica que se establezca, en lugar de prohibir el uso de la compuerta.
- Instalación de un medio alternativo de cierre rápido y de emergencia del canal: No se han encontrado sistemas eficaces y proporcionados que permitieran cerrar el canal más rápido de lo que lo hacen las compuertas actuales. Cualquier solución en este sentido supondría un elevado coste y un plazo de estudio y ejecución en todo caso no inferior a un año, que se considera inviable para una solución provisional.
- Mejora de la visibilidad del canal desde el interior de la caseta: Tras comprobar la visibilidad desde el puesto de operación de la compuerta, no parece que cualquier actuación en este sentido suponga una mejora sustancial de la seguridad, estimando que la visibilidad del canal y sus aproximaciones desde los ventanales de la caseta de control es suficiente.

4.8. Informe de condiciones de clima marítimo elaborado por el CEDEX-CEPYC

Para el apoyo a la investigación, la CIAIM encargó al CEDEX-CEPYC un informe sobre las condiciones oceanográficas y meteorológicas ocurridas en el transcurso del accidente. El CEDEX-CEPYC realizó un análisis de los datos de oleaje y viento disponibles, así como simulaciones de ondas cortas y corrientes en el entorno horario del accidente.

Las conclusiones principales del informe se transcriben a continuación:

- o Dadas las características de los oleajes de la zona de estudio, con formación de grupos de olas que transportan energía de infragravedad asociada a las ondas largas, de la forma tan regular del puerto, particularmente de su dársena interior, y el hecho de que los problemas se concentren en los meses de noviembre a febrero, en los que la compuerta permanece cerrada prácticamente toda la jornada, puede considerarse que, con gran probabilidad, la pérdida de gobierno y el vuelco del pesquero SILVOSA en la dársena interior del puerto de Malpica estuvo relacionada con la presencia de energía de infragravedad que transportan los grupos de olas particularmente en épocas de temporal.
- o El análisis de onda larga realizado para el nivel de mar correspondiente al entorno temporal en que se produjo el vuelco muestra que los modos de oscilación del puerto se localizan en el rango de los 140s, 200s y 275s. El primero, que se produce entre el fondo de la dársena y la bocana del puerto exterior, define un movimiento periódico de 3L/4 (2do armónico longitudinal) entre el martillo del dique de abrigo y Punta de Plancha. Los nodos de oscilación se sitúan en la bocana del puerto exterior y el canal de acceso a la dársena interior. El modo fundamental de oscilación del Puerto, asociado a un movimiento de 1L/4, se produce a los 200s y se localiza en la misma zona que el modo de oscilación anterior manteniéndose el nodo de la oscilación en la bocana de la dársena exterior. La otra frecuencia detectada, de 275s, reproduce una oscilación de L/2 con antinodos localizados en los muelles de la dársena interior y el tramo de costa de Punta Muxeira enfrenteado al dique exterior.
- o Problemas asociados a oscilaciones periódicas en la dársena interior asociadas a periodos menores, propios de un oleaje totalmente desarrollado, se han detectado a los 30s con desplazamientos verticales máximos en los muelles norte y sur enfrenteados y el nodo de amplitud situado en el centro de la dársena (1er armónico transversal). Para identificar en profundidad este problema sería necesario disponer de datos

simultáneos de oleaje en el exterior del puerto y ondas largas en el interior que permitan establecer unas funciones de transferencia, o relaciones entre ambos, que aplicadas a las predicciones de oleaje permitirían establecer protocolos de alerta y actuar en consecuencia.

5. CONCLUSIONES

La embarcación SILVOSA volcó en la dársena interior del puerto de Malpica de Bergantiños por las siguientes causas:

- Las condiciones de oleaje y corrientes generadas en el fondo del puerto y en el canal de acceso a la dársena interior suponían riesgo para la navegación por el canal.
- El patrón del SILVOSA se apartó del procedimiento habitual de salida de la dársena, que habría consistido en acercarse a la salida en una trayectoria paralela al canal, y se acercó demasiado a la zona de la dársena más afectada por corrientes y remolinos junto al canal.
- La eslora de la embarcación era superior a la anchura del canal, por lo que la embarcación quedó encajada y a merced de la fuerte corriente, que la hizo volcar.

A las causas descritas contribuyeron los factores siguientes:

- El puerto ve comprometida su seguridad en determinadas condiciones. En el entorno del canal de acceso a la dársena interior se dan unas condiciones de oleaje y corrientes que suponen un riesgo no despreciable para los pesqueros que entran y salen de dicha dársena. Esta falta de seguridad del puerto se mantiene durante períodos de tiempo significativos durante el invierno.
- Posiblemente, esta falta de operatividad del puerto se debe a una configuración proclive a la propagación al interior del puerto de un determinado tipo de oleaje, más frecuente durante el invierno. Para determinar concretamente las causas de esta falta de operatividad, debería realizarse un estudio del oleaje en el puerto por parte de entes técnicos especializados.
- La Autoridad Portuaria no ha determinado, conjuntamente con las cofradías de pescadores y con la Capitanía Marítima, las condiciones en las que es seguro transitar por el canal de acceso a la dársena interior.

6. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

A la vista de las acciones tomadas por Portos de Galicia a consecuencia de este accidente, no se formulan recomendaciones de seguridad, más allá de instar a este organismo a no demorar la conclusión de los estudios iniciados y la ejecución de las obras resultantes.

7. LECCIONES SOBRE SEGURIDAD

Los patrones de las embarcaciones que operan en la dársena interior deben mantener una vigilancia escrupulosa durante las maniobras de entrada y salida de la dársena, evitando aproximar su embarcación al canal de entrada y salida con otro rumbo que no sea paralelo a éste.

ANEXO 1. Caracterización del oleaje en la zona de Malpica de Bergantiños

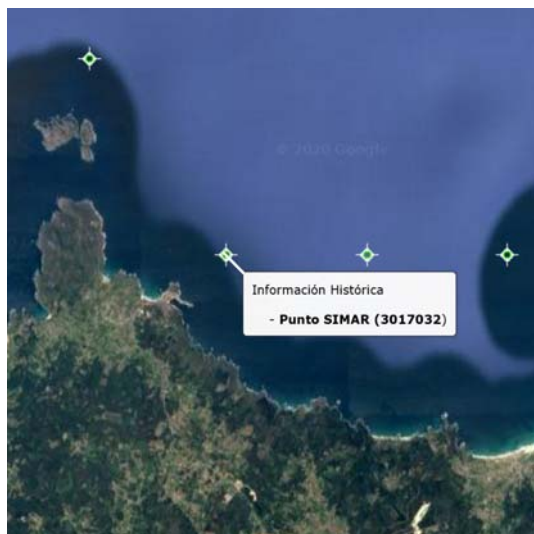


Figura 16. Punto SIMAR 3017032

Para determinar las características y la estacionalidad del oleaje en la zona del accidente, se han usado los datos procedentes del punto SIMAR 30 17032, perteneciente al modelo de oleaje del litoral español de Puertos del Estado. Este punto se sitúa muy cerca del puerto de Malpica de Bergantiños

La distribución estadística de las series históricas entre enero de 1958 y mayo de 2017 para el período entre los meses de diciembre a febrero, muestra una prevalencia de olas de entre 1 y 2 metros de altura significativa y con un período de pico de entre 10 y 14 segundos, procedentes entre el NNW y el Norte.

Estas olas inciden oblicuamente sobre el rompeolas del extremo del puerto y se propagan posteriormente hacia el interior del mismo.

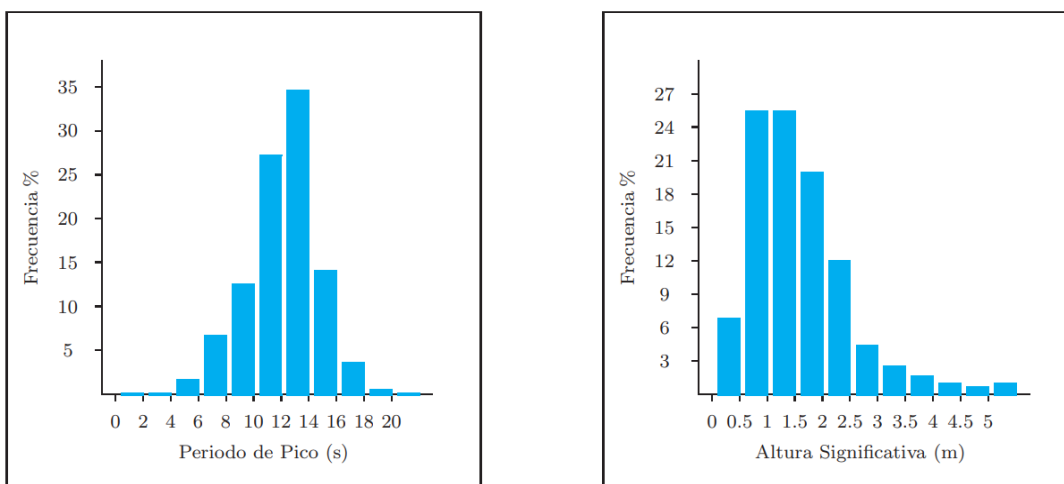


Figura 17. Distribuciones de período de pico y altura significativa en el punto SIMAR 3017032, entre diciembre y febrero

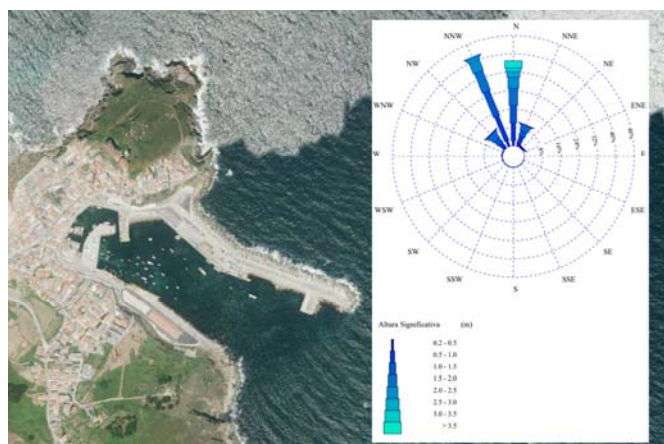


Figura 18. Rosa de oleaje estacional y vista aérea del puerto

ANEXO 2. Conceptos básicos de propagación de las olas en el interior de un puerto

La propagación de la energía en forma de ondas está regida por diferentes procesos físicos, en función de las características de la onda incidente y las condiciones de contorno que se encuentra a su paso. La altura y longitud de ola, las características del fondo marino, así como la geografía de la costa, la geometría de un puerto y la naturaleza y composición de los elementos que lo conforman afectan a la propagación de las olas dentro del mismo y a cuánta energía se disipa y cuánta se transmite hasta el final. A continuación, se describen los fenómenos más importantes.

Shoaling (disminución de la profundidad)

Ocurre cuando disminuye la velocidad del tren de olas, en la dirección de propagación, al disminuir la profundidad del fondo marino conforme las olas se acercan a la costa. Debido a la conservación de la energía, la altura de las olas aumenta al disminuir su velocidad. Esto es muy relevante para el estudio de la propagación de las olas en el interior de los puertos puesto que, generalmente, la profundidad disminuye considerablemente en la entrada de éstos.

Refracción

La refracción también está causada cuando varía la profundidad del fondo marino. Las olas cambian su dirección, curvándose hacia las zonas en donde la profundidad es menor, debido a las diferencias de velocidad que se producen en las crestas de la ola debido al fenómeno anterior.

Cuando una ola se dirige hacia un puerto, si su dirección de propagación no es exactamente perpendicular a las líneas isobáticas de la entrada del mismo, es común que experimente refracción. En puertos en donde la profundidad en su interior no es la misma en todos los puntos, este fenómeno también es importante dentro del puerto.

Difracción

Si la amplitud entre las olas decrece repentinamente a lo largo de la cresta de la ola, las olas se propagarán hacia zonas con amplitudes de ola menores. La difracción permite de este modo a las olas girar alrededor de una esquina. Para olas largas, con gran amplitud, este efecto es más fuerte. La difracción resulta en la generación de trenes de olas con un período de ola medio menor directamente tras un rompeolas. En los puertos, es común que existan esquinas, como la punta de un rompeolas o la entrada de una dársena en donde se produce la difracción. La difracción es uno de los principales fenómenos que permiten que se propague la energía de la ola hacia el interior de los puertos.

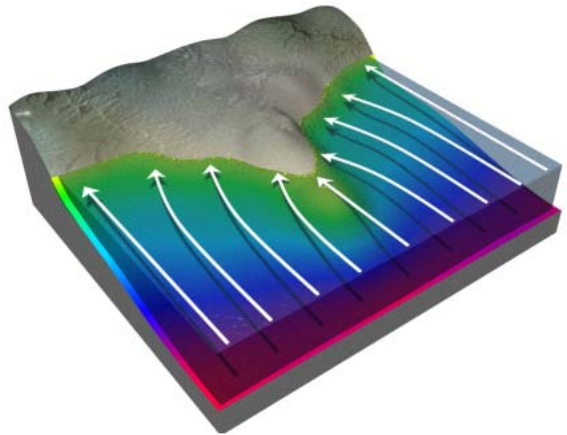


Figura 19. Refracción de las olas

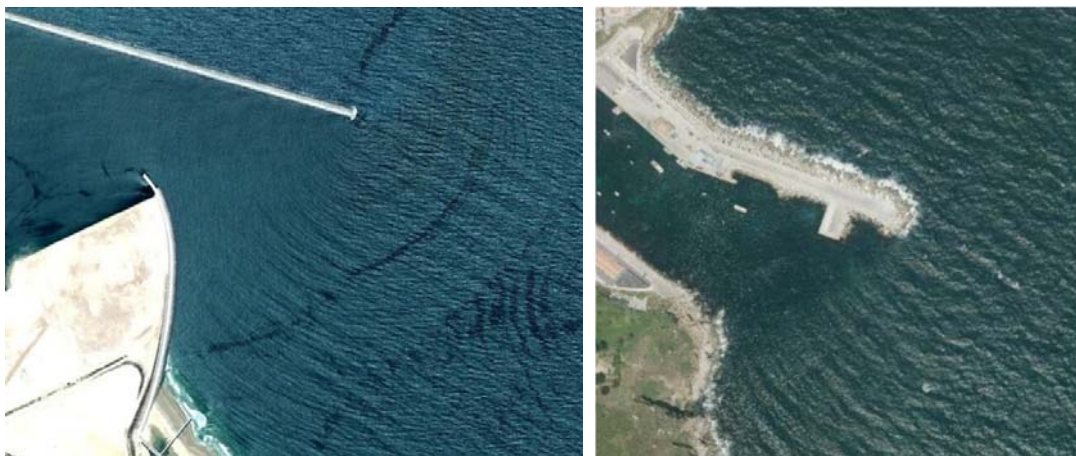


Figura 20. Difracción en un rompeolas (izquierda) y en el dique del puerto de Malpica (derecha)

Reflexión

Parte de energía de las olas que chochan contra una estructura es absorbida pero la energía restante se refleja.

La cantidad de energía reflejada dependerá de las propiedades físicas y geométricas de la estructura con la que incide. La rugosidad y la pendiente de la misma son factores importantes en este efecto. En términos generales, cuanto más perpendicular incida una ola sobre una estructura (más vertical sea la estructura), mayor será su coeficiente de reflexión y por tanto más energía será transmitida a la ola reflejada, que aumentará su altura.

En los puertos, las paredes de los muelles conforman superficies verticales no rugosas en toda su extensión. Las olas aquí se reflejan muy fácilmente, propagando más energía hacia el interior del puerto y dificultando de este modo los amarres, fondeos, o las maniobras de entrada y salida.

Resonancia portuaria

Cada puerto o dársena posee una frecuencia de resonancia propia, debida a su geometría particular. Si el período de las olas incidentes coincide con la frecuencia de resonancia del puerto, cosa que normalmente sucede con períodos de ola grandes, de entre 30 segundos y 30 minutos, se puede producir un fenómeno de resonancia que provoca un patrón de olas estacionarias, esto es, olas cuyos nodos permanecen inmóviles en el tiempo. De este modo, se puede generar una situación estacionaria en la que, en el interior del puerto, algunas zonas tienen mayor cantidad de agua que otras. El fenómeno de resonancia portuaria se caracteriza por presentar niveles de agitación sobreamplificados, de ocurrencia súbita, y generalmente de corta duración. Este fenómeno es muy perjudicial para la actividad de un puerto.