



Ministerio de Fomento

DIRECCIÓN GENERAL DE LA MARINA MERCANTE

**Comisión Permanente de Investigación
de Siniestros Marítimos**

INFORME DE ACCIDENTE MARÍTIMO

**INFORME SOBRE EL ABORDAJE DEL
BUQUE "MILENIUM" A LA EMBARCACION "TRIMAR"
EN EL PUERTO DE BARCELONA**

el día 5 de abril de 2001

ADVERTENCIA

El presente informe ha sido elaborado por la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos, creada por la Orden Ministerial de 14 de abril de 1988 y constituida, para la investigación de este accidente, por Resolución del Director General de la Marina Mercante de fecha 6 de abril de 2001.

De conformidad con lo señalado en el artículo octavo de la citada Orden Ministerial y en la Resolución núm.849 (20) de la Asamblea de la Organización Marítima Internacional, el presente informe es un documento de carácter técnico que refleja las conclusiones de la Comisión de Investigación de Siniestros Marítimos en relación con las circunstancias en que se produjo el accidente objeto de la investigación, sus causas y sus consecuencias, sin que se haya dirigido a la declaración o limitación de derechos ni de responsabilidades personales o pecuniarias.

Esta investigación al tener un carácter exclusivamente técnico, su conducción ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba y sin otro objeto fundamental que la prevención de futuros accidentes.

Por tanto, la utilización de los resultados de la investigación, con una finalidad distinta a la descrita, quedan condicionada en todo caso a las premisas anteriormente expresadas, por lo que no deben prejuzgar los resultados obtenidos de cualquier otro expediente que, en relación con el accidente, pudiera ser incoado con arreglo a lo previsto en la legislación en vigor.

SINOPSIS

El día 5 de abril de 2001, el buque clasificado como nave de gran velocidad dedicado al transporte de pasajeros y carga rodada "*Milenium*", en su maniobra de atraque al muelle de la Estación Marítima del puerto de Barcelona, abordó a la embarcación tipo "golondrina" "*Trimar*" que estaba amarrada en su atraque habitual. El "*Trimar*" se dedicaba al transporte de pasajeros en viajes turísticos por el interior del puerto.

Como consecuencia del accidente el "*Trimar*" resultó con daños materiales de consideración, sin que hubiera que lamentar pérdida de vidas humanas si bien hubo tres heridos leves.

La Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos determinó que el "*Milenium*" colisionó contra el "*Trimar*" porque, debido al bloqueo de una válvula, los motores de babor del "*Milenium*" no respondieron a la orden de "máquina atrás" quedando a régimen de 50% avante. El sistema de emergencia falló asimismo por no quedar estibados completamente los estabilizadores en su lugar.

INDICE

1. Información sobre los hechos.

- 1.1 Introducción
- 1.2 Descripción de los buques
- 1.3 Descripción del suceso
- 1.4 Sistema de propulsión, gobierno y sistema de alarmas del "*Milenium*"
 - 1.4.1 Propulsión
 - 1.4.2 Gobierno
 - 1.4.3 El sistema de alarmas "ISIS"
- 1.5 Averías causadas
- 1.6 Meteorología
- 1.7 Maniobra de atraque del "*Milenium*"
- 1.8 Actuaciones posteriores

2. Análisis

3 Conclusiones

- 3.1 Hechos
- 3.2 Causas

4 Recomendaciones

- 4.1 Acciones tomadas

5 Glosario de Términos Náuticos

6 Anexos

- 1 Maniobra de atraque del "*Milenium*".
- 2 Informe de averías.
- 3 Información meteorológica.
- 4 Extractos del manual del "*Milenium*".

1. INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

1.1 Introducción.

El día 5 de abril de 2001 el buque “*Milenium*” dedicado al transporte de pasajeros y carga rodada, que estaba efectuando la maniobra de atraque en la dársena de Drassanes del puerto de Barcelona, al disponerse a revirar en el sitio en que lo hacía normalmente, debido a un fallo en su sistema de gobierno, continuó su marcha avante abordando, a las 11 horas 06 minutos¹, a la embarcación tipo “golondrina” “*Trimar*”, que se encontraba amarrada en su atraque habitual.

En el momento del accidente la visibilidad era buena, y el viento y la mar estaban en calma.

Como consecuencia del abordaje se produjeron 3 heridos leves e importantes daños materiales en el “*Trimar*”. Por su parte el “*Milenium*” no tuvo daños personales ni sufrió averías, salvo arañazos en el casco de poca importancia, y una vez inspeccionado por funcionarios de la Capitanía Marítima de Barcelona, le fue permitido continuar su ruta. No se produjo contaminación del medio ambiente marino

1.2 Descripción de los buques.

	<u>“<i>Milenium</i>”</u>	<u>“<i>Trimar</i>”</u>
Número OMI:	9221346	-
Matrícula:	Santa Cruz de Tenerife	Barcelona
Bandera:	España	España
Tipo:	Pasaje. Gran velocidad	Pasaje. Crucero tipo “golondrina”
Construcción:	2000, Australia	1997, Barcelona
Eslora:	96 metros	26’32 metros
Tonelaje bruto:	6.360	159 GT
Señal distintiva:	EHZN	EA 3210
Tripulantes:	17	4
Pasajeros:	300	12
Armador:	Cia. Trasmediterránea S.A.	Sirenas, S.A.

¹ Las horas citadas en este documento, salvo cita expresa en contrario, son hora local española (es decir TU +2 horas en la fecha del accidente)

El “*Milenium*” es un buque de pasaje tipo catamarán de bandera española, registrado en el puerto de Santa Cruz de Tenerife, que presta servicio de línea regular de pasajeros y carga rodada entre Palma de Mallorca y Barcelona, certificado como nave de gran velocidad, con un arqueo bruto de 6360 y una eslora de 96 metros. El material del casco es de aluminio y está clasificado en la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas. Operado por la Compañía Trasmediterránea S.A, se construyó en el año 2000 en Australia. Su velocidad máxima es de 45 nudos. Está propulsado por cuatro motores marca RUSTON de 7080 kilovatios de potencia cada uno, que mueven unas toberas (*waterjets*) dispuestas dos a dos simétricamente en cada patín del catamarán.

Estas toberas pueden girar horizontalmente gracias a un sistema hidráulico denominado “*steering*”, lo que le proporciona al buque sus propiedades evolutivas. Cada una de ellas dispone, además, de una cazoleta llamada “*bucket*” que pivotando sobre un eje transversal modifica la velocidad del buque e incluso invierte la propulsión, según el modo de incidencia del chorro de agua en los mismos.

El “*Trimar*”, es un buque de pasaje tipo “golondrina”, dedicado a efectuar excursiones turísticas dentro del puerto de Barcelona y con una capacidad para 250 pasajeros. Está dotado de dos motores MAN con una potencia de 362 kilovatios cada uno que desarrollan 1400 revoluciones por minuto. El material del casco es de fibra de vidrio (P.R.F.V.).

El casco del buque, en su fondo, está dotado de cristales (miradores) a fin de que los pasajeros puedan observar la columna de agua del mar, desde el interior de la embarcación.

1.3 Descripción del suceso.

El buque “*Milenium*”, efectuaba en temporada alta, es decir en verano, dos viajes completos entre Palma de Mallorca y Barcelona. En la fecha del accidente, considerada como temporada baja, realizaba un solo viaje entre los citados puertos, entrando en Barcelona a las 11 horas para salir hacia Palma de Mallorca a las 16 horas.

El día 6 de abril de 2001, el buque entraba en Barcelona procedente del puerto de Palma de Mallorca, con 294 pasajeros, 6 camioneros y 40 vehículos.

Una vez llegado a la dársena de Drassanes, se disponía a efectuar la maniobra de atraque en su muelle habitual junto a la Estación Marítima, efectuando la maniobra acostumbrada que consistía en efectuar el reviro dentro de la dársena para atracar estribor al muelle con la proa hacia afuera.

El “*Trimar*”, por su parte, se encontraba atracado en el muelle que las “golondrinas” tienen asignado, el de Atarazanas, procediendo al embarque de pasajeros, cuando su patrón se apercibió de la proximidad del “*Milenium*” y el inminente abordaje. Entonces procedió a dar la voz de alarma, instando y ayudando a los pasajeros a desembarcar, produciéndose en este momento el abordaje.

El “*Milenium*” al intentar iniciar la maniobra de reviro, el motor de babor se mantuvo en “media avante” lo que le impidió efectuar la ciaboga, continuando navegando avante con rumbo derecho hacia el “*Trimar*” y abordando con su proa en la parte de popa de éste último barco causándole daños de consideración. De acuerdo con las declaraciones de su Capitán, dicho motor quedó bloqueado, no respondiendo a las órdenes dadas (**Anexo 1**).

Minutos después de la colisión, el Capitán del “*Milenium*” recuperó el control de maniobra del buque, pudiendo salir marcha atrás sin daños de consideración en la integridad de su buque, procediendo a su atraque habitual.

1.4 Sistema de propulsión, gobierno y alarmas del “*Milenium*”.

1.4.1 Propulsión

La propulsión del “*Milenium*” se obtiene por cuatro toberas de chorro de agua (“*jets*”) dispuestas simétricamente dos en cada patín del catamarán, que pueden girar horizontalmente mediante un sistema hidráulico (“*steering*”). Cada tobera dispone de una cazoleta (“*bucket*”) que pivotando sobre un eje transversal modifica el ángulo de incidencia del chorro de agua sobre ellas, modificando la velocidad e incluso invirtiendo la marcha.

El buque dispone, además, en la parte sumergida de popa (por debajo de las toberas”) unos estabilizadores en cada patín (“*flaps*” o “*trim tabs*”), que, si bien no constituyen parte del sistema de gobierno, su posición influye en la capacidad del buque para dar atrás. Estos estabilizadores, durante la maniobra deben estar totalmente recogidos (“*flaps full up*”) ya que si no lo estuvieran, al pretender ciar, el chorro despedido de las cazoletas rebotaría en ellos resultando una componente en sentido avante.

1.4.2 Gobierno

El puente de gobierno dispone de dos consolas, una para navegación y otra para maniobra. Cada una de ellas dispone de un sistema de control normal y otro de emergencia (“*back up*”). Las consolas de navegación y de maniobra están muy próximas entre sí, la primera orientada hacia proa y la segunda hacia popa. La ventaja de trabajar con esta última es que su manejo es más sencillo, obteniéndose el movimiento del buque en la dirección deseada mediante un mando circular (“*joystick*”). Las órdenes solicitadas mediante este mando se procesan informáticamente colocándose las toberas, sistema hidráulico y cazoletas de modo que correspondan a la orden transmitida.

El cambio de una consola de gobierno a la otra, se efectúa mediante un mando de transferencia y uno de aceptación. Cuando se desea cambiar de consola, se activa el mando de transferencia de la consola de navegación, que actúa como maestra, y se acepta el de la consola desde la que se quiere gobernar. Deben puntualizarse dos extremos muy importantes: 1) la transferencia no se efectúa en tanto no se acepte en la consola de recepción. 2) no hay sincronismo establecido entre las dos consolas. Por lo tanto, independientemente del régimen

a que esté la que se transfiera, el buque tomará los parámetros de la consola en la que se acepte la transmisión.

La transferencia desde la consola de navegación a la de maniobra no se puede llevar a cabo en los siguientes casos:

- Cuando la velocidad del buque es superior a 9 nudos
- Cuando las revoluciones son más de 600 RPM.

1.4.3 El sistema “ISIS”.

El puente de gobierno cuenta con un ordenador cuya función principal es recibir las señales de alarma de los motores, sistema hidráulico, estabilizadores y equipo de gobierno, entre otras.

Estas alarmas emiten una señal visual y otra acústica, quedando grabadas las incidencias que se produzcan en una impresora al efecto.

Cuando se activa una alarma el operador a cargo de la pantalla puede “reconocerla/aceptarla” pulsando la tecla F4; esta “aceptación” tiene gran transcendencia en el seguimiento del hecho que produjo la alarma, ya que nos indicará en el monitor si el problema se ha rectificado (el sistema del buque por sí mismo se pone en marcha para rectificar los errores que originan las alarmas). Si por el contrario, la tecla F4 no se presiona (es decir, la alarma no se acepta), la rectificación del problema, aunque se haya producido, no llegará a conocimiento del operador pues ésta no se reflejará en el monitor ni en el registro de la impresora.

1.5 Averías causadas.

En la embarcación “Trimar”: (Anexo 2)

1) En el patín de estribor:

- Rotura del P.R.F.V. (material del casco) afectando aproximadamente una superficie de 1 metro cuadrado en ambos costados del casco.
- Rotura de parte de la cubierta principal (aproximadamente 5’6 x 1’4 metros)
- Arrancada la estructura de costado, afectando desde el berduquete hasta la cubierta de toldilla y desde la plataforma de baño hasta la puerta de embarque (aproximadamente 3’2 x 7’2 metros)
- Otros daños en la zona descrita.

2) En el patín de babor:

- Hundimiento y rotura del P.R.F.V. del casco por el costado exterior (aproximadamente 2 metros cuadrados)

- Hundimiento de la estructura en la zona de la cámara de máquinas, afectando a 2 cuadernas entre las vigas 2 y 3.
 - Daños en el tanque de fuel oil, escaleras de acceso a zona de miradores y mamparo del pañol situado a proa de la misma.
 - Rotura de 2 cristales de casco y 2 de fondo de la zona de miradores utilizados para la visión submarina.
- 3) En la cubierta de toldilla:
- Cubierta de toldilla hundida por popa estribor (aproximadamente 7 x 5 metros)
 - Estructura de popa (acceso y aseos) aplastada.
 - Zona de cocina de la cubierta principal hundida con deformación de campana extractora, techo ignífugo y 2 paneles de forro.
 - Rotura de barandillado de popa y estribor y estructura del toldo.

En el buque “Milenium”:

No se apreciaron averías, salvo ligeros rasguños de la pintura.

1.6 Meteorología.

El viento y la mar, dentro de la dársena, estaban prácticamente en calma y la visibilidad era buena. **(Anexo 3)**

1.7 Maniobra de atraque del “Milenium”.

Tomando como base las declaraciones de la tripulación presente en el puente en el momento del accidente se pueden reconstruir los momentos previos al accidente del siguiente modo:

El “Milenium” efectuaba normalmente su maniobra consistente en entrar en la dársena con la proa dirigida hacia el muelle donde estaba atracado el “Trimar” para una vez aproximadamente en el centro de la dársena, revirar y aproximarse de popa hacia su lugar de atraque.

En el día del suceso, no obstante, el buque no pudo revirar, continuando su marcha avante hasta colisionar con el “Trimar”. El Capitán del “Milenium” manifestó que estando con máquina de 50% avante, al efectuar el cambio de control desde la consola de navegación a la de maniobra, saltó una alarma de fallo de transferencia, por lo que cambió de nuevo el control a la consola de navegación. Comprobó entonces que no disponía de control en la banda de babor. En ese momento dio toda atrás en la banda de estribor y pasó a modo de emergencia la banda de babor, pero tampoco respondió en esta modalidad, ocurriendo a los pocos segundos el contacto con el “Trimar” a poca velocidad. Una vez producido el contacto y parado el

buque, se cambió del modo de emergencia al normal funcionando entonces todo el sistema con normalidad.

Efectuado un test del sistema y encontrándolo en condiciones correctas el “*Milenium*” se dispuso a atracar en su lugar habitual.

Manifestó asimismo el Capitán no haber procedido a la parada de emergencia (desembrague de motores), en su confianza de que el sistema de control de emergencia (“*back up*”) respondería. De haber efectuado dicha parada perdía la oportunidad de utilizar el “*back up*”. Por otra parte expresó haber desechado la posibilidad de fondear el ancla de proa porque según su parecer no hubiese sido una maniobra efectiva y además hubiese causado mayores daños dado que al hacer firme el ancla, hubiera producido una franca caída del buque hacia estribor que le hubiera hecho colisionar con el resto de las embarcaciones atracadas en el muelle.

1.8 Actuaciones que siguieron al accidente.

Una vez conocido el hecho por las Autoridades Marítimas y el Centro Regional de Coordinación de Salvamento de Barcelona, se activó el Plan de Emergencia interior del puerto y se proporcionó auxilio a la embarcación “*Trimar*”, siendo atendidos sus pasajeros y la embarcación trasladada a astilleros para su reparación. Se extendió asimismo una barrera absorbente, procediéndose a la limpieza de los restos que quedaron del accidente, una mínima cantidad de gas oil y residuos varios.

Después de atracado el “*Milenium*” en su lugar habitual, funcionarios de la Capitanía Marítima de Barcelona, comprobaron el funcionamiento del equipo de gobierno atracados y navegando por dentro de la dársena. En los días siguientes se efectuaron distintas pruebas de navegación y maniobra sin que se produjera ningún problema en los sistemas. El buque fue autorizado a continuar su servicio.

Por otra parte, personal de los astilleros constructores del buque (Incat S.A.) y de la empresa encargada de los sistemas electrónicos del buque (Lipps), se personaron en el buque en el que efectuaron diversas inspecciones y pruebas.

2. ANALISIS

Del estudio de las alarmas registradas en el sistema ISIS durante la mañana del accidente, se obtiene lo siguiente:

A las 08^h33^m se activa una alarma del sistema hidráulico de presión de estribor y a 10^h39^m se activa la misma alarma, pero esta vez para el sistema de babor; estas señales no se restituyeron hasta una vez sucedido el abordaje (11^h06^m49^s), habiendo habido por lo menos una “aceptación” de alarmas a las 10^h52^m sin que se solventara el problema. Si bien la alarma no indica los valores en que se encontraba la presión, sino solamente que no estaba entre los

parámetros designados como normales por el sistema, se puede afirmar que existió algún problema en el sistema de presión hidráulico al menos durante una parte significativa de la travesía. No obstante los análisis posteriores parecen indicar que estas alarmas no tuvieron incidencia en la producción del accidente.

A partir de las 11^h04^m32^s y hasta la hora del abordaje, establecida a las 11^h05^m40^s, se activan una serie de alarmas que se consideran muy importantes para el análisis de lo sucedido, por su proximidad con el accidente, por su significado y porque no fueron aceptadas hasta después del suceso, a 11^h06^m49^s. Estas alarmas son:

- A 11^h04^m32^s STBD FLAP NOT FULL UP (estabilizador de estribor no totalmente arriba)
- A 11^h04^m34^s PORT FLAP NOT FULL UP (estabilizador de babor no totalmente arriba)
- A 11^h05^m01^s PO BCM PROP VALVE FAIL (fallo en válvula proporcional BCM² babor exterior)
- A 11^h05^m01^s PI BCM PROP VALVE FAIL (fallo en válvula proporcional BCM babor interior)
- A 11^h05^m06^s LIPS STICK ERROR (problemas en la transferencia del control de gobierno)

El hecho de que estas alarmas no fueran aceptadas de inmediato nos impide conocer en qué momento se solucionó el problema, puesto que como se explica anteriormente, la corrección de la disfunción no aparece en el ordenador hasta que las alarmas sean aceptadas.

A las 11^h06^m49^s se aceptaron las alarmas y todos los problemas existentes aparecieron rectificadas.

De acuerdo con los informes técnicos solicitados por la Comisión, el fallo en las válvulas proporcionales BCM de babor es, con toda probabilidad, la causa de la falta de respuesta en el gobierno de dicha banda. Todo apunta a que el motivo de dicho fallo fue una significativa caída de presión en el sistema como resultado de tres maniobras simultáneas: las toberas volviendo a su posición “cero”, las cazoletas moviéndose hacia la posición “cero” y los estabilizadores intentando moverse hacia su posición de recogida.

Estas maniobras debieron originar tal caída de presión en el sistema que pudo haber sido suficiente para originar el fallo de las válvulas proporcionales, produciéndose el bloqueo momentáneo de las cazoletas.

Este bloqueo, denominado en los manuales como “*freezing*”, está concebido como un dispositivo de seguridad y se produce cuando la desviación entre la maniobra ordenada y su ejecución es superior al período de temporización del dispositivo. En el momento del accidente, dicha temporización para este dispositivo era de 3 segundos.

² BCM (*Bucket control module*) módulo de control de las cazoletas de modificación de velocidad e inversión de la marcha del buque.

No obstante, y de acuerdo con el manual del buque, la acción que se recomienda para solventar este problema es el paso inmediatamente a emergencia (“back up”) para la zona bloqueada. **(Anexo 4)**

De acuerdo con las manifestaciones del Capitán del “Milenium”, esta fue la acción que tomó, pero los mandos tampoco le respondieron.

Teniendo en cuenta que el control de emergencia debería soslayar este problema, dado que mediante dicho control las cazoletas se controlan directamente sin pasar por las válvulas BCM, se debe asumir que existía alguna otra disfunción al margen de estas válvulas. Los informes técnicos de que dispone la Comisión concluyen que el motivo fue que los estabilizadores no estaban del todo recogidos en el momento de intentar la maniobra con el control en emergencia.

Dado que las inspecciones llevadas a cabo en el buque por los técnicos del astillero constructor no mostraron ningún fallo mecánico en el sistema de estabilizadores, el fallo tuvo que deberse a motivos operacionales.

Toda vez que las alarmas no se aceptaron en el momento de registrarse, no es posible conocer si las alarmas de las 11^h04^m32^s y de las 11^h04^m34^s del sistema ISIS que nos indican que los estabilizadores no estaban del todo recogidos se solventaron, y si lo hicieron, a qué hora fue.

Los estabilizadores se recogen o bien en modo manual o automáticamente. En el puente del “Milenium” normalmente se hacía automáticamente. La recogida de este modo se produce cuando:

- Se reduce la apertura de las cazoletas a menos del 100%.
- Se reduce la velocidad a menos de 8 nudos (tomada del GPS)
- Al efectuar la transferencia de control.

La Comisión no ha podido establecer el motivo por el cual los estabilizadores no estaban recogidos, si es que, de acuerdo con los informes técnicos, esa fue la causa de que el gobierno del buque no respondiera en el modo de emergencia.

Al menos la tercera condición para que se recogieran, parece que se cumplía. Se efectuó el cambio de control desde la consola de navegación a la de maniobra, aunque en este punto las declaraciones del Capitán del “Milenium” son algo confusas, pues si bien en su primer informe parece indicar que la transferencia no llegó a concretarse, en las respuestas por escrito al cuestionario efectuado por la Capitanía Marítima de Barcelona, responde que sí se concreto, aunque solo por unos segundos.

Por otra parte no parece que los estabilizadores tuvieran problemas mecánicos. En cuanto a la velocidad, de acuerdo con los registros GPS era de unos 8’5 nudos. Se puede inferir por tanto

que el cambio de control no se materializase y de ahí la alarma de las 11^h05^m06^s (*Lipstick error*) y que los estabilizadores por tanto no subieron totalmente.

No obstante, la consola principal tiene unos indicadores que permiten comprobar si los estabilizadores están totalmente arriba. El Capitán del “*Milenium*” en todo momento aseguró que dichos indicadores mostraban que los estabilizadores estaban estibados en su posición correcta.

La Comisión, ha estudiado asimismo la actividad realizada por los tripulantes del “*Milenium*” en las horas previas al accidente. A la vista de los datos obtenidos no parece que el factor fatiga haya tenido influencia en el desarrollo de los hechos.

3. CONCLUSIONES.

3.1 Hechos.

- El “*Milenium*” al tratar de efectuar su maniobra habitual, no pudo consumir el reviro continuando marcha avante en dirección al lugar de atraque de las “golondrinas” .
- El “*Milenium*”, abordó a la embarcación “*Trimar*” que estaba atracada en su muelle habitual.
- El “*Milenium*” sufrió un fallo de gobierno en la zona de babor, quedando los “jets” de esa zona bloqueados en 50% avante.
- En el modo de operación de emergencia el gobierno del buque tampoco respondió.
- En los momentos previos a la maniobra se registraron las siguientes alarmas:
 - Estabilizadores no totalmente arriba
 - Fallo en las válvulas proporcionales BCM de babor
 - Fallo en la transferencia de control.
- Las alarmas no fueron aceptadas entre las 10^h 54^m 35^s y las 11^h 06^m 49^s
- La rectificación del problema detectado por una alarma no se refleja en el sistema a menos que se acepten las alarmas.
- El Capitán del “*Milenium*” no hizo uso de la parada de emergencia (desembrague de motores). Tampoco utilizó el ancla.
- Una vez sucedido el accidente, los controles del buque volvieron a funcionar normalmente.

3.2 Causa.

El buque “*Milenium*” abordó a la embarcación “*Trimar*” debido a un fallo en el sistema de gobierno de babor que bloqueó los motores en 50% avante.

El control de emergencia no funcionó por no estar los estabilizadores completamente recogidos.

4. RECOMENDACIONES.-

Dada la presencia de embarcaciones turísticas en el muelle de atraque del “*Milenium*” y que la maniobra se efectúa muy cerca de dichas embarcaciones y con una considerable arrancada, si bien la maniobrabilidad de este buque es excepcionalmente buena (*Anexo nº 9*), se deben tener en cuenta fallos inesperados, por lo que es conveniente otorgar un mayor margen de protección ante posibles eventualidades. En consecuencia la Comisión recomienda:

- Disminución de la velocidad máxima permitida en la dársena de atraque.
- Modificación del modo de efectuar la maniobra. Inicio del reviro en un lugar más alejado del atraque de las golondrinas.
- Transferencia del control de mando solamente en los momentos menos comprometidos de la maniobra.

En relación con los procedimientos operativos y funcionales del buque, a la vista de que la no aceptación de las alarmas, además de dificultar la investigación, impide conocer con exactitud el estado de los sistemas gobernados por los dispositivos en los que se produjeron dichas alarmas, la Comisión recomienda:

- La adopción por parte de la Compañía Naviera de una norma interna que obligue a aceptar las alarmas del sistema ISIS inmediatamente, fundamentalmente en situación de maniobra.
- La adopción de medidas adecuadas para que el responsable del gobierno del buque, reciba información de los pormenores de cualquier alarma que afecte a la maniobra, identificando claramente su causa, consecuencias para el sistema y procedimientos de emergencia para subsanar dichas consecuencias.

Por otra parte, a fin de evitar los problemas de bloqueo y otros relativos al funcionamiento del sistema de gobierno, la Comisión recomienda:

- Revisión de las temporizaciones de las alarmas de modo que ofrezcan margen suficiente para que se ejecute la orden solicitada antes de que se active el dispositivo de bloqueo de los sistemas.
- Que los estabilizadores se estiben en su posición de recogida antes de entrara en puerto o en cualquier condición de maniobra, a fin de no perder el buque su capacidad de dar atrás.

Por último, y a fin de facilitar la investigación de cualquier incidente, dado que para el próximo año será obligatorio el registrador de datos, recomendar a la empresa que estudie la viabilidad de adelantar la fecha de implantación, sobre todo en los buques de alta velocidad.

4.1 Acciones tomadas

El Capitán Marítimo de Barcelona, oído el informe de la Inspección Marítima de la Capitanía, obligó al buque, como condición previa a la continuación del servicio en su ruta de Palma a Barcelona, a la adopción de unas medidas consistentes en:

- a) Limitación de la velocidad en la maniobra,
- b) Efectuar la maniobra de reviro en una posición más alejada del punto de atraque de las “golondrinas”, y
- c) Que el cambio del control del sistema de gobierno se efectúe solamente en el momento en que la maniobra sea menos comprometida.

La Comisión ha valorado estas medidas y las encuentra beneficiosas para la seguridad marítima, por lo que las ha incluido en sus recomendaciones, a fin de que sean efectuadas por todos los buques de gran velocidad que atracan en la misma dársena.

Por otra parte, la compañía naviera, solicitó de la empresa constructora la modificación de las temporizaciones de los sistemas a tiempos más adaptados a los empleados por los diversos sistemas en aceptar las órdenes recibidas. Así las válvulas BCM que estaban temporizadas a 3 segundos se modificaron a 6, mientras que la recogida de estabilizadores cuya temporización era de 6 segundos, la pusieron en 10. Estas modificaciones han sido aceptadas como seguras por Det Norske Veritas.

La compañía naviera solicitó asimismo un pulsador que permita el movimiento atrás de las cazoletas a pesar de que los estabilizadores no estén totalmente recogidos.

La compañía naviera, además, ha dado instrucciones por escrito al buque para que sigan los procedimientos establecidos en el sistema de alarmas, evitando de este modo la demora en ser aceptadas.

Las pruebas efectuadas tras estas modificaciones, han sido satisfactorias.

Finalizado por la Comisión:

18 de julio de 2001

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS NÁUTICOS

Abordaje:	Colisión entre dos buques.
Amura:	Parte del buque comprendida entre la proa del buque y uno de sus costados. Por extensión, la parte de la superficie de la mar que se encuentra más allá de ella.
Armador:	Empresa naviera propietaria de un buque.
Avante libre:	Momento en el que un buque, tras haber salido de un puerto, comienza su libre navegación hacia su destino y se ordena "listos de máquinas" por haberse finalizado las maniobra de salida o entrada de puerto y no preverse ulteriores cambios en su régimen de revoluciones. También "en franquía".
Babor:	Costado izquierdo de un buque cuando, a bordo de él, miramos hacia su proa. "A babor": por extensión, todo aquello que se encuentra hacia dicho costado o más allá del mismo.
Berduquete:	Cintón de defensa que lleva el buque en el costado.
Bodega:	Espacio del buque donde se transporta el cargamento.
Catamarán:	Embarcación constituida por dos cascos (patines).
Ciaboga:	Maniobra que consiste en efectuar el reviro de un buque...
Cuaderna:	Elemento estructural transversal del buque, que va de un costado a otro, pasando por la quilla. Son como las "costillas" del buque.
Cubierta:	Elemento estructural longitudinal del buque que forma sus diferentes "pisos" del mismo.
Eslora:	Medida de la longitud de un buque.
Estribor:	Costado derecho de un buque cuando, a bordo de él, miramos hacia su proa. "A estribor": por extensión, todo aquello que se encuentra hacia dicho costado o más allá del mismo.
Fondear:	Asegurar el buque al fondo del mar por medio del ancla.
Golondrina:	Embarcación para el transporte de turistas dentro del puerto.
GT:	Siglas de <i>Gross Tonnage</i> .- Medida de la cubicación o arqueo de un buque.

En español también se conoce como “**Tonelaje bruto**”.

IMO:	Ver OMI .
Indicativo:	Conjunto de letras o de números y letras con que se identifica un buque. También llamado "Señal Distintiva".
Mamparo:	Elemento estructural del buque que sirve para separar espacios (de carga, de habitación, etc.). Son las “paredes” del buque.
Milla:	Distancia medida sobre la mar equivalente a 1 minuto de meridiano (1.852 metros).
Nº OMI:	Número dado por la OMI a cada buque, que lo mantendrá aunque cambie de nombre, propietario, bandera o puerto de matrícula.
Nudo:	Unidad de velocidad, correspondiente a una milla por hora (1'85 km/h)
OMI:	Siglas de la Organización Marítima Internacional (también "IMO", en inglés). Organismo de las Naciones Unidas para asuntos marítimos, con sede en Londres.
Pañol:	Habitáculo o cuarto del buque, normalmente de pequeñas dimensiones, que se utiliza para guardar utensilios o enseres.
Práctico:	Persona con la debida habilitación, que, por su conocimiento de un puerto o zona determinados, se encarga de asesorar al Capitán del buque en las maniobras de entrada, amarre, desamarre y salida de puerto, ría, etc., así como en los movimientos del buque en el interior de la zona portuaria..
Popa:	Parte trasera del buque, según el sentido de la marcha avante.
Proa:	Parte delantera del buque, según el sentido de la marcha avante.
Puente:	Habitáculo ubicado en el lugar más elevado de la superestructura del buque, en donde realiza su guardia el Oficial de Guardia, desde el cual se gobierna el buque, y en donde se encuentran los equipos, instrumentos y demás elementos necesarios para ello.
Rumbo:	Dirección a la que navega un buque. El rumbo se cuenta en grados de circunferencia, a partir del meridiano del buque (000°, o rumbo Norte), de forma que el rumbo Este es el 090°, rumbo Sur es 180° y rumbo Oeste es 270°).
Señal Distintiva:	Ver Indicativo .



SUBSECRETARÍA

DIRECCIÓN GENERAL
DE LA MARINA MERCANTE

**Comisión Permanente de
Investigación de Siniestros Marítimos**

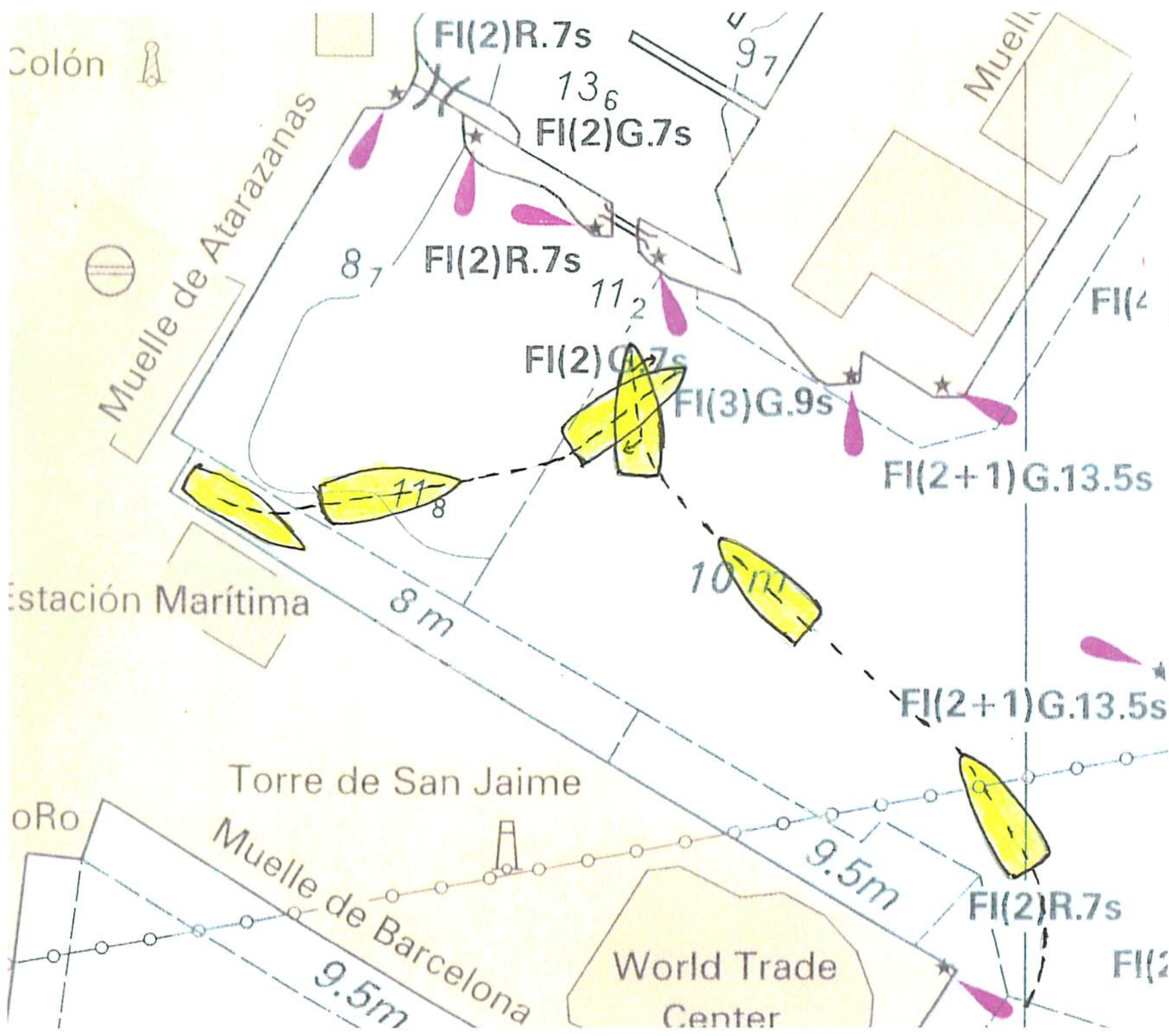
Toldilla: Cubierta de popa del buque.

Tonelaje bruto: Ver **GT**.

ANEXO 1

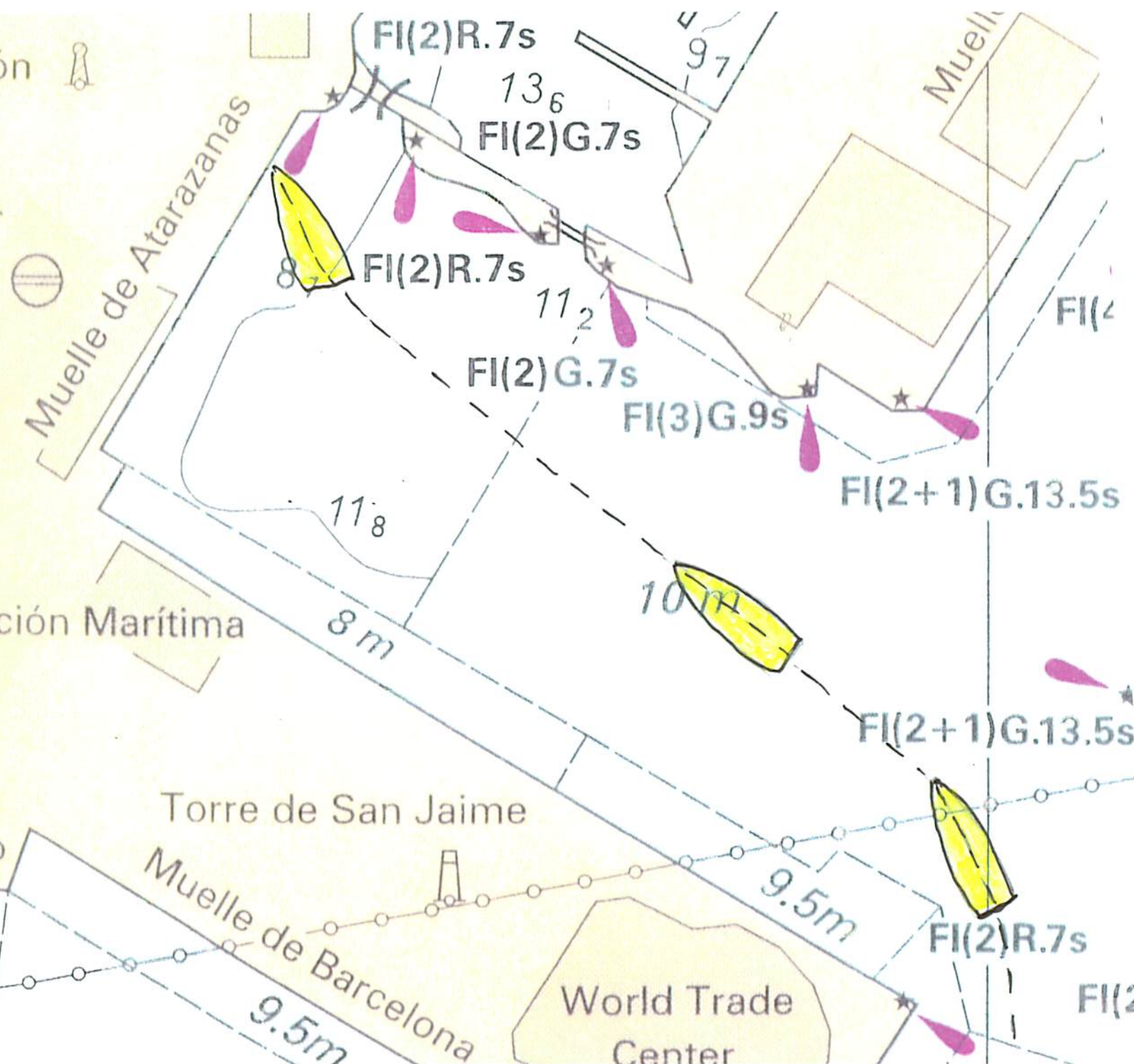
MANIOBRA DE ATRAQUE DEL *"MILENIUM"*

Colón



MANIOBRA QUE
HABITUALMENTE
REALIZA EL
"MILENIUM"

Colón



TRAYECTORIA
 APROXIMADA
 SEGUIDA POR EL
 "MILENIUM" EL
 DIA DEL
 ACCIDENTE

Estación Marítima

Torre de San Jaime

Muelle de Barcelona
9.5m

World Trade Center

FI(2)R.7s

FI(2)

ANEXO 2

INFORME DE AVERIAS

ALCANCE DE LOS DAÑOS EN LA EMBARCACIÓN “TRIMAR” EN EL SINIESTRO DEL DÍA 5/4/01 EN EL PUERTO DE BARCELONA.

Los daños inspeccionados están divididos en diferentes zonas del buque. Junto con la descripción del mismo se detalla su origen y apartados del presupuesto en los que se recoge su reparación.

1. Proa del patín de Estribor

El impacto de la roda con el muelle produjo la rotura del P.R.F.V. afectando aproximadamente una superficie de 1 m² en ambos costado del casco.

No se detectaron daños en:

- Mamparo nº 5,
- Refuerzos
- Estructura de cubierta.

Las reparaciones a realizar quedan recogidas en el apartado IV.

2. Popa del patín de Estribor

El impacto de la zona central del casco del “Milenium” afectó desde la plataforma de baño hasta la puerta de acceso de embarque del costado de Er. causando los siguientes daños.

- Rotura de parte de la cubierta principal (dimensiones aproximadas 5,6 x 1,4 metros)
- Arrancada la estructura de costado afectando desde el berduguete hasta la cubierta toldilla y desde la plataforma de baño hasta la puerta de embarque (aprox. 3,2 x 7,2 metros).

Detalle otros daños en la zona descrita:

- Puerta de acceso y escalera de la plataforma de baño.
- Banco de acceso a cámara de máquinas.
- Ventilación cámara de máquinas.
- Puerta de acceso a cubierta principal popa er.
- Puerta y costado de aseo popa.
- Barandilla de acero inoxidable.
- Bita de amarre y 2 puntales.
- Rotura de refuerzo transversal situado en el pique de popa.

Las reparaciones a realizar quedan recogidas en los apartados VI, VII, VIII, IX, X, XV, XVI y XVII.

3. Casco del patín de Babor

El impacto de la proa del patín de babor del “Milenium” con la parte exterior del patín de babor provocó los siguientes daños en la zona:

- Hundimiento y rotura del P.R.F.V. del casco por el costado exterior (aprox. 2 metros cuadrados) en la zona de miradores a la altura de

la viga 6, provocando una pequeña grieta (aprox. 60 cm.) en la cubierta principal a la altura de la viga 6.

- Hundimiento de la estructura en la zona de cámara de máquinas, afectando a aproximadamente a las dos cuadernas situadas entre las vigas 2 y 3.
- La proa del Milenium alcanzó el mamparo nº 3 situado a proa de la zona de miradores, dañando el tanque de F.O. situado a popa del pañol central de Br., escaleras de acceso a la zona de miradores y mamparo del pañol situado a proa de la misma.
- Rotura de 2 cristales de casco y 2 de fondo de la zona de miradores utilizados para la visión submarina.

Las reparaciones a realizar quedan recogidas en los apartados III y XVII.

4. Cubierta toldilla

El casco central del "Milenium" impactó contra la cubierta toldilla, hundiéndola en la zona de popa Er., produciendo los siguientes daños:

- Cubierta toldilla hundida por popa Er. en una superficie aproximada de 35 m² (aprox. 7,0 x 5,0 metros).
- Estructura de popa (acceso y aseos) aplastada.
- Hundimiento de la cubierta toldilla en la zona de cocina de la cubierta principal deformando la campana extractora, techo ignífugo y 2 paneles de forro.
- Rotura del Barandillado de acero inoxidable de popa y Er. y estructura el toldo.

Las reparaciones a realizar quedan recogidas en los apartados II, XV y XVI.



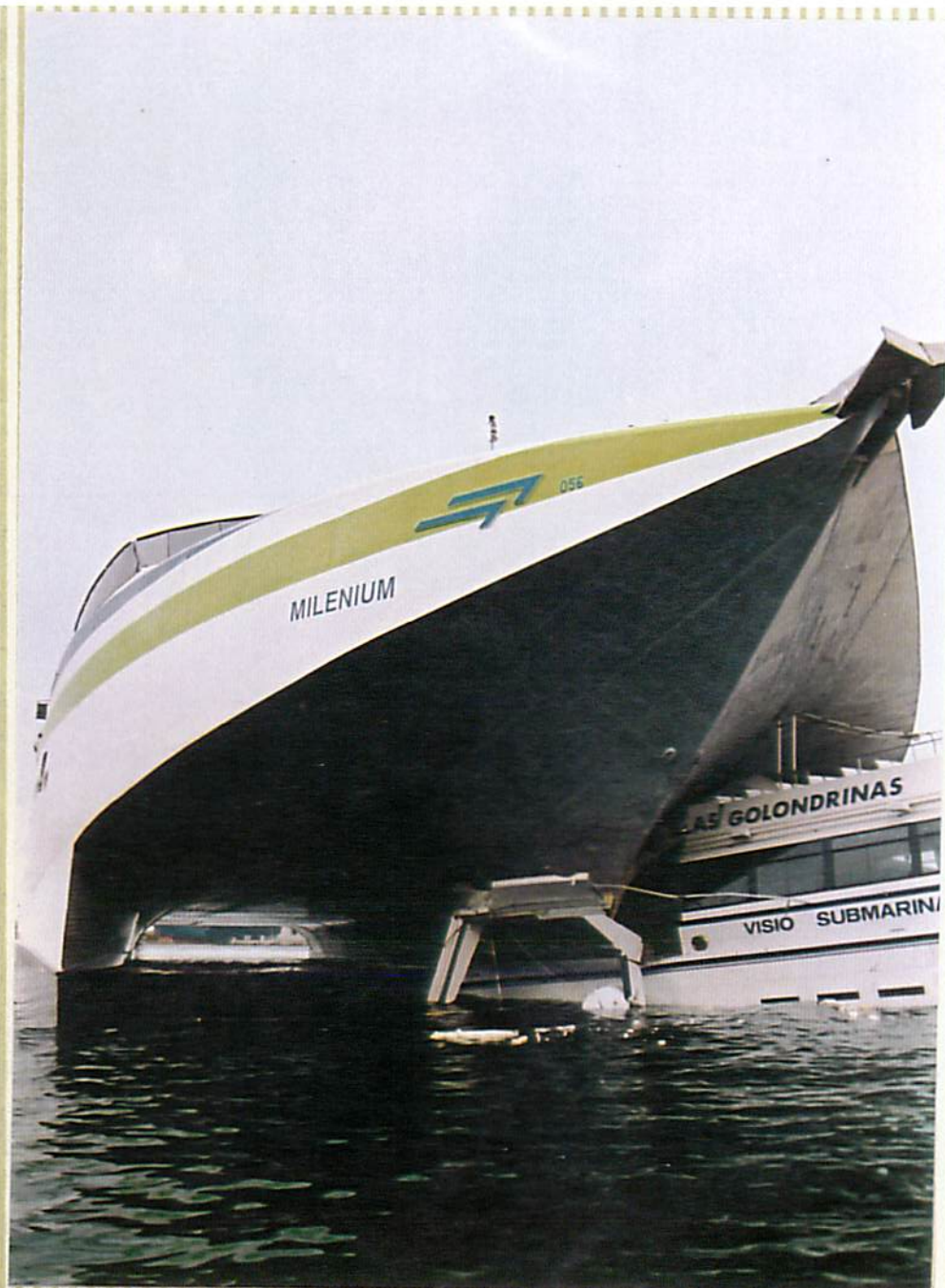
1



2



3



4



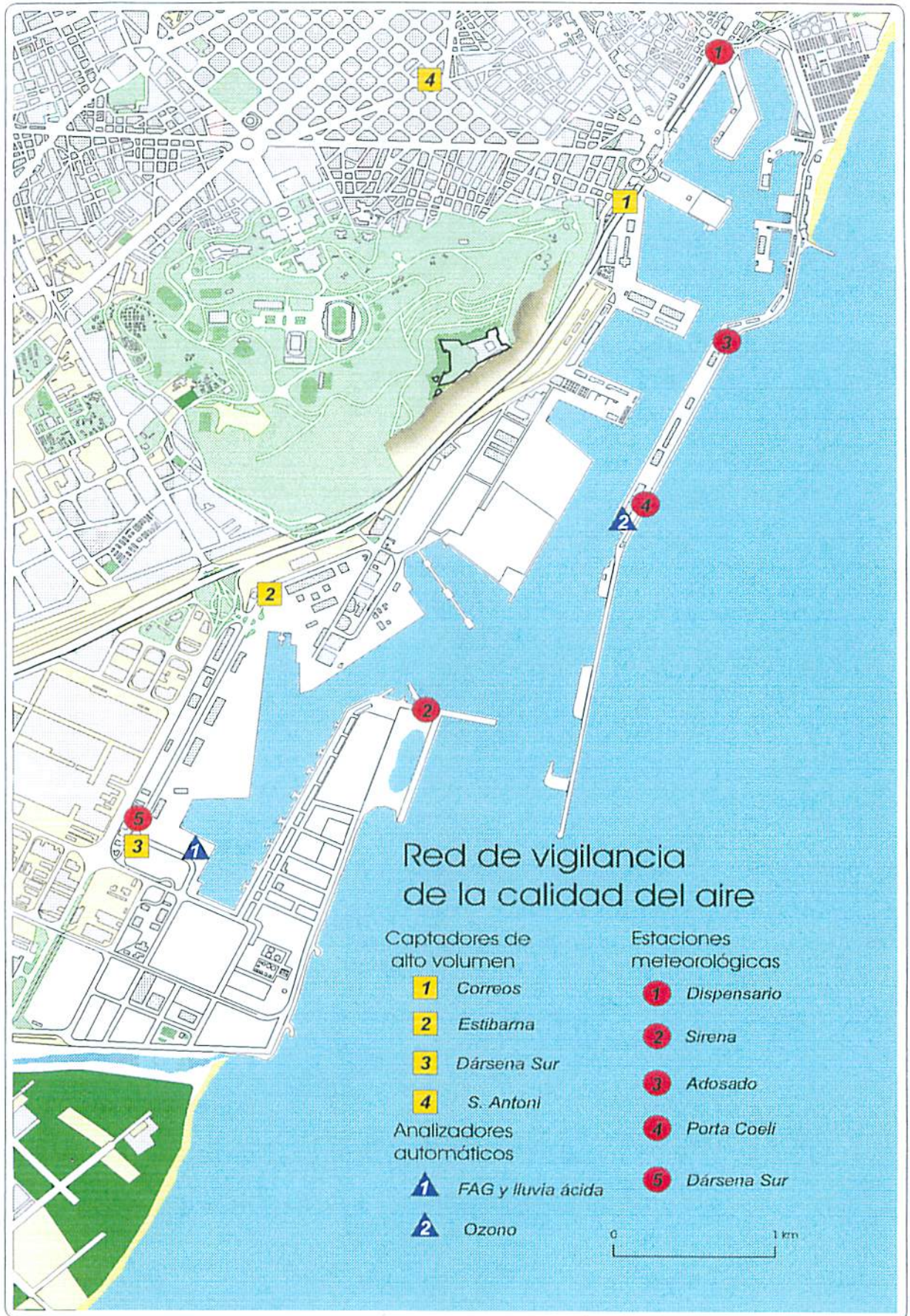
5



6

ANEXO 3

INFORMACION METEOROLOGICA



AUTORITAT PORTUARIA DE BARCELONA
 Servei de Medi Ambient

Estación: Sirena

Listado Diari - Dades mitja hora - Dia: 05/04/2001

	VEL	DIR
	(m/s)	(°)
5/4/01 0.30	4,7	NE
5/4/01 1.00	5	NE
5/4/01 1.30	4,3	NE
5/4/01 2.00	3,6	NE
5/4/01 2.30	5	NE
5/4/01 3.00	5,4	ENE
5/4/01 3.30	5,6	ENE
5/4/01 4.00	4,8	NE
5/4/01 4.30	4,6	ENE
5/4/01 5.00	5,3	E
5/4/01 5.30	4,6	E
5/4/01 6.00	3,3	E
5/4/01 6.30	3,1	ESE
5/4/01 7.00	3	SE
5/4/01 7.30	1,9	SSE
5/4/01 8.00	1,7	SSE
5/4/01 8.30	2,5	SSW
5/4/01 9.00	2,4	SSW
5/4/01 9.30	3,2	SSW
5/4/01 10.00	3,3	SSW
5/4/01 10.30	4	SSW
5/4/01 11.00	4,6	S
5/4/01 11.30	4,3	S
5/4/01 12.00	4,2	S
5/4/01 12.30	4,7	S
5/4/01 13.00	4,2	S
5/4/01 13.30	4,5	S
5/4/01 14.00	4,8	S
5/4/01 14.30	4,5	S
5/4/01 15.00	4,9	S
5/4/01 15.30	5,1	S
5/4/01 16.00	5,6	SSW
5/4/01 16.30	5,6	SSW
5/4/01 17.00	4,8	SSW
5/4/01 17.30	4,4	SSW
5/4/01 18.00	5,1	SSW
5/4/01 18.30	5	SSW
5/4/01 19.00	4,7	SSW
5/4/01 19.30	4,7	SSW
5/4/01 20.00	3,8	SSW
5/4/01 20.30	3,3	SSW
5/4/01 21.00	3,4	SSW
5/4/01 21.30	2,7	SSW
5/4/01 22.00	2,8	SSW
5/4/01 22.30	3	SSW
5/4/01 23.00	3,4	SSW
5/4/01 23.30	2,7	SSW
6/4/01 0.00	1,9	SSW

Estación: Dispensari

Listado Diari - Dades mitja hora - Día: 05/04/2001

	VEL	DIR
	(m/s)	(°)
5/4/01 0.30	0	E
5/4/01 1.00	0,1	ENE
5/4/01 1.30	0,4	ENE
5/4/01 2.00	1,5	ENE
5/4/01 2.30	1,9	NE
5/4/01 3.00	1,7	ENE
5/4/01 3.30	1,7	ENE
5/4/01 4.00	1,6	NE
5/4/01 4.30	2,1	ESE
5/4/01 5.00	2	SE
5/4/01 5.30	1,4	ESE
5/4/01 6.00	1,7	SE
5/4/01 6.30	2,3	SSE
5/4/01 7.00	0,9	S
5/4/01 7.30	1	SSW
5/4/01 8.00	0,9	S
5/4/01 8.30	1,4	SW
5/4/01 9.00	1,7	SW
5/4/01 9.30	1,9	SW
5/4/01 10.00	1,8	SW
5/4/01 10.30	1,9	SSW
5/4/01 11.00	2,5	S
5/4/01 11.30	2,4	S
5/4/01 12.00	2,4	S
5/4/01 12.30	2,5	S
5/4/01 13.00	2,9	S
5/4/01 13.30	2,5	SSW
5/4/01 14.00	2,6	SSW
5/4/01 14.30	2,4	SSW
5/4/01 15.00	2,6	SSW
5/4/01 15.30	2,8	SSW
5/4/01 16.00	2,6	SSW
5/4/01 16.30	2,6	SSW
5/4/01 17.00	2,2	SSW
5/4/01 17.30	2,3	SSW
5/4/01 18.00	2,3	SSW
5/4/01 18.30	2,1	SSW
5/4/01 19.00	2,2	SSW
5/4/01 19.30	1,8	SSW
5/4/01 20.00	1,6	SSW
5/4/01 20.30	1,7	SSW
5/4/01 21.00	1,6	SSW
5/4/01 21.30	1,1	SSW
5/4/01 22.00	1,4	SSW
5/4/01 22.30	1,8	SSW
5/4/01 23.00	1,6	SSW
5/4/01 23.30	1,2	SW
6/4/01 0.00	0,8	SW

ANEXO 4

EXTRACTOS DEL MANUAL DEL BUQUE ***"MILENIUM"***

Además de las estaciones se cuenta con una serie de paneles adicionales:

- Piloto automático
- Panel del arranques y paradas

En un primer vistazo la configuración básica es la de la siguiente figura:

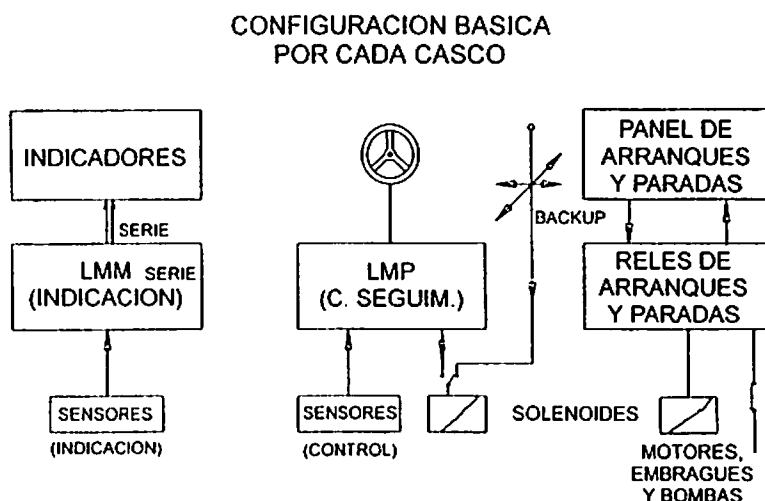


Fig 1. Esquema básico de Lips

Tenemos un control principal que es un control de seguimiento, basado en un microprocesador llamado el LMP. Este control recibe como consignas las órdenes dadas desde las estaciones de control mediante palancas, rueda de steering, lipstick, piloto automático. Estas órdenes suponen comandos de posición de steering, posición de cubetas y rpm de motores. Por otra parte recibe como señales de feedback las posiciones actuales de las cubetas y del steering (también recibe las rpm de motores y de ejes). Compara constantemente los comandos de posición con las posiciones actuales y en función de la diferencia o error existente, automáticamente da órdenes de actuación sobre las válvulas proporcionales de control del steering y de las cubetas, de modo que se corrige el error. Por este motivo se le llama control de seguimiento, pues la posición real de los waterjets sigue a los comandos dados desde las estaciones de control.

Por seguridad y redundancia se dispone de un segundo control, llamado control de backup. Este control no es de seguimiento. Con el control en backup, mediante interruptores (jogswitches) se dan órdenes directas a las válvulas de solenoide asociadas al steering y a las cubetas. Esto equivale a pinchar las válvulas sólo que de forma remota. La diferencia fundamental estriba en que no existe feedback para el control de backup, por lo que el sistema no corrige errores. El operador actúa sobre los interruptores de backup y observa las indicaciones en el puente y en función de ellas sigue actuando para obtener las posiciones deseadas.

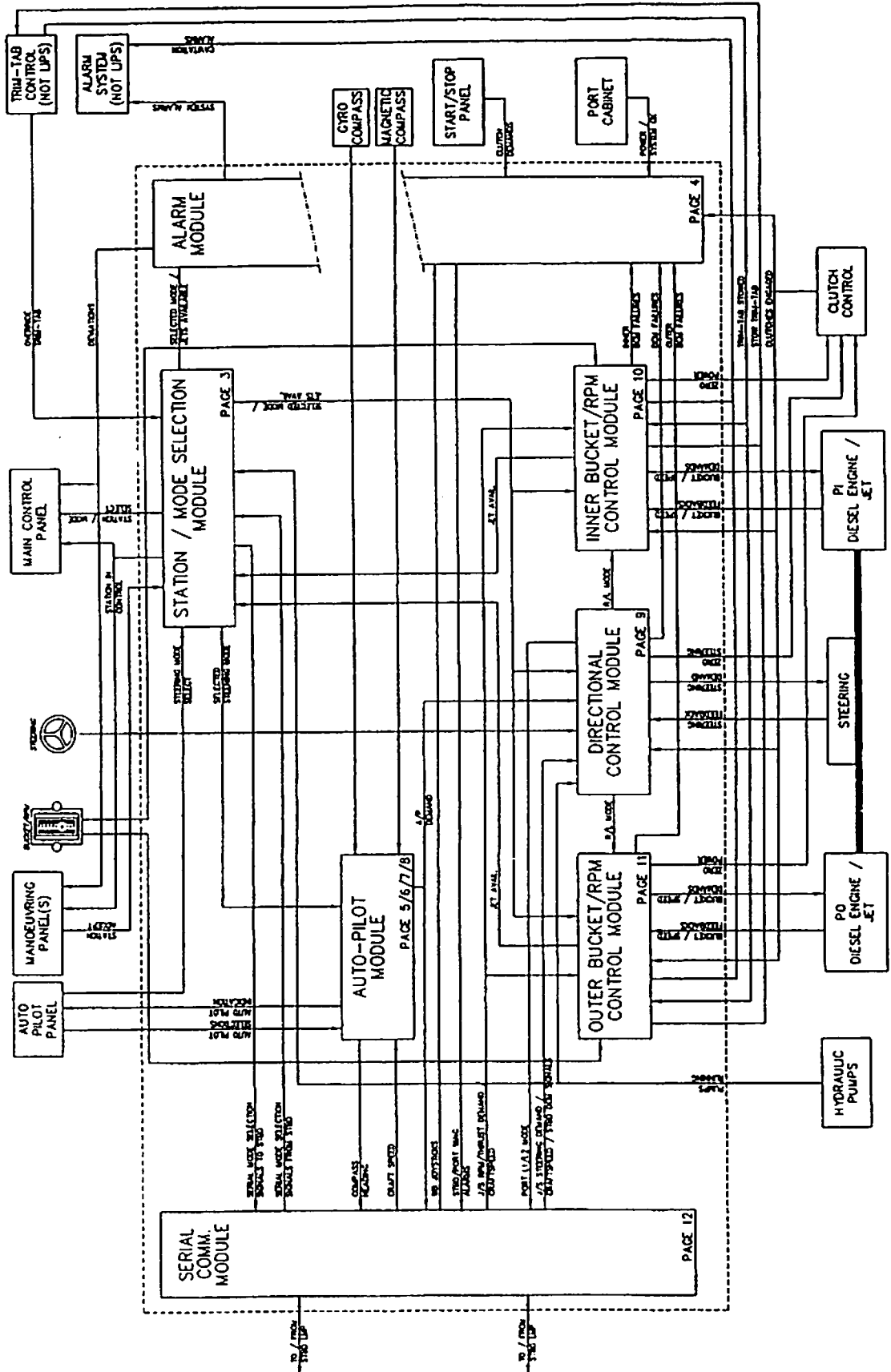


Fig 3. Esquema de bloques del sistema LIPS de babor

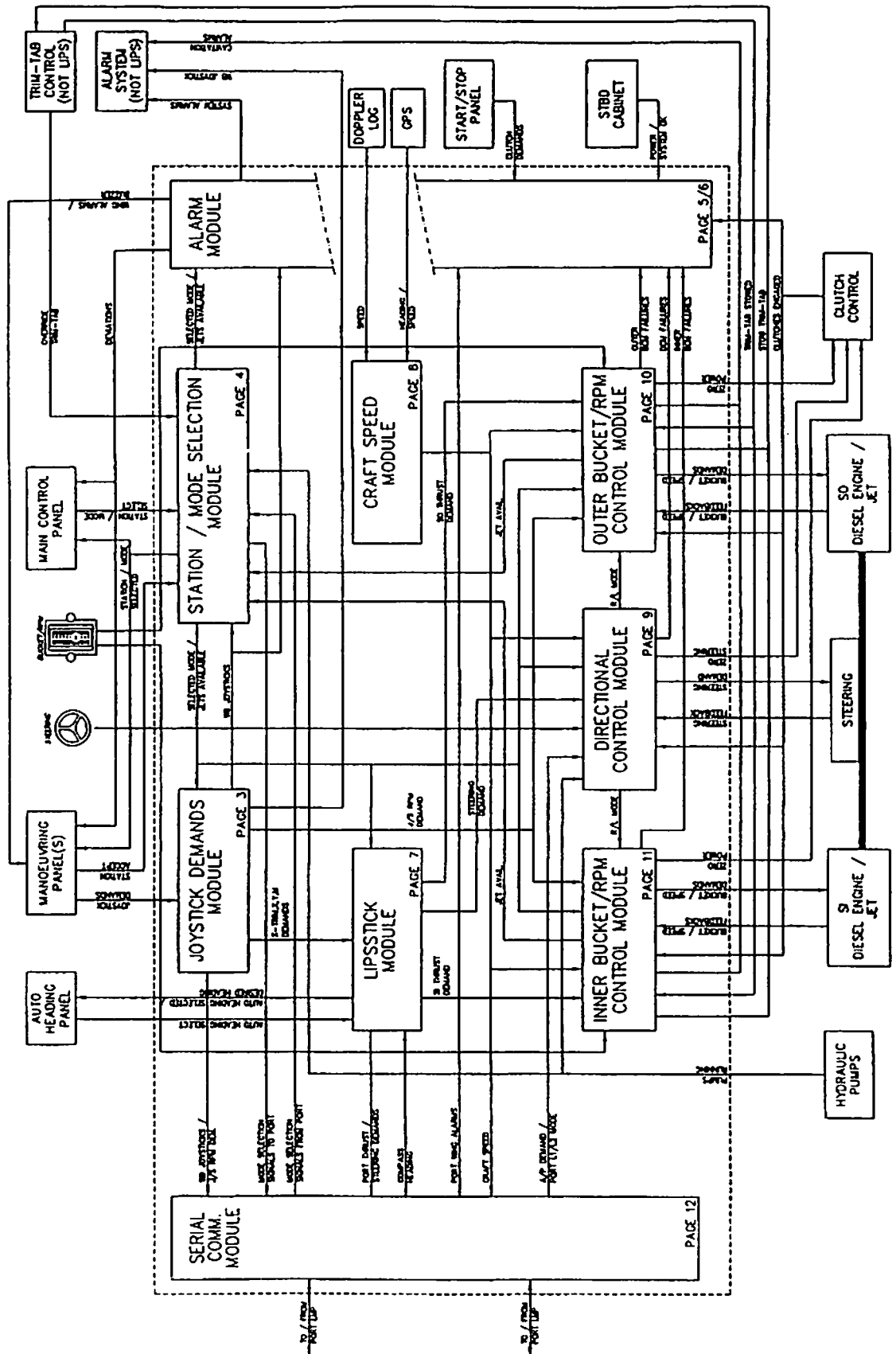


Fig 4. Esquema de bloques del sistema LIPS de estribor

- En la estación de maniobra usando los botones de rpm, desde mínima (idle) a menos de la mitad del rango de velocidad, independientemente de la posición de la cubeta.

Nota importante: después de conectar el sistema o de una pérdida de un motor durante una operación de embragado, hay que resetear el sistema (resetear alarmas) mediante los pulsadores de clutch out. Ello se debe a que una serie de alarmas están inhibidas mientras los embragues están desconectados. Al dar la orden de conexión a los embragues se elimina la inhibición de dichas alarmas. Por lo tanto si un motor se desembraga por si sólo o no entra el embrague después de un Clutch In, hay que pulsar en Clutch Out para que el sistema vuelva a inhibir las alarmas.

2.5.- Modos de operación

La operación del sistema se puede hacer en modo Normal o en modo Backup para cada waterjet. En la estación principal de puente tenemos:

- Normal: control de seguimiento de la cubeta, del steering y de las rpm. La cubeta y las rpm se controlan mediante la palanca a través de la sección BCM del LMP. El steering se controla mediante la rueda o mediante el piloto automático a través de la sección DCM del LMP.
- Backup: tanto la cubeta como el steering se controlan directamente mediante jogswitch utilizando la combinación maestro/esclavo para las cubetas (cuando los dos jets del mismo casco están en este modo) o individualmente cuando solo un jet está en backup. Las rpm se controlan mediante las respectivas palancas de empuje sólo en la zona avante.

En cualquiera de los dos modos, la cubeta debe de estar todo avante o todo atrás antes de aumentar las rpm. Se puede utilizar cualquier combinación de los modos anteriores con el ajuste de las rpm aproximadamente igual a la misma posición de las palancas en la zona avante.

Para la operación con la estación de maniobra, todos los jets se operan en control Normal (lipstick) o Backup. Cuando se selecciona el control backup todos los jets pasan automáticamente a control mediante jogswitch con las cubetas en cada casco en relación maestro/esclavo.

- Normal: los ángulos de bucket y de steering se fijan mediante el lipstick y el botón giratorio de momento de giro. Hay un pequeño aumento en las rpm de los jets que excede el máximo atrás. Esto es necesario para adaptar el empuje adicional de los jets, teniendo en cuenta que el 68% avante equivale al 100% de empuje atrás. Las rpm se fijan mediante el botón común de rpm. Las máximas rpm permitidas se obtiene

3.2.- Parada Súbita (Crash stop)

Cuando la palanca se pasa de golpe de todo adelante a todo atrás, ocurre la siguiente secuencia:

- Las rpm de los motores se reducen al punto de seguridad para el movimiento de los buckets y de los flaps. Este punto está situado aproximadamente en 20 seg después del movimiento de la palanca, con el motor aproximadamente a una 500 rpm.
- En este punto el bucket comienza a moverse atrás. Este movimiento dispara el comando de recogida de flaps (flaps up), de modo que se consigue la situación de flaps arriba la vez que el bucket alcanza o pasa por su posición neutra (zero thrust). Las rpm del motor, deberían ser en este punto aproximadamente las mínimas (idle = 330 rpm).
- Si se requiere luego todo atrás el motor acelera según la rampa correspondiente, después de que el bucket haya alcanzado su posición de todo atrás.

Debe recordarse que el control con piloto automático debe pasarse a manual cuando se ha hecho esta maniobra. Además demasiada velocidad atrás (> 6 nudos) provoca que los flaps bajen por efecto del chorro de agua y esto puede afectar a la correcta maniobra hacia atrás.

3.3.- Indicación de fallos

Durante el control normal, los leds de desviación no deben de encenderse. Sin embargo en algunas situaciones sí se encienden (flashing):

- Antes de conectar los embragues o por ejemplo con motor parado.
- Cuando las rpm reales no alcanzan a las rpm solicitadas. Se pueden encender de forma transitoria (diferencial fijado al 20%) cuando las palancas se pasan a todo adelante no estando el barco a alta velocidad. De todos modos, cuando la velocidad del barco se va aproximando a la deseada y por tanto las rpm de los motores se aproximan a las solicitadas, los leds de desviación se apagan.
- Incapacidad del bucket o del steering de alcanzar la posición pedida (diferencial del 50%). Este problema puede ser debido a una insuficiencia en el sistema hidráulico (bomba PTO no operativa, etc). Otros fallos que pueden ocurrir, concernientes a las secciones BCM (bucket control module) o DCM (steering control module) del LMP, proporcionan alarmas a ISIS. Sus causas pueden ser:
 - Cable abierto o roto entre el potenciómetro de control (palanca de control o rueda) y el BCM o DCM.
 - Cable roto entre el transductor de feedback y el BCM o DCM o transductor averiado.

- Fallo del gobierno de la válvula proporcional desde el DCM o el BCM, o bien fusible fundido de la señal que va a dicha solenoide.

En cualquiera de estos casos el bucket o el steering se congela y se enciende el correspondiente led de desviación. Se debe entonces seleccionar control en backup para dicho waterjet inmediatamente.

3.4.- Control en backup

Cuando cualquier jet esta en modo backup, la velocidad del motor correspondiente se controla mediante la palanca de empuje (mediante un potenciómetro separado) en la zona avante (0 a 100% rpm avante). El rango de rpm es el mismo que en modo normal y por lo tanto se puede cambiar de modo al jet con el motor en marcha y a velocidad.

El bucket se controla mediante el jogswitch, mientras que el steering permanece en control normal (control con la rueda).

Cuando los dos jets del mismo casco están en modo backup, tanto el bucket como el steering se controlan mediante el jogswitch de dicha banda.

Notas:

- Como el steering de los dos jets está unido mecánicamente, hay limites para evitar que el jet interior exceda su movimiento permitido.
- Como ocurre también en el modo normal, las rpm no pueden aumentar hasta que el bucket no está en una posición extrema (todo avante o todo atrás).
- Estando un jet en backup, no hay temporización para una parada súbita (crash stop). De todos modos hay varias seguridades:
 - El comando de bucket atrás no se puede utilizar hasta que las rpm. no bajan hasta su rango de seguridad, usando la palanca de empuje . Este punto esta a una 690 rpm motor / 384 rpm eje.
 - Una vez que las rpm bajan de dicho punto, el comando de bucket atrás desde el jogswitch genera una orden de flaps arriba.
 - Solo una vez que los flaps están arriba, es cuando el comando controla la inversión del bucket.

En resumen la serie de eventos en una parada súbita con control en backup es la siguiente:

- Reducir rpm hasta que bajen por debajo del punto de seguridad
- Usar el joggs witch atrás lo que da lugar a una orden de flaps arriba
- Usar el joggs witch atrás, lo que inicia el movimiento de inversión del bucket.

Cuando ambos jets están en modo backup, hay una relación maestro/esclavo para el control de las dos cubetas, siendo el jet exterior el maestro y el interior el esclavo.

Al pasar ambos jets a backup se energiza la tarjeta de comparación electrónica (ECB). Cuando la diferencia de posición de los dos buckets es menor de una determinada banda muerta no ocurre nada.

Cuando se inicia una acción con el joggs witch las solenoides de los dos buckets (avante o atrás) se energizan directamente. Mientras la diferencia de posición entre ellos permanezca dentro de la banda muerta, el joggs witch continúa con el control de ambos buckets.

Cuando la diferencia supera la banda muerta, la tarjeta de comparación detecta esta situación y le quita el control del bucket interior (esclavo) al joggs witch. La ECB se encarga entonces de mover el bucket interior hasta que su posición esté de nuevo dentro de la banda muerta. De este modo las posiciones de los dos buckets se mantienen a la par.

Hay una alarma de fallo de la ECB. Esta alarma se inhibe cuando se vuelve al control a modo normal, a la par que se desenergiza la ECB. También se devuelve el control directo de los buckets al joggs witch, en caso de fallo de la ECB estando el control en modo backup.

Subsistema		Terminales	Descripción
Babor	Estribor	145/146	Alarma de cavitación del jet interior
Babor	Estribor	147/148	Alarma de cavitación del jet exterior
Babor		163/164	Seleccionados a la vez los piloto automático y panel de maniobra
	Estribor	163/164	Fallo de la corredera dopler
	Estribor	165/166	Selección de steering de estribor invertido en estación central

Además se envían a ISIS las siguientes alarmas asociadas:

Subsistema		Descripción
Babor	Estribor	Presión de bomba PTO < 70 bar
Babor		Presión de bomba eléctrica 1 < 70 bar
Babor		Presión de bomba eléctrica 2 < 70 bar
Babor		Presión en manifold de PTO < 140 bar
Babor		Presión en manifold principal < 140 bar
	Estribor	Parad de emergencia de motor exterior
Babor	Estribor	Parad de emergencia de motor interior

6.2.- Fallos de BCM (control normal)

Los efectos de cualquiera de los fallos asociados al BCM son los siguientes:

1. El bucket se congela inmediatamente en la posición en la que se produjo el fallo
2. Aparece la alarma de desviación para dicho bucket
3. Aparece una alarma en ISIS para la parte del BCM que ha fallado

6.3.- Fallos de DCM (control normal)

Los efectos de cualquiera de los fallos asociados al DCM son los siguientes:

1. El steering se congela inmediatamente en la posición en la que se produjo el fallo
2. Aparece la alarma de desviación para el steering de dicho waterjet

