

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y
RADIOELECTRÓNICA NAVAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**Propuesta de mantenimiento para un sistema de
navegación y comunicación integrado**

Jaime Mendoza Aldir
Junio 2015

AGRADECIMIENTOS:

Quiero declarar mi gratitud a todas las personas que me han acompañado durante todos los años de mi carrera estudiantil, que me han ayudado de una u otra manera a llegar a este punto de mi vida, donde culmina mi vida académica.

En primer lugar a mis padres y hermanos que me han ayudado durante toda mi vida con todo lo que estaba en sus manos, con su cariño y sus sacrificios, con los conocimientos y la educación que me han sabido transmitir.

A mis amigos y compañeros, por acompañarme durante todos estos años y que me han ayudado a vencer los obstáculos que se me han presentado.

A todos aquellos profesores que he tenido durante mi carrera académica, desde primaria, pasando por el instituto y acabando en la universidad.

A la empresa OPDR Canarias y sus trabajadores, por permitirme documentarme para el trabajo sin ponerme ninguna traba, y especialmente al alumno Jordi García Caberol por aportarme toda la documentación y responder a mis dudas.

Por último, agradecerles especialmente a Federico Padrón Martín y a Servando Luis León, directores del trabajo, el que me hayan ayudado a la realización del mismo, aportándome sus conocimientos, experiencia, consejos y por la paciencia mostrada. Y por el cariño que le muestran a todos y cada uno de sus alumnos.

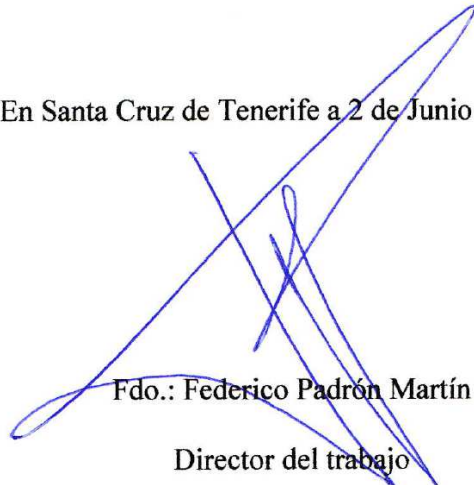
Dr. D. Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante Doctor del área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Jaime Mendoza Aldir, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: *“Propuesta de mantenimiento para un sistema de navegación y comunicación integrado”*.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 2 de Junio de 2015.



Fdo.: Federico Padrón Martín
Director del trabajo

D. Servando Luis León, Profesor asociado del área de Ingeniería de los procesos de fabricación, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Jaime Mendoza Aldir, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: *“Propuesta de mantenimiento para un sistema de navegación y comunicación integrado”*.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 2 de Junio de 2015.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the printed name of the signatory.

Fdo.: Servando Luis León

Director del trabajo

Índice de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	OBJETIVOS	7
III.	REVISIÓN Y ANTECEDENTES	11
3.1	BUQUE O.P.D.R. ANDALUCÍA	11
3.1.1	<i>Datos del buque</i>	12
3.1.2	<i>Naviera OPDR Hamburg</i>	24
3.2	APARATOS DE NAVEGACIÓN GENÉRICOS	33
3.2.1	<i>Sonda</i>	33
3.2.2	<i>GPS</i>	34
3.2.3	<i>Radar</i>	38
3.2.4	<i>ECDIS</i>	40
3.2.5	<i>Corredera</i>	40
3.2.6	<i>VHF</i>	41
3.2.7	<i>Navtex</i>	42
3.2.8	<i>AIS</i>	43
3.2.9	<i>Aguja giroscópica</i>	43
3.2.10	<i>Clinómetro</i>	45
3.3	SISTEMA DE NAVEGACIÓN INTEGRADO	46
3.3.1	<i>Definición</i>	46
3.3.2	<i>Objetivo de un sistema integrado de navegación</i>	48
3.3.3	<i>Requisitos de un sistema integrado de navegación</i>	48
IV.	METODOLOGÍA	53
V.	RESULTADOS	57
5.1	DESCRIPTIVA DEL PUENTE DEL BUQUE	57
5.2	SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACIÓN DEL BUQUE	58
5.2.1	<i>Repetidores de los sensores del buque</i>	60
5.2.2	<i>Equipos de comunicaciones</i>	64
5.2.3	<i>Equipos de ayuda a la navegación</i>	67
5.2.4	<i>Esquema del sistema integrado del buque OPDR Andalucía</i>	74
5.3	ASPECTO BUROCRÁTICO DEL MANTENIMIENTO	76
5.4	PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE NAVEGACIÓN	84

5.4.1	<i>Mantenimiento Correctivo en los equipos del puente</i>	84
5.4.2	<i>Mantenimiento Preventivo en los equipos del puente</i>	85
5.4.3	<i>Inspecciones periódicas marcadas por normativa</i>	87
5.4.4	<i>Actualización a realizar en el plan</i>	93
5.5	NORMATIVA QUE AFECTA AL SISTEMA INTEGRADO DE NAVEGACIÓN.....	96
5.5.1	<i>Mantenimiento</i>	96
5.5.2	<i>Diseño y funcionalidad</i>	101
VI.	CONCLUSIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA	109

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Perspectiva del buque OPDR Andalucía.....	11
Ilustración 2. Detalle motor 12 VM 32 C	12
Ilustración 3. Detalle del motor auxiliar MAN D 2842 LE 301.	13
Ilustración 4. Bandera del distrito marítimo de Tenerife.....	14
Ilustración 5. Carta del puerto de Tenerife a 1995	14
Ilustración 6. Bandera de la provincia marítima de Las Palmas.	15
Ilustración 7. Mapa de balizamiento del puerto de La Luz	15
Ilustración 8. Bandera de la provincia marítima de Sevilla.	16
Ilustración 9. Detalle de la Dársena del Batán.....	16
Ilustración 10. Logo corporativo de la sociedad de clasificación Germanischer Lloyd.....	24
Ilustración 11. Logo corporativo de OPDR.....	25
Ilustración 12. Medidas contenedores Pallet Wide.	26
Ilustración 13. Medidas contenedores Estándar.	27
Ilustración 14. Medidas contenedores Flat Rack.	27
Ilustración 15. Medidas contenedores Open Top.....	28
Ilustración 16. Medidas contenedores Frigoríficos.....	29
Ilustración 17. Ejemplo de código identificativo de contenedores.	29
Ilustración 18. Detalle de un sistema de fijación del tipo Twistlock.	30
Ilustración 19. Esquema de un tensor puente.....	31
Ilustración 20. Cantonera de un contenedor.....	31
Ilustración 21. Detalle de las guías de un buque portacontenedores.	31
Ilustración 22. Estilos de placas base.	32
Ilustración 23. Trincas aplicadas a un contenedor.....	32
Ilustración 24. Distribución de los distintos medios de sujeción.	33
Ilustración 25. Esquema de funcionamiento de un ecosonda.....	34
Ilustración 26. Esquema de la disposición de los satélites del sistema GPS	35
Ilustración 27. Medición de una posición con un solo satélite	35
Ilustración 28. Medición de una posición con dos satélites	36
Ilustración 29. Medición de una posición con tres satélites	36
Ilustración 30. Pantalla de un ARPA	40
Ilustración 31. Equipo de VHF	41

Ilustración 32. Reloj de a bordo con los periodos de silencio	42
Ilustración 33. Equipo Navtex	42
Ilustración 34. Esquema interno de un girocompás.....	44
Ilustración 35. Precesión de un girocompás con balístico y amortiguamiento	45
Ilustración 36. Detalle de un clinómetro	45
Ilustración 37. Esquema de un sistema de navegación integrado.....	47
Ilustración 38. Panorámica del gobierno del buque OPDR Andalucía	57
Ilustración 39. Panorámica del cuarto de derrota de OPDR Andalucía	58
Ilustración 40. Ejemplo de formato del transporte de datos en NMEA 0183 para un GPS	59
Ilustración 41. Cableado RS422	60
Ilustración 42. Comunicación digital diferencial.....	60
Ilustración 43. Repetidor de la señal del ecosonda de la zona de gobierno	61
Ilustración 44. Ecosonda GDS 101 de la marca Raytheon Anschütz de la derrota.....	61
Ilustración 45. Repetidores girocompás y control de los distintos compases del buque.....	62
Ilustración 46. Visor de la magistral.	62
Ilustración 47. Repetidores de la posición del timón.....	63
Ilustración 48. Repetidor de la corredera.....	63
Ilustración 49. Equipo meteorológico Lambretch.....	64
Ilustración 50. VHF 1000 SKANTI.....	65
Ilustración 51. VHF 1000 DSC Raytheon Anschütz	65
Ilustración 52. Equipo MF/HF TRP1150 Raytheon Anschütz.....	66
Ilustración 53. Ejemplo de señal F1B.....	66
Ilustración 54. Equipo NAVTEX NCR-333 de la marca JRC.....	67
Ilustración 55. Equipos Inmarsat-C de Thrane & Thrane	67
Ilustración 56. Diagrama de Bloque del GPS MX420	68
Ilustración 57. Equipo GPS MX420 ubicado en la derrota del buque	68
Ilustración 58. Equipo GPS MX420 ubicado en el gobierno del buque.....	69
Ilustración 59. Transpondedor AIS de la clase A de la marca Koden	69
Ilustración 60. Panel del piloto automático NP2015.....	70
Ilustración 61. Selector del tipo de gobierno.....	70
Ilustración 62. ARPA en configuración de banda S en la banda de Babor	71
Ilustración 63. ARPA Raytheon en configuración de banda X en la banda de Estribor.....	72
Ilustración 64. ECDIS Raytheon del cuarto de derrota.....	72
Ilustración 65. ECDIS Raytheon de la zona de gobierno.....	74
Ilustración 66. Esquema de la interrelación de los equipos que conforman el sistema de integración del buque	75
Ilustración 67. Guía del Mantenimiento de los equipos del puente del Buque OPDR Andalucía	78
Ilustración 68. Formulario de Informe de la acometida de un trabajo de mantenimiento e inspección	79

Ilustración 69. Formulario de pedido de materiales o servicios a empresas externas	80
Ilustración 70. Ejemplo de registro de un trabajo realizado por una empresa externa.....	82
Ilustración 71. Anexo XVII - Albarán de recepción de materiales a bordo	83
Ilustración 72. Esquema de aparición de fallos a lo largo de la vida útil del equipo	86
Ilustración 73. Primera página del informe de la prueba anual del VDR.....	88
Ilustración 74. Segunda página del informe de la prueba anual del VDR.....	89
Ilustración 75. Tercera página del informe de la prueba anual del VDR	90
Ilustración 76. Cuarta página del informe de la prueba anual del VDR.....	91
Ilustración 77. Plantilla del Certificado de Compensación de Agujas Náuticas para el Buque OPDR	
Andalucía	92
Ilustración 78. Tablilla de Desvíos del certificado de compensación de agujas náuticas.....	93
Ilustración 79. Primera página del informe para la prueba del sistema de identificación automática ..	94
Ilustración 80. Segunda página del informe para la prueba del sistema de identificación automática .	95
Ilustración 81. Portada del Manual de Gestión de la seguridad del OPDR Andalucía	97
Ilustración 82. Primera página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía.....	98
Ilustración 83. Segunda página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía	99
Ilustración 84. Tercera página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía	100

Índice de tablas

Tabla 1. Datos característicos del Buque OPDR.....	12
Tabla 2. Dimensiones máximas de los buques para su paso por las esclusas del Guadalquivir.....	19
Tabla 3. Checklist de los equipos que se ven sometidos a mantenimiento correctivo	85
Tabla 4. Checklist de los equipos que se someten al mantenimiento preventivo.....	87
Tabla 5. Checklist de los equipos que se han de someter a una inspección externa periódicamente ...	87

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El tema principal de este trabajo es el realizar un análisis del funcionamiento de un sistema de navegación y comunicación integrado, viendo los equipos que lo componen, y el otro aspecto importante del trabajo es el mantenimiento que se le realiza a estos equipos.

A modo de desglose del trabajo de fin de grado, se define a continuación los aspectos que engloban cada uno de los apartados del mismo:

En el **Apartado II. Objetivos**, se muestra al lector lo que se pretende alcanzar a conocer en la realización del trabajo.

En el **Apartado III. Revisión y Antecedentes**, se busca enmarcar físicamente el trabajo de fin de grado, definiendo el buque sobre el que se han obtenido los datos del trabajo, el funcionamiento de los equipos de navegación y definir lo que es un sistema de navegación integrado.

En el **Apartado IV. Metodología**, se define el procedimiento llevado a cabo en la realización de los dos principales apartados del trabajo, siendo estos el apartado III y el V.

El **Apartado V. Resultados**, es aquel en el que se presenta la información obtenida con el trabajo de campo, aportando informes, esquemas e imágenes in situ.

En el **Apartado VI. Conclusiones**, se muestran las conclusiones que se han podido obtener con la elaboración del presente trabajo fin de grado.

En el último capítulo del trabajo, llamado **Bibliografía**, se presentan las distintas fuentes de obtención de información que se han empleado en la elaboración del trabajo de fin de grado, incluyendo informes, páginas Web, convenios, etc.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

A continuación expongo los objetivos propuestos en este trabajo de fin de grado:



III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

En este apartado del trabajo de fin de grado se presentará la información relativa sobre el buque sobre el cuál se va a hacer el estudio, en este caso el buque es el O.P.D.R. Andalucía, un buque Con/Ro (De transporte de contenedores y carga rodada) perteneciente a la empresa OPDR, se verán las características técnicas del mismo, los tipos de contenedores que puede transportar, las características de los puertos de paso del buque, etc.

3.1 Buque O.P.D.R. Andalucía

El buque OPDR Andalucía es un buque de la clase Con/ Ro, es decir carga contenerizada y carga rodada. Pertenece a la empresa OPDR Hamburg y más en concreto a la sucursal de esta en España que tiene el mismo nombre que el buque gemelo del OPDR Andalucía, el OPDR Canarias que juntos conforman la flota de la empresa que hace de puente entre la península ibérica y las islas canarias [1].



Ilustración 1. Perspectiva del buque OPDR Andalucía.

Fuente: Fleetmon [2]

3.1.1 Datos del buque

Los datos característicos más importantes del buque se especifican a continuación.

Eslora total	145,00 m
Manga	22,00 m
Calado	6,00 m
Peso muerto	7282 T
Número de remolques	61
Capacidad de carga contenerizada	500 TEU
Velocidad de crucero	16,5 Knt
Potencia propulsora	6000 kW
Número I.M.O.	9331206
Distintivo de llamada	ECKZ

Tabla 1. Datos característicos del Buque OPDR

Fuente: Datos buque OPDR Andalucía [1]

3.1.1.1 Planta propulsora

El motor principal del buque es de la marca Caterpillar y más concretamente es el modelo 12VM32C que desarrolla una potencia de 6000 kW, y tiene un consumo específico de 189 g/kWh [3].

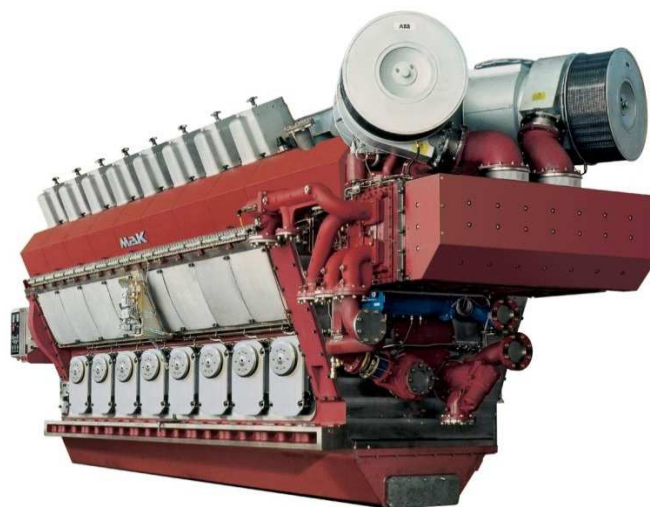


Ilustración 2. Detalle motor 12 VM 32 C

Fuente: Caterpillar [4]

3.1.1.2 Planta generadora

Tres motores auxiliares MAN D 2842 LE 301 de un consumo de 200 g/kWh que da cada uno 600 kW, los tres conectados en paralelo dan 1902 kW a 1800 r.p.m. y un generador de cola que da 1500 kW [3].

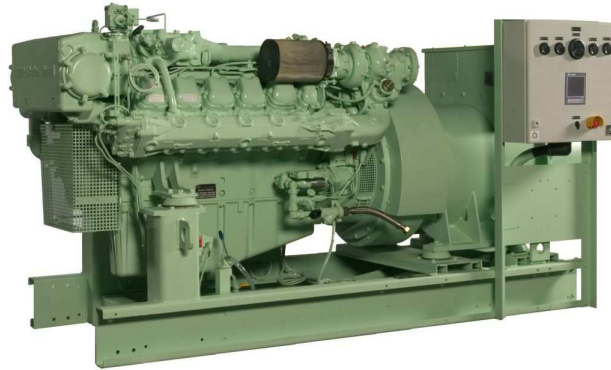


Ilustración 3. Detalle del motor auxiliar MAN D 2842 LE 301.
Fuente: Lindenberg Anlagen [5]

3.1.1.3 Puertos de recalada

El buque como se dijo antes cubre la ruta entre los puertos de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria y Sevilla.

A continuación se presentarán imágenes ilustrativas de los detalles de cada uno. En primer lugar se tiene una carta de recalada del puerto de Tenerife, donde se puede apreciar los distintos faros del muelle, las sondas de las cercanías del puerto con el fin de ver si el buque es capaz de pasar por ciertas zonas del mismo, y también se pueden apreciar los distintos muelles de los que dispone el mismo puerto, al ser esta carta de 1995 hay que tener en cuenta que las sondas, los muelles y en general las distintas zonas de la carta pueden estar desfasadas, con lo que si uno se deja guiar por estas puede dar lugar a accidentes debido a seguir una guía errónea, es por ello que los buques deben llevar la carta más nueva existente, o bien pegar los distintos parches de carta que incluyan las actualizaciones que se van produciendo. Un ejemplo de este desfase es el que se puede apreciar en la carta con la presencia del astillero Nuvasa que se ubicaba en la dársena del Este.



Ilustración 6. Bandera de la provincia marítima de Las Palmas.

Fuente: Wikipedia [6]

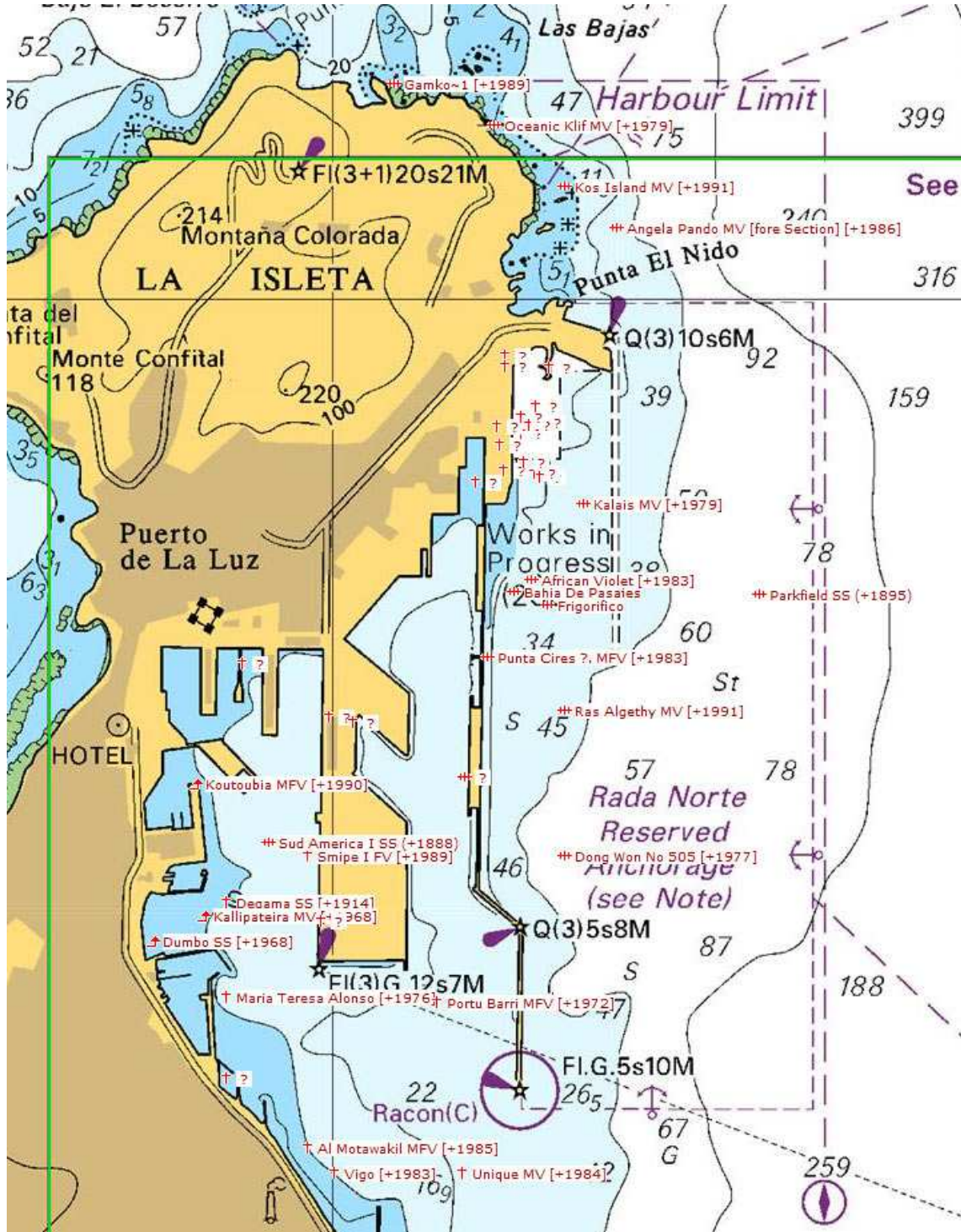


Ilustración 7. Mapa de balizamiento del puerto de La Luz

Fuente: Grandio [9]

Por último el buque pone rumbo al puerto de Sevilla al cual se accede tras recorrer ochenta kilómetros del río Guadalquivir, este constituye el único puerto fluvial de España



Ilustración 8. Bandera de la provincia marítima de Sevilla.
Fuente: Wikipedia [6]

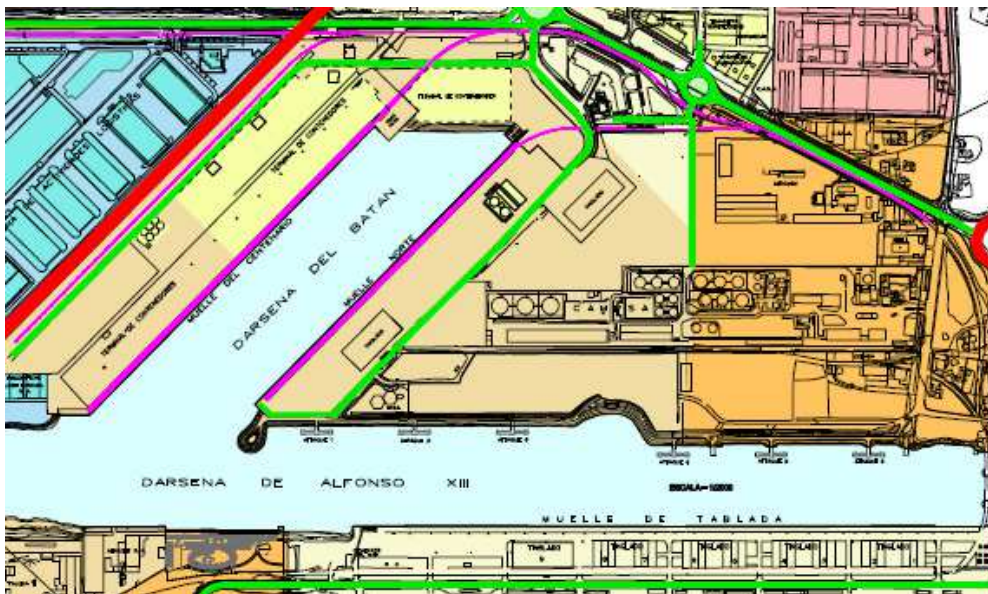


Ilustración 9. Detalle de la Dársena del Batán.
Fuente: Puerto de Sevilla [10]

3.1.1.4 Especificidades de la navegación por la vía fluvial del Guadalquivir

Debido a que el buque navega por el Guadalquivir es necesario especificar las particularidades de una navegación por una vía fluvial

3.1.1.4.1 Navegación fluvial

La navegación de un buque por zonas de navegación como canales y ríos se debe realizar con un práctico a bordo, al cuál se le debe suministrar toda información de las características del buque que haya disponibles. Esto es debido a las constantes variaciones de las profundidades de la zona, debido a estas variaciones se realizan trabajos constantes de dragado de fondos. Al entrar en un río el gobierno se pasará a manual y los timoneles alternarán cada dos horas. Se llevará el barco con atención a la

máquina, se mantendrá el personal necesario a proa y se dispondrán las anclas en posición de listo para fondeo.

Con el fin de tener la ubicación del buque definida a cada momento el oficial al mando deberá ir marcando los pasos por boyas o cualquier marca que pueda servir de referencia.

En ciertas zonas de pasos estrechos como son los ríos, la autoridad obliga a los buques a portar unas luces especiales en caso de que estén realizando el paso en horario nocturno, que el buque debe llevar listas para mostrarlas con la mayor brevedad posible.

Se dan casos de ríos que al desembocar en mares sin marea, estos mantienen una corriente constante en cuanto a sentido. Cuando el mar sí se ve afectado por la marea, esta se propagará a lo largo del río dando lugar a cambios en la corriente del mismo. Durante la creciente, la marea producida contrarresta la acción del flujo normal del río y puede llegar a invertir el sentido del mismo. Con la vaciante, las corrientes del río y de la marea se suman y dan corrientes de mayores magnitudes; con la marea en estado de calma, solamente actúa la corriente del río.

Dado que existen numerosos puertos en el interior de los ríos, los horarios de navegación se ven regulados por la marea del río, y por el propio puerto. Se darán ocasiones en las que será mas favorable remontar o descender el rio con la creciente, otras en la pleamar, y otras incluso cuando el río empieza a verse afectado por la vaciante. Los factores que determinan cada situación son: Distancia entre el puerto fluvial y la desembocadura del rio, la velocidad del buque, La velocidad máxima permitida por la regulación de la navegación del río, la relación entre la corriente del río y la marea, así como particularidades del cauce del propio río.

Por lo general, como es lógico, conviene navegar a favor de la corriente y en las maniobras de fondeo o atraque del buque han de hacerse con la proa enfrentada a la corriente.

Con regularidad el trascurso del río es tan largo que no se puede llevar a cabo en una sola marea. En esos casos se ha de fondear con la vaciante, y esperar a la siguiente crecida.

Una particularidad de esta clase de navegación es que el buque siempre se va a ver sometido a una corriente, ya sea ascendiente o descendiente. En tramos rectos, esto no tiene mayor relevancia que en la velocidad del buque, ya sea aumentándola o disminuyéndola, en función de que la corriente vaya a favor del movimiento del buque o en contra.

En los recodos de los ríos es cuando las corrientes cobran una mayor importancia, dado que provocará el desplazamiento indeseado del buque, pudiendo acarrear grandes riesgos, ya sea aproximación a tierra u otro buque, o a una zona de fondo inferior al que necesita el buque [11].

3.1.1.4.2 Maniobra en aguas interiores

Entendemos por aguas interiores, limitadas o restringidas, a la zona que va desde la dársena del puerto a alta mar. En esta definición quedan incluidos los ríos, rías, estuarios, bahías y por lo general las aguas próximas a la costa en la que la existencia de piedras, zonas someras, o por se una zona de un transito de buques masivo, se hace necesario el navegar con mayor precaución.

Las zonas de aguas restringidas suelen coincidir con aguas poco profundas. Por consiguiente, se debe tener en cuenta que estas zonas limitan las velocidades de tránsito.

Otra característica de esta clase de vías de navegación es la rapidez con la que se han de hacer cambios de rumbo y que son zonas de un paso normalmente estrecho, lo que propiciará que en ocasiones sea necesario maniobrar con las máquinas. Por otra parte, esta rapidez en la sucesión de los acontecimientos esta rapidez en la sucesión de los acontecimientos complica el llevar la derrota en la carta de la manera tradicional. Lo más probable es que una vez trazada la situación en la carta, esa situación sea irrelevante por haberse dejado atrás hace mucho, relativamente hablando. Si bien es cierto que se puede dar el caso de ir a la misma velocidad en alta mar que en un río, pero no es lo mismo un desvío de media milla en alta mar que en una zona en la que la navegación debe ser más precisa.

Con todo lo anterior, Es lógico pensar que el oficial de puente llevará la navegación directamente a ojo con ayuda de enfilaciones, demoras y distancias radar, así como con una carta los más a mano posible. Todo esto sin implicar que el oficial de derrotas lleve a cabo una toma de situaciones en otra carta aparte.

Antes de la llegada a aguas costeras se debe estudiar la situación de la zona con ayuda de cartas, derroteros y libros de faros. Debiéndose señalar en la carta puntos notables, enfilaciones, bajos y distancias radar. Cuanto más exhaustivo sea el estudio, más segura será la navegación. Esto es debido a que una vez se entre en la zona de navegación, los acontecimientos se van a precipitar rápidamente y puede no haber tiempo de reacción o para tomar situaciones.

Una vez estudiada la zona es muy conveniente trazar sobre la carta la derrota a seguir, indicando el mayor número de datos para llevarla a cabo correctamente [11].

3.1.1.4.3 Esclusas del puerto de Sevilla

El puerto de Sevilla consta de una nueva esclusa a su disposición para la elevación de la altura de los buques, estos últimos debido a las limitaciones que ofrece un elemento de este tipo, deben tener características inferiores a estos datos.

Manga	39 m
Eslora	280 m
Calado	11 m

Tabla 2. Dimensiones máximas de los buques para su paso por las esclusas del Guadalquivir
Fuente: Puerto de Sevilla [12]

El representante del armador, al solicitar el atraque para el buque en la comisaría del puerto, declarará que conoce estas limitaciones y que las dimensiones del buque son inferiores a ellas, al igual que se dará por asumido que el mando del buque conoce dichas limitaciones y las asume.

El paso por la esclusa de buques que rebasen ligeramente algunas de las limitaciones, solamente podrá ser autorizado previa solicitud escrita por la dirección del puerto, la que, de acceder a ello, fijará las condiciones y medidas a adoptar, tras haberlo consultado con la autoridad de marina.

Al aproximarse el buque a la esclusa, ya sea desde la mar o tras salir del puerto de Sevilla, deberá el mando del mismo establecer contacto con la torre de control de la Exclusa pidiendo el servicio de la misma por medio de la emisora VHF, o emitiendo la señal acústica LARGA-CORTA-LARGA. De la torre de control el buque obtendrá

información sobre la situación del cuenco respecto a la maniobra que se desea realizar, así como el turno de paso respecto a los demás buques que en ese momento quieran hacer uso de la esclusa. En todo caso, una vez avistada la esclusa, la comunicación con la torre de control se realizará preceptivamente por medio del semáforo.

En la parte superior del puesto de control de la esclusa, existen dos semáforos constituidos por sendos triángulos metálicos visibles desde los respectivos accesos N y S.

En la base de los triángulos hay una serie de luces blancas formando una línea horizontal y en la altura de los mismos otra serie de luces blancas formando una línea vertical.

En cada uno de los triángulos hay asimismo dos luces, una verde y otra roja.

El código de señales es:

- a) Señal de paso autorizado al cuenco.

De día: Línea vertical de luces blancas centelleantes.

De noche: Luz verde fija.

- b) Señal de prohibición de entrada al cuenco.

De día: Línea horizontal de luces blancas centelleantes.

De noche: Luz roja fija.

Las señales visuales son preceptivas, con independencia de la utilización del radioteléfono VHF.

Los buques que naveguen en las proximidades de la Esclusa lo harán a marcha moderada.

La utilización de la esclusa en condiciones climatológicas adversas tales como niebla, chubascos, etc., y con niveles extraordinarios del río por crecidas, está sujeta a la autorización especial de la torre de control, la que indicará en cada caso los momentos en que el paso es posible y las medidas y condiciones a adoptar. Debido a la existencia de cables submarinos de conducción eléctrica y telefónica se prohíbe el fondeo y arrastre de anclas, en las zonas de las compuertas y sus proximidades, así como llevarlas apeadas durante toda la maniobra de paso.

La Esclusa funcionará siempre que sea solicitada por cualquier tipo de buque, los que irán utilizando la misma por orden de llegada, previa petición del servicio a la torre de control. Los buques que tengan el cuenco de la esclusa a su nivel de agua tendrán preferencia de paso respecto a los que lo hagan en sentido contrario, esto será comunicado por la torre de control.

A pesar de todo lo anterior se podrá ceder la preferencia a otro buque siempre que exista acuerdo entre los mandos de los mismos y que la torre de control no tenga inconveniente en dicho acuerdo. Autorizado el acceso al cuenco por medio del semáforo y abiertas las compuertas, las maniobras del buque como son las de situarse dentro de dicho cuenco, atracado al aparataje del mismo, así como las de desatraque y salida de aquel, una vez efectuado el nivel del agua y abiertas las compuertas, serán ordenadas por el mando del buque, siendo únicamente responsabilidad des este el llevarla a cabo con seguridad y toda consecuencia que puedan dar lugar en caso de accidente. Sin embargo, corresponde al puesto de control la decisión de la entrada del buque al cuenco de las esclusas, la apertura y cierre de las compuertas para el acceso al cuenco y salida de este y la ejecución de los niveles de agua.

Según su tamaño, puede darse el caso de que en una misma maniobra puedan entrar en el cuenco, simultáneamente dos o más unidades. Para ello debe existir acuerdo entre los mandos y la torre de control, dicha conformidad por parte de la torre no incluye la asunción por la misma de las posibles consecuencias que se puedan dar como puede ser el choque entre ambos buques o con las instalaciones de la esclusa. No obstante, queda prohibida la utilización simultánea del cuenco cuando alguno de los buques transporte combustibles líquidos o mercancías peligrosas.. La dirección del puerto podrá fijar un horario de paso por la Esclusa para las embarcaciones menores o deportivas, en fechas de gran afluencia.

En el caso de averías, daños o perjuicios que se produzcan a las instalaciones de la Esclusa será de aplicación lo dispuesto en el Capítulo IX, artículos 66 al 73 del Reglamento de Servicios, Policía y Régimen del Puerto de Sevilla, y en cuanto a la normativa sobre sanciones a aplicar, lo establecido por el Capítulo X del mismo reglamento [11].

3.1.1.5 Bandera y registro del buque

El buque enarbola la bandera del pabellón español y está inscrito en el registro especial Canario (REBECA).

3.1.1.5.1 Registro especial Canario

Este registro fue creado en el año 1992, con la finalidad de fomentar el comercio y la inversión proveniente de grande buques, que antes para beneficiarse de ciertos beneficios fiscales, debían buscar una bandera de conveniencia de países de baja reputación, mientras que el registro Canario al enarbolar la bandera de España da cierta confianza [13].

Las ventajas que se obtienen para la naviera en el caso de poder acogerse a este registro son:

- No tienen obligación de abonar el impuesto de matriculación, que representa aproximadamente el doce por ciento del coste del buque.
- Reducción del noventa por ciento en el impuesto sobre sociedades.
- Reducción del noventa por ciento en la cotización de la empresa a la seguridad social por sus empleados.

Para poder acogerse a estos beneficios el buque debe cumplir los siguientes requisitos:

- El buque debe tener una Tonelaje de peso bruto de 100 GT
- El capitán y el primer oficial deben ser ciudadanos de la Unión Europea.
- La mitad del resto de la tripulación deben cumplir también que sean ciudadanos de la unión europea.

3.1.1.6 Sociedad clasificadora

Una sociedad de clasificación es un ente que regula la calidad del estado de un buque, los buques no tienen la obligación de adoptar una sociedad de clasificación, pero se hace prácticamente necesario dado que todas las entidades aseguradoras piden a un buque tener una sociedad de clasificación de calidad para ofrecerle sus servicios, dado que, que el buque este en una representa un mínimo de calidad y seguridad [14].

3.1.1.6.1 IACS

Existe una asociación de trece entidades de clasificación, se fundó en 1968 en Hamburgo, sirve como una forma de interpretación común de las normas desarrolladas por los estados miembros del IMO, con el fin de facilitar el entendimiento de estas, para que el buque que pertenezca a una de las trece sociedades clasificadoras, cumpla con las normas de su estado, para que este se pueda matricular en el estado de bandera, o que cumpla las normas con el fin de mantenerse dentro de una lista del registro.

La unión de las normas de la I.M.O. con las propuestas por las sociedades para que un buque pueda estar apoyada por ella, se reflejan en el convenio SOLAS (Convenio internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar) [6].

3.1.1.6.2 Germanischer Lloyd

En este caso el buque está registrado en la sociedad clasificadora Germanischer Lloyd. Una entidad que tiene su sede en la misma ciudad que la empresa OPDR, es decir Hamburgo. Se fundó en una reunión de armadores, navieros y aseguradoras en el año 1867. Actualmente esta empresa a cambiado su nombre al fundirse con otra sociedad de clasificación como es Det Norske Veritas, llamándose esta sociedad como, Det Norske Veritas Germanischer Lloyd [6].



Germanischer Lloyd

Ilustración 10. Logo corporativo de la sociedad de clasificación Germanischer Lloyd
Fuente: Safe-Tech [15]

3.1.2 Naviera OPDR Hamburg

3.1.2.1 *Historia*

La empresa fue fundada en 1882 por August Schultze y Hermann Burmester, en un principio la empresa se dedicó a cubrir la ruta entre la ciudad alemana de Oldenburgo y Portugal. Dedicándose a exportar cristal de la ciudad Alemana y volviendo con corcho, la duración de esta ruta era de unos veintinueve días.

A continuación la empresa incorporó la ciudad de Hamburgo a su ruta, para a continuación añadir el puerto de Amberes y Marruecos incorporándose nuevos buques a su flota. Y en el año 1910 fue cuando se incorporó Canarias como nueva línea de la naviera.

Tanto la primera como la segunda guerra mundial supusieron la práctica erradicación de su flota.

Por último, la actualidad de la empresa pasa por disponer de siete buques portacontenedores con doscientos empleados terrestres y cien empleados trabajando en los propios buques [1].



Ilustración 11. Logo corporativo de OPDR.
Fuente: Paukner Marítima [16]

3.1.2.2 Flota

La empresa actualmente dispone de los siguientes buques [1]:

- Buques **portacontenedores**:
 - OPDR CADIZ ← Buques gemelos
 - LAS PALMAS ← Buques gemelos
 - OPDR TENERIFE ← Buques gemelos
 - OPDR LISBOA ← Buques gemelos
 - OPDR TANGER ← Buques gemelos
- Buques **Con/Ro**:
 - OPDR CANARIAS ← Buques gemelos
 - OPDR ANDALUCIA ← Buques gemelos
- Buques **fletados** por OPDR:
 - Elan
 - Ice Crystal
 - Pantonio

3.1.2.3 Contenedores

Los contenedores se crearon con el fin de hacer más simple el transporte de mercancías, creando unas medidas estándares, haciendo así que los espacios se

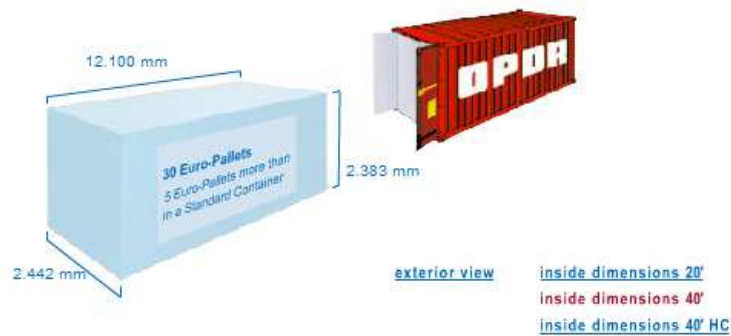
aprovecharan de mejor manera, también sirvieron para unificar todos los medios de transporte, remolques, trenes, etc. Dado que estas medidas eran adecuadas para que los contenedores pudieran ser transportados, cargados y descargados de la manera más simple y rápida posible.

Los contenedores se miden en TEU que es el acrónimo de Twenty-Foot Equivalent Unit, que en español significa Unidad equivalente a Veinte Pies, Las dimensiones estándares de un contenedor de un TEU son: veinte pies de largo, por ocho pies de ancho y ocho pies y medio de altura.

3.1.2.3.1 Clases de contenedores empleados

Contenedor PALLET WIDE

Este tipo de contenedor se usa para el transporte de carga paletizada tiene medidas adecuadas para tener cabida a un mayor número de pallets (treinta) comparado con el contenedor estándar (veinticinco) [17].



Type	Size	Type	ISO	Capacity m ³	Inside Dimensions mm		
					Length	Width	Height
20' Pallet Wide High Cube (OPDR CANARIAS)	2096	PwHc	2EG1	38,4	5.898	2.442	2.668
40' Pallet Wide	4086	Pw	4CG1	70,4	12.100	2.442	2.383
40' Pallet Wide High Cube	4096	PwHc	4EG1	79,57	12.100	2.442	2.693
45' Pallet Wide High Cube	4596	PwHc	45G1	89,2	13.556	2.444	2.693

Ilustración 12. Medidas contenedores Pallet Wide.

Fuente: OPDR [1]

Contenedor ESTÁNDAR

Es el más empleado, en un principio, al ser creado en estados unidos las medidas no se adecuaban a los estándares europeos y por ello los transportes que existían en esa

época en Europa no podían transportar esto por ello, en un principio eran inútiles, hasta que se impuso una normativa ISO que regulaba las medidas de los contenedores [17].



Type	Size	Type	ISO	Capacity m ³	Inside Dimensions mm		
					Length	Width	Height
20' Standard	2086	St	22G0	33,2	5.897	2.350	2.392
40' Standard	4086	St	42G0	67,6	12.032	2.350	2.390
40' High Cube	4096	Hc	45G0	76,43	12.100	2.350	2.688

Ilustración 13. Medidas contenedores Estándar.

Fuente: OPDR [1]

Contenedores FLAT RACK

Este tipo de contenedor se caracteriza por tener los lados y la parte superior descubierta se utiliza para el transporte de elementos voluminosos que no caben en un contenedor estándar [17].



Type	Size	Type	ISO	Capacity m ³	Inside Dimensions mm		
					Length	Width	Height
20' Flat Rack	2086	Fc	22P3		5.612	2.200	2.213
40' Flat Rack	4086	Fc	42P3		11.666	2.224	1.949

Ilustración 14. Medidas contenedores Flat Rack.

Fuente: OPDR [1]

Contenedores OPEN TOP

Su uso es similar al de los Flat Rack, solo que en este caso su uso se limita a cargamentos de gran altura [17].



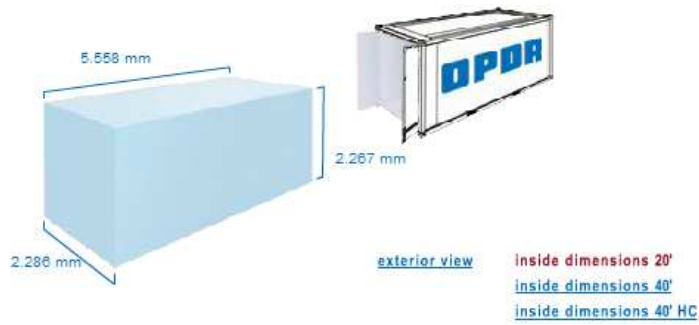
Type	Size	Type	ISO	Capacity m ³	Inside Dimensions mm		
					Length	Width	Height
20' Open Top	2086	Ot	22U1	32,5	5.898	2.342	2.350
40' Open Top	4086	Ot	42U1	65,7	12.032	2.342	2.331

Ilustración 15. Medidas contenedores Open Top.

Fuente: OPDR [1]

Contenedores FRIGORÍFICOS

Como su propio nombre indica la diferencia de esta clase de contenedores es que pueden mantener una cierta temperatura dentro de el con el fin de mantenerla a la adecuada para la carga que llevan dentro, se pueden alimentar de la energía suministrada por el buque o también disponen de motor propio para esa generación de frío cuando no pueden ser alimentados por una fuente externa [17].



Type	Size	Type	ISO	Capacity m³	Inside Dimensions mm		
					Length	Width	Height
20' Reefer	2086	Re	22R1	28,8	5.456	2.290	2.267
40' High Cube Reefer	4096	Re	45RI	68,3	11.578	2.290	2.545
45' High Cube Pallet Wide Reefer	4596	PwHcRe	45R1	83,8	13.303	2.438	2.585

Ilustración 16. Medidas contenedores Frigoríficos.

Fuente: OPDR [1]

3.1.2.3.2 Identificación de los contenedores

Los contenedores deben ser identificados por un código alfanumérico tal que el siguiente [18]:



Ilustración 17. Ejemplo de código identificativo de contenedores.

Fuente: Transporte en contenedor [18]

- Código de propietario: Identifica al dueño de dicho contenedor.
- Identificación del tipo de equipamiento: Clasifica la clase de contenedor que se tiene delante. Habitualmente suele ser la letra U.
- Número de serie: Identificativo que le da la empresa para identificar sus contenedores.
- Dígito de comprobación: Lo que hace es comprobar la veracidad del código de propietario y el número de serie, es el resultado de un algoritmo que hace uso de estos dos últimos.

3.1.2.3.3 Sistemas de fijación de los contenedores

Los buques dentro del buque deben ir sujetos con distintos medios que afirmen al contenedor tanto respecto a los contenedores adyacentes y al buque en sí, para evitar el desplazamiento de la carga. Los distintos medios existentes de trincado se pueden diferenciar en dos clases:

Amarre a otro contenedor: [19]

- Twistlock: Es una pieza de acero que se utiliza para fijar un contenedor a la base sobre la que se ubique, en este caso otro contenedor, el sistema se basa en el giro de un cono rectangular que se mete en un orificio en el contenedor adyacente, y al girar esto provoca que el cono no pueda salir de ninguna manera. Existen dos clases dentro de estos sistemas:
 - Automáticos: Estos Twistlocks se desenganchan de manera automática de los distintos contenedores. Estos son útiles en contenedores que se ubican a gran altura, en los cuales un operario podría correr peligro al desengancharlo.
 - Semi-automático: Esta clase se engancha a los otros de manera automática, pero para su desenganche requieren la intervención de un operario, suelen usarse en los contenedores fijados a cubierta



Ilustración 18. Detalle de un sistema de fijación del tipo Twistlock.

Fuente: Pacific Marine & Industrial [20]

- Tensores puente: Se usa para evitar el movimiento lateral entre las distintos stacks de contenedores. Se coloca entre dos contenedores que se encuentren uno al lado del otro, metiendo sus ganchos en el dado de ambos contenedores.

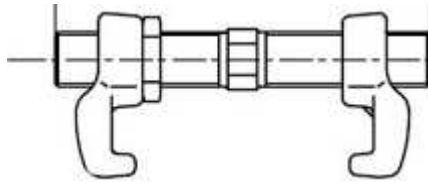


Ilustración 19. Esquema de un tensor puente.

Fuente: Hi-Sea [21]

Tanto los Twistlocks como los tensores puentes se enganchan en los dados que se encuentran en los ocho vértices de un contenedor, unos por sus partes superiores e inferiores (los Twistlocks) y otros por los laterales (los tensores puente)

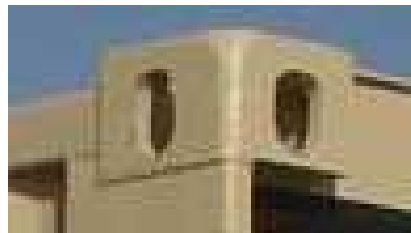


Ilustración 20. Cantonera de un contenedor.

Fuente: Lion Container Ltd. [22]

Fijación entre el buque y el contenedor [23]:

- Guías: Estas sirven para marcar el lugar donde debe ir colocado un contenedor y además aseguran al contenedor con el buque, hacen de soporte ante fuerzas laterales.



Ilustración 21. Detalle de las guías de un buque portacontenedores.

Fuente: Universidad de Cantabria [23]

- Placas Base: Consisten en una piezas soldadas en las tapas de escotilla y en el fondo de la bodega, son hembras para los conos de los Twistlocks colocados en la parte baja de los contenedores.

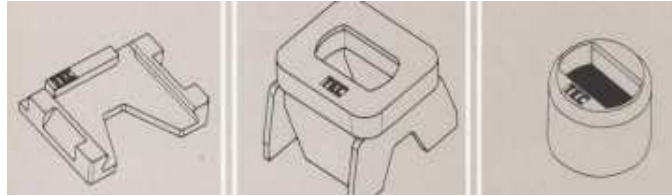


Ilustración 22. Estilos de placas base.
Fuente: Universidad de Cantabria [23]

- Trincas: estos elementos son cadenas, barras o cable, que se unen desde la cubierta hasta la cantonera inferior tanto del segundo contenedor en altura, como con el tercero. Suelen acompañarse de tensores, que serán los que hagan firme la unión cubierta contenedor.



Ilustración 23. Trincas aplicadas a un contenedor.
Fuente: Universidad de Cantabria [23]

Por último se mostrará una ilustración de la distribución de los elementos de fijación, en un buque portacontenedores, para tener una idea más clara.

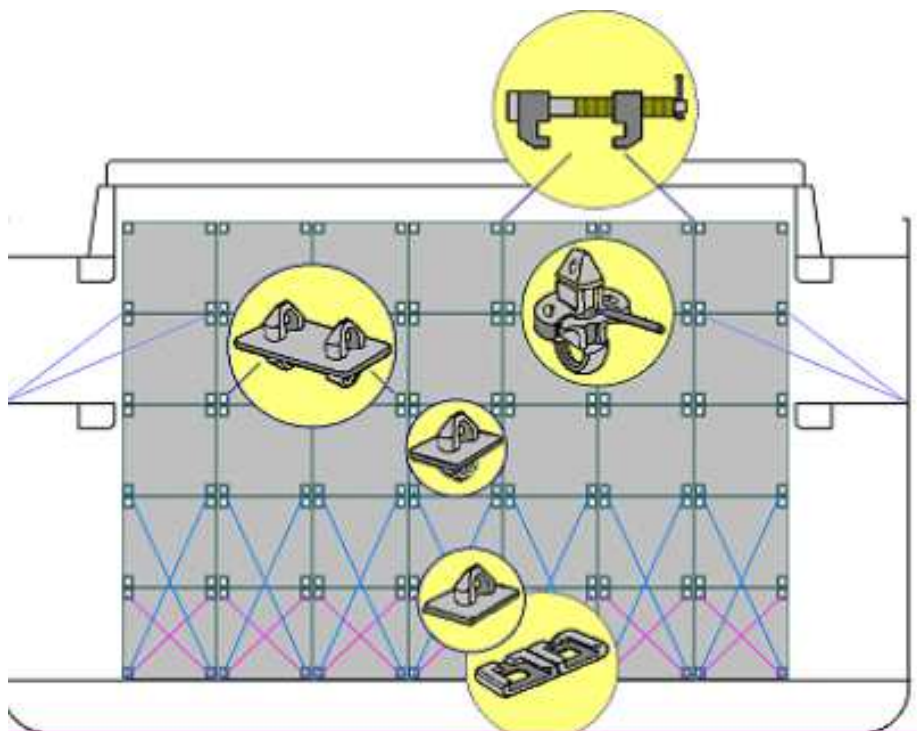


Ilustración 24. Distribución de los distintos medios de sujeción.
Fuente: Universidad de Cantabria [23]

3.2 Aparatos de navegación genéricos

Los buques en la actualidad disponen de diversos sistemas de ayuda a la navegación, que hacen más fácil para el oficial al cargo llevar al buque con seguridad a su destino.

3.2.1 Sonda

Son elementos cuyo fin es el de dar una medida de la profundidad de la que dispone el buque bajo su quilla, las sondas actuales más utilizadas son las ecosondas.

3.2.1.1 Ecosonda

Esta clase de sonda actúa mediante ondas de sonido, este sistema se basa en transmitir impulsos sonoros que son mandados por un transductor que transforma un impulso eléctrico en una señal sónica, para que luego la señal rebotada llega de nuevo al transductor, transformando la señal acústica en eléctrica, esta es enviada al receptor y por último esta será analizada.

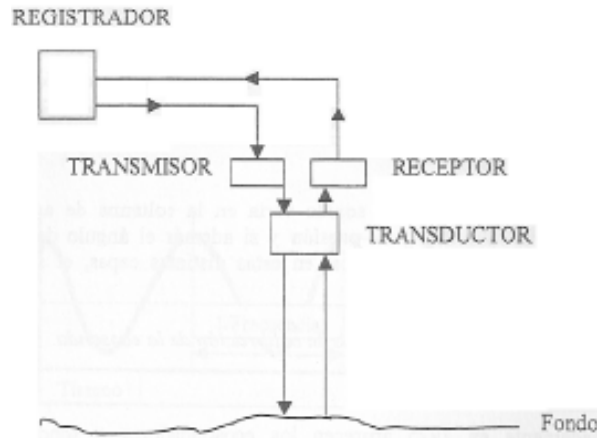


Ilustración 25. Esquema de funcionamiento de un ecosonda
Fuente: Universidad Politécnica de Cataluña [24]

El sistema va montado en la parte inferior del casco, normalmente en la parte de proa del buque para evitar interferencias con el ruido de la hélice.

Lo que hace el sistema es medir el tiempo de retardo que tiene la señal desde su salida a su vuelta al transductor. Haciendo uso de la velocidad de sonido en el medio acuático y el tiempo que tarda esta señal en volver se puede saber el espacio que se dispone entre el fondo del barco y el fondo marino [24].

3.2.2 GPS

GPS son las siglas del sistema de posicionamiento global, es un sistema que fue creado por el departamento de defensa de los estados unidos de américa. En los buques se puede usar para distintos fines:

- Obtención de la Latitud y la Longitud
- Obtención de la velocidad.
- Obtención del rumbo.

El sistema consta en la actualidad de veinticuatro satélites, de los cuales veintiuno están en funcionamiento, y se disponen los otros tres de respaldo, que cubren toda la superficie terrestre en todo momento.

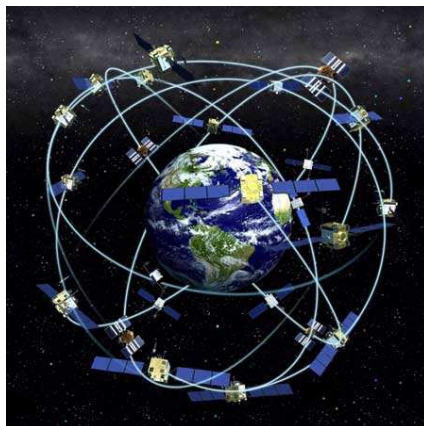


Ilustración 26. Esquema de la disposición de los satélites del sistema GPS
Fuente: Aristasur [25]

Este sistema se basa en la medición de la distancia entre un satélite y un receptor de GPS, por medio de señales de radio, para hallar un punto en un sistema tridimensional en este caso el planeta tierra, se necesitan tres mediciones, para tener un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas, es por ello que cada receptor requiere un mínimo de tres satélites para conocer su posición, pero en realidad se requiere un cuarto satélite que se hace necesario por que existe una cuarta dimensión que es el tiempo [26].

3.2.2.1 Triangulación por satélites

Las posiciones de los satélites del sistema se conocen de manera precisa a cada momento dado, es por ello que sirven de referencia, para realizar medidas.

Si suponemos la medición con respecto a un solo satélite, las posibilidades de puntos en los que el receptor podría estar, formarían una esfera alrededor del satélite con un radio igual a la distancia dada por este, aunque también es cierto que se descartarían en estos casos todos los puntos que se encuentren en el espacio, dado que sabemos que estamos usando el receptor desde un buque que se encuentra a nivel del mar.

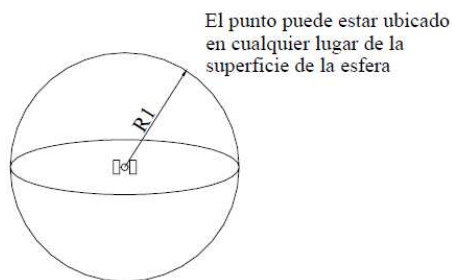


Ilustración 27. Medición de una posición con un solo satélite
Fuente: Sistema de posicionamiento global [26]

Al añadir un segundo satélite a la ecuación la zona de incertidumbre (puntos en los que puede estar el receptor) se ve reducida al perímetro de una circunferencia. Que se produciría por el corte de las dos esferas creadas por cada satélite, teniendo cada una un radio distinto.

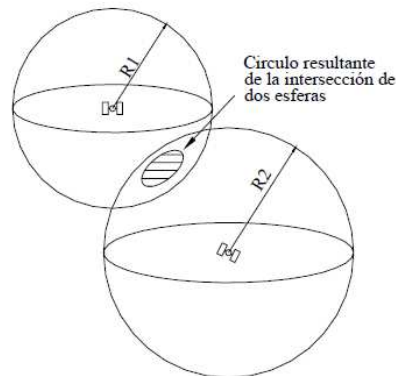


Ilustración 28. Medición de una posición con dos satélites

Fuente: Sistema de posicionamiento global [26]

Al añadir el tercer satélite la esfera de este cortará con la circunferencia que teníamos con dos satélites de forma tangencial, dando como resultado dos puntos, de los cuales uno de ellos se puede descartar ya sea porque queda en el espacio, o por que se desplaza a mayor velocidad de lo lógico.

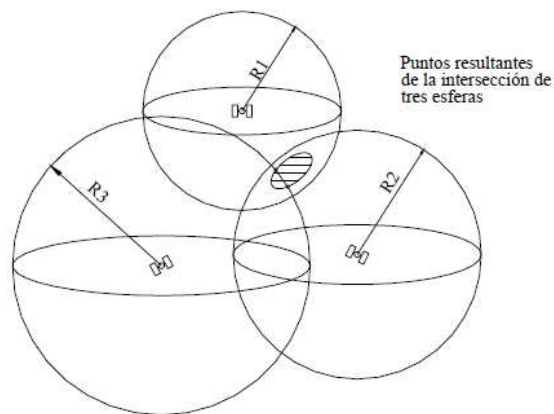


Ilustración 29. Medición de una posición con tres satélites

Fuente: Sistema de posicionamiento global [26]

Por último se sabe que en realidad es necesario el uso de un cuarto satélite, para determinar la dimensión temporal en la que se realizó la medida [26].

3.2.2.2 Medición de la distancia con respecto a los satélites

Para saber la distancia a la que nos encontramos de cada satélite se hace uso de la fórmula del movimiento con velocidad uniforme.

$$D = v * t$$

Donde:

- **D:** Distancia entre el satélite y el receptor
- **v:** Velocidad de transmisión de la señal (se sabe que la velocidad de transmisión de una señal de radio es aproximadamente de 300.000 km/s, es decir la velocidad de la luz)
- **t:** El tiempo de retraso entre el momento de salida de la señal y su llegada al receptor.

Para conocer el tiempo de viaje de la señal es conocer el momento en el que la señal abandona el satélite. Esto se consigue al hacer que el satélite y el receptor generen la misma señal al mismo tiempo y midiendo el desfase que existe entre una y otra.

Estos sistemas requieren de una medición de los tiempos extremadamente precisa, debido a que un error de un milisegundo podría dar errores en la determinación extremadamente grandes como para poder considerar este sistema como preciso, es por ello que los satélites llevan incorporados relojes con una precisión extrema, que hacen uso de materiales atómicos, incorporar estos relojes también a los receptores sería inviable por su alto coste. Es por ello que se realiza la medida con un cuarto satélite [26].

3.2.2.3 Errores en el sistema GPS

El GPS puede verse afectado por diversos errores que se agrupan en:

- **Errores propios del satélite:** Son los menos, son fallos que se puedan dar en la precisión de sus relojes, la posición geométrica del satélite, etc. son subsanados por el Departamento de defensa de los Estados Unidos, que son los que rigen este sistema.
- **Errores en la propagación de la señal:**

En este caso los errores se basan en que se calcula que la velocidad de transmisión de la señal es de 300.000 km/s pero esto es cierto en el vacío pero una vez la señal penetra en la ionosfera y troposfera, la densidad del aire varía y por tanto la velocidad de transmisión varía, esto se tiene en cuenta, pero no se puede saber exactamente que densidades exactamente se va a cruzar la señal, por tanto se produce un cierto error.

Otro error que se puede producir es debido a que la señal de un mismo satélite le puede llegar a un receptor desde distintos ángulos debido a que una señal encuentre un

obstáculo físico y le llegue rebotado al usuario. Estos errores se han subsanado con el avance de la tecnología.

- ***Errores en la recepción:***

En estos errores se incluyen los ruidos, errores del reloj y fallos intencionados, estos últimos se producen cuando el departamento de defensa de los estados unidos quiere que los GPS de una zona obtengan errores, con fines de beneficios tácticos para el propio departamento de defensa. Este error es el que ha provocado el desarrollo de distintos sistemas derivados del GPS, como el sistema Galileo de desarrollo europeo [26].

3.2.2.4 GPS diferencial

Este sistema es la evolución del GPS, introduce una mayor precisión a los cálculos, este sistema se basa en estaciones terrestres de las cuales se conoce la posición exacta, cuando estas estaciones reciben la señal de los GPS que cubren su zona comparan la ubicación real con la dada por los satélites, si detectan un desplazamiento de la misma, emiten el error obtenido a los receptores para que estos puedan corregir sus datos.

El fallo de un GPS normal es de unos sesenta a cien metros, mientras que el diferencial consigue reducirlo a menos de un metro.

Las estaciones terrestres emiten con un radio aproximado de doscientos kilómetros con lo que solo los receptores que estén en ese radio tendrán su precisión, estas estaciones se suelen colocar en zonas costeras, donde la precisión es vital, para los barcos. Dado que en alta mar cien metros no es importante, pero si tienes un error de cien metros cerca de la costa puede dar lugar a errores fatales [27].

3.2.3 Radar

Un radar es un elemento de detección de blancos, con el fin de que el buque tenga información de la situación que le rodea. El sistema se basa en la emisión de una señal electromagnético, que al chocar con un blanco esta señal es rebotada y vuelve al emisor, haciendo uso del tiempo que tarda la señal en volver se obtiene la distancia a la que esta dicho blanco.

En los buques se dispone de dos clases de radares uno de banda x (es el empleado habitualmente en la navegación) y otro de banda s (Se emplea en situaciones de meteorología adversa, debido a su mayor penetración).

En los buques actualmente se emplea un sistema que hace uso del radar para detectar el movimiento de los blancos, que es el llamado radar ARPA (Radar de Punteo Automático)

3.2.3.1 Radar ARPA

Este elemento refleja en pantalla el movimiento de los ecos detectados. Este sistema tiene distintas configuraciones:

- En función de su orientación:
 - o Norte arriba: Como su nombre indica este tipo de presentación nos mostrará en la parte superior de la pantalla el Norte verdadero.
 - o Proa arriba: En este caso el radar muestra en la parte superior hacia donde apunta la proa del buque.
 - o Rumbo arriba: Este tipo de disposición muestra el rumbo que está siguiendo el buque.
- En función de la clase de movimiento:
 - o Movimiento verdadero: muestra al barco en desplazamiento, así como la velocidad y rumbo de los blancos adyacentes.
 - o Movimiento relativo: En esta clase de presentación el ARPA ubica en su centro nuestro buque sin movimiento, y calcula el movimiento que tienen el resto de buques con respecto a nosotros. Esta presentación nos permite obtener la información del CPA (Punto de aproximación máxima) que nos indica si un blanco está en trayectoria de colisión con nosotros, y el TCPA (Tiempo para el punto de aproximación máxima) que nos da idea del tiempo que tardará el blanco en llegar al punto de máxima cercanía con nosotros.

Los blancos pueden ser adquiridos automáticamente por el radar ARPA, o bien el propio usuario puede elegir los blancos que le interesen, normalmente los buques que más cerca se encuentren de nosotros o aquellos que exista posibilidad de colisión.



Ilustración 30. Pantalla de un ARPA
Fuente: Temasafety [28]

Los radares pueden encontrarse con distintas interferencias, como son el mar o la lluvia. Para ello estos sistemas disponen de dos elementos que atenúan los efectos adversos de estos, el primero es el anti-clutter sea que sirve para difuminar los puntos que se reflejan en pantalla debidos al mar que rodea al buque, y el anti-clutter rain, que difumina los efectos de las precipitaciones, se debe tener cuidado cuando se usa estos filtros ya que un exceso en el filtrado puede dar lugar a que señales débiles de blancos reales se dejen de ver reflejados, por ello se debe regular estos filtros de manera que se detecten mínimamente los blancos de lluvia [29].

3.2.4 ECDIS

ECDIS es la abreviatura de Electronic Chart Display Information System (sistema de información y visualización de la carta electrónica” este sistema permite al usuario ver la situación que le rodea, y poder realizar los mismos cálculos que se podrían hacer en una carta náutica impresa. Según el buque avanza el ECDIS es capaz de ir variando entre las distintas cargas disponibles, pudiendo acercar la imagen para apreciar en mayor detalle los datos.

Hace uso de los ENC que son las cartas electrónicas de navegación, estos serán suministrados por una entidad autorizada, y serán actualizados cuando sufran cambios.

3.2.5 Corredera

Son elementos empleados para calcular la velocidad que lleva el buque se disponen de diversos tipos en la actualidad:

Corredera de presión: Basa su funcionamiento en un tubo de Pitot, que hace uso de diferenciales de presión estática y dinámica.

Corredera electromagnética: Este tipo de corredera lo que hace es generar una señal eléctrica en función de la velocidad que tenga el buque sobre el agua, haciendo uso de unos electrodos de bronce.

Corredera de efecto Doppler: Esta corredera hace uso de una emisión de ondas sonoras que con el desplazamiento se sabe que esta cambiarán su frecuencia, comparando la señal sonora emitida y la recibida se sabe con precisión la velocidad del buque [29].

3.2.6 VHF

Este es el sistema más importante de la navegación, ya que es aquel que nos permite comunicarnos con el resto de flotas y las estaciones terrestres de control, este sistema tiene un alcance de 25 millas (Este alcance irá en función de la altura a la que se encuentre nuestra antena y la altura a la que se encuentre la antena del receptor con el que queramos comunicarnos



Ilustración 31. Equipo de VHF
Fuente: Furuno [30]

Este sistema es el primero que se debe usar en casos de situaciones de emergencia, dado que es el que transmite a buques que están cerca del emisor, estas comunicaciones se realizarán por el canal 16 (Canal internacional de emergencia, todos los buques deben estar a la escucha en este canal, 156,8 MHz). Si no se obtuviera respuesta por este sistema ya se debería pasar a otros elementos de comunicación de mayor cobertura como es el aparato de MF/HF (Equipo de frecuencia media)

Para asegurarse de que las estaciones de coordinación ante emergencias pueden recibir comunicaciones de emergencia, se establecen periodos de silencio en el canal

16 donde solo se pueden emitir comunicaciones de socorro, están establecidos en los tres minutos siguiente a las horas en punto y las y media. Se puede usar este canal para realizar comunicaciones ordinarias, pero solo se debe usar para comunicaciones cortas o para quedar en un canal en el que realizar la comunicación [31].



Ilustración 32. Reloj de a bordo con los periodos de silencio
Fuente: Wikipedia [6]

3.2.7 Navtex

El Navtex es un servicio de telegrafía para la difusión a los buques, e avisos náuticos, boletines meteorológicos y avisos urgentes de seguridad a las aguas cercanas a la costa (400 millas)



Ilustración 33. Equipo Navtex
Fuente: Furuno [30]

El Navtex hace uso de la misma frecuencia (518 kHz) en todo el mundo para que no se tenga que ir variando en función de la zona en la que se encuentre el buque, no se producen interferencias entre los distintos emisores de los avisos debido a que los equipos se configuran de tal manera que tengan la potencia justa para cubrir una zona y no entrar en la zona de radiación de otra estación, así como asignando horas distintas para la emisión de partes

En España hay cuatro estaciones la de Tarifa, La Coruña, Las Palmas y Cabo La Nao [32].

3.2.8 AIS

El AIS (Sistema de identificación automática) permite ver a su usuario las posiciones de los buques adyacentes, dando amplia información de los mismos como puede ser su nombre, velocidad, rumbo, identificativo (MMSI), su estado de navegación, etc. Facilita grandemente las comunicaciones entre los buques cercanos ya que se dispone de su identificativo de llamada (MMSI), haciendo uso del sistema de llamada selectiva digital.

El sistema que funciona en la banda de VHF, añade a la navegación una mejora de seguridad, debido a la gran cantidad de información que proporciona, por otra parte es cierto que no puede sustituir completamente a un radar dado que este sistema no es de obligado uso en ciertos tipos de buques, con lo que en nuestra pantalla del AIS, esos buques no saldrían representados, y si nos guiáramos solamente por este sistema podrían darse situaciones de colisión [33].

Las informaciones que proporciona el sistema AIS se clasifican en las siguientes clases [34]:

- Información estática: Es la información que se suministra al adquirir el equipo, son ejemplo de estos, el nombre del buque, el distintivo de llamada, dimensionamiento, etc.
- Información del viaje: Esta clase de información es suministrada durante la ruta, sufriendo actualizaciones cada cierto tiempo, son ejemplos el tiempo estimado de llegada (E.T.A.), calado del buque, la carga transportada, destino, etc.
- Información dinámica: Esta información la da el buque automáticamente al sistema AIS, mediante los distintos sensores de los que dispone dicho buque, como son el rumbo, la velocidad, la posición, etc.
- Mensajes de seguridad.

3.2.9 Aguja giroscópica

El girocompás es un elemento electro-mecánico con la propiedad de orientarse al Norte geográfico, y mantenerlo ante cualquier situación.



Ilustración 34. Esquema interno de un girocompás

Fuente: Maritime Journal [35]

El compás se caracteriza por:

- Indicación fiable de la dirección.
- Gran estabilidad y sensibilidad no viéndose afectado por el balanceo del buque.
- Permite al buque gobernar bajo piloto automático.

Este elemento se basa en el fundamento de un giroscopio, que es un cuerpo giratorio, instalado de tal modo que tenga un movimiento libre (tres ejes de libertad), es capaz de orientarse a un punto en el espacio y mantenerlo, y su centro de gravedad debe coincidir con su centro de suspensión.

Las propiedades de un giroscopio se dividen en Rigidez y Precesión.

- **Rigidez:** Esta propiedad es la que provoca que el giroscopio se mantenga orientado al mismo punto del espacio, siempre y cuando ninguna fuerza externa esté actuando sobre ella. Esta característica es debida a la inercia que tiene el cuerpo al estar en movimiento. Por más que la base se mueva, debido a los tres ejes de libertad el elemento giratorio no se ve afectado por dicha fuerza.
- **Precesión:** Es la capacidad de reacción que tiene el giroscopio cuando se aplica sobre él una fuerza externa.

Un giróscopo mantiene su eje estable, pero no apunta a un punto en el espacio, que es la característica interesante de un girocompás, para lograr que apunte a un mismo punto, este elemento requiere de ciertos estabilizadores que son los llamados balísticos y el amortiguamiento. El primer elemento provoca que el elemento se oriente más fácilmente en cuanto al eje vertical, el segundo provoca que la rotación del giro se transforme de un movimiento elíptico a un movimiento en espiral que termina apuntando al Norte.

A continuación se presenta como sería el movimiento de precesión (Orientación del girocompás), cuando se dispone del elemento balístico y de amortiguamiento [36].

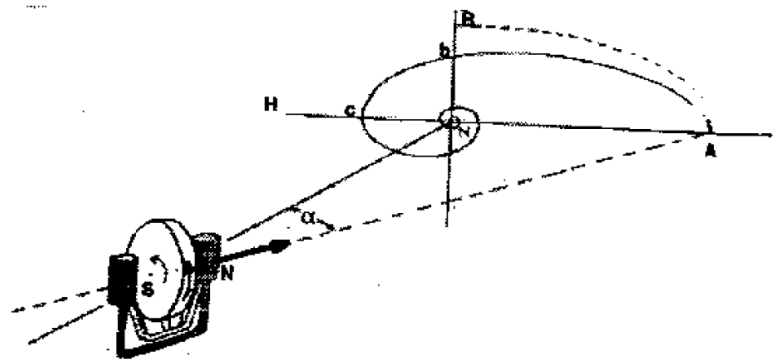


Ilustración 35. Precesión de un girocompás con balístico y amortiguamiento
Fuente: Apuntes Navegación Electromagnética [29]

3.2.10 Clinómetro

Este elemento de medición se emplea con el fin de conocer la escora que lleva el buque.



Ilustración 36. Detalle de un clinómetro
Fuente: Nauticexpo [37]

Como se ve en la imagen, un clinómetro consiste en una aguja que con la ayuda de un peso se desplaza a lo largo de una regla en la cuál se representan los ángulos de escora que puede tener un buque, la regla llega normalmente a unos ángulos de 45 o 50 grados a cada banda, dado que un ángulo de esas magnitudes ya representaría un peligro alto y la mayor de las preocupaciones no sería comprobar el ángulo en el clinómetro, si no tomar las medidas adecuadas contra esta situación.

Este elemento se debe situar en la línea de crujía del buque con el fin de que la medida de la escora sea precisa.

Cuando el buque tiene escora a babor la aguja se desplazaría hacia el lado izquierdo, y viceversa, si el buque se escora a estribor la aguja se desplazaría hacia el lado derecho de la regla del clinómetro.

3.3 Sistema de navegación integrado

Esto consiste en una unificación de los datos obtenidos por los distintos sistemas de ayuda a la navegación, para hacer más fácil la lectura de los datos.

Dichos sistemas incluyen el GPS, ECDIS, Radar, Sonda, etc.

3.3.1 Definición

Un sistema de puente integrado (SIP) se define como una combinación de sistemas que son interconectados a fin de permitir un acceso centralizado de la información de los sensores o al control de los distintos sistemas que lo componen, con el fin de aumentar la seguridad y la eficiencia en la gestión del buque llevado a cabo por personal cualificado.

El término “Puente integrado” comprende muchas combinaciones posibles de equipos y software diseñados específicamente para las necesidades individuales de cada buque. Por tanto, cada sistema de puente integrado es diferente.

Ayuda a mejorar la seguridad de la navegación mediante la evaluación de los datos obtenidos por los distintos sensores del buque, combinándolos para dar información y avisos con suficiente antelación de peligros potenciales y de la integridad de esta información [38].

“El SIP dispondrá de sistemas que realicen dos, o más, de las siguientes operaciones:

- Realización de la travesía.
- Comunicación.
- Control de la maquinaria.
- Control de carga y descarga.
- Seguridad y protección marítima”. [39]

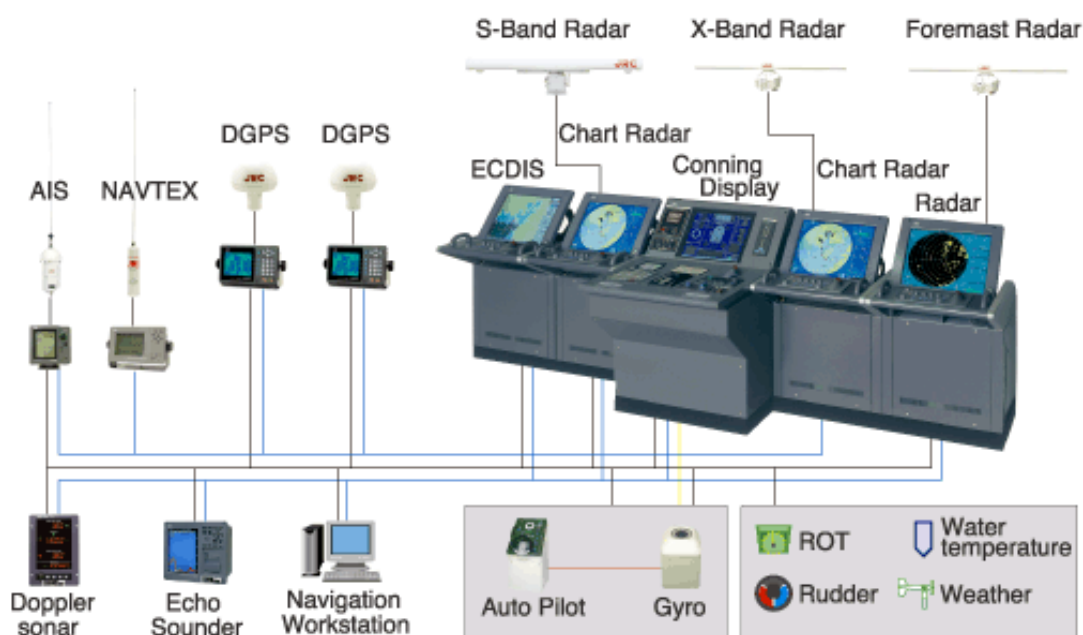


Ilustración 37. Esquema de un sistema de navegación integrado

Fuente: Awamarine [40]

Un SIP consiste generalmente en al menos:

- ❖ Dos ECDIS: uno en servicio y otro como sustituto y planificador de la derrota.
- ❖ Dos equipos radar.
- ❖ Un sistema de presentación de la información recopilada de los distintos sistemas.
- ❖ Posicionamiento por GPS.
- ❖ Equipo de medida de la velocidad del buque.
- ❖ Un piloto automático y un girocompás.
- ❖ Sistema de comunicaciones.

3.3.2 Objetivo de un sistema integrado de navegación.

Los objetivos que se buscan con un sistema integrado de navegación [38]:

- Incrementar la seguridad de la navegación, ofreciendo funciones integradas con el fin de evitar peligros geográficos, ambientales y de tráfico.
- Proporcionar una mayor facilidad para el operario a la hora de planificar, supervisar y controlar la seguridad en la navegación y la derrota del buque.
- Reforzar la seguridad de la navegación, valorando y combinando los distintos valores que le llegan para generar la información a presentar, emitiendo señales de alerta ante situaciones de riesgo así como fallos de los distintos sistemas.
- Presentar información correcta e inequívoca al operador, proporcionando dicha información a los distintos sistemas que lo componen.
- Reducir la carga de trabajo al usuario, teniendo a fin el mejorar la seguridad y la eficacia de la navegación.

3.3.3 Requisitos de un sistema integrado de navegación

El sistema debe proveer una integración funcional cumpliendo los siguientes requisitos [38]:

- Para ser considerado tal, un Sistema de Navegación Integrado debe por lo menos cumplir las tareas de Planificación y verificación de la derrota, y prevención de colisiones.
- La funcionalidad del Sistema integrado de navegación debe asegurar que su operación sea al menos igual de efectiva que la de cada equipo por separado.
- La información mostrada debe ser la mínima con la cual se pueda realizar una operación segura del buque.
- La información complementaria debe ser fácilmente accesible.
- Debe proveer como mínimo información de la posición, velocidad, rumbo y hora, siendo capaz a su vez de indicarlo gráficamente de forma continua y automática.
- Debe proveer de un modo de control automático del rumbo y la velocidad.

- Los elementos esenciales deben disponer de medios alternativos para su operación.
- El fallo de un subsistema no debe afectar a la funcionalidad de las otras partes salvo en aquellas cuya funcionalidad depende de la información del elemento que falla.
- El sistema de navegación integrado debe cumplir con los requisitos de la OMI, así como cada subsistema que lo compone.
- El SIN debe estar diseñado para ser operado por personal con los certificados apropiados.
- La interfaz Hombre-máquina debe estar diseñada con el fin de ser comprendida de manera sencilla.
- Para acciones que pueden causar situaciones indeseadas, el sistema debe solicitar la confirmación por parte del operador.
- El sistema de gestión de alarmas, como mínimo, debe cumplir con el código de alarmas e indicadores de 1995.
- El sistema no debe provocar que el tiempo de recuperación de los subsistemas que la componen sea mayor que si no existiera el sistema de navegación integrado tras la recuperación de la energía.

La normativa que regula un sistema de navegación integrada es la resolución MSC.252(83) que fue aprobada el 8 de Octubre de 2007, por el comité de seguridad marítima perteneciente a la Organización Marítima Internacional (OMI).

IV. METODOLOGÍA

IV. METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología empleada para la realización del trabajo de fin de grado se pueden distinguir en tres apartados distintos:

4.1 Documentación bibliográfica

La información se ha obtenido a partir de una colección bibliográfica, que incluye páginas web, informes, libros, etc. Además de los conocimientos que he adquirido a lo largo del desarrollo de la carrera.

En cuanto a la interrelación existente entre los distintos equipos se recurrió al manual de cada uno, viendo que entradas y que salidas de señales tenía cada uno, para poder crear un esquema en el cual se vea dicha interrelación de forma clara.

También se recurrió a la búsqueda de distintas normativas y recomendaciones hechas por la O.M.I. así como por su comité de seguridad marítima, sobre el mantenimiento y las revisiones que se les deben realizar a ciertos equipos de forma periódica.

4.2 Metodología del trabajo de campo

Para este el presente trabajo se ha realizado un trabajo de campo que consistió en una toma de fotos del buque OPDR Andalucía, y de los distintos equipos que conforman el sistema integrado de navegación y comunicaciones, durante una visita que se realizó cuando este se hallaba atracado en el dique del Este del puerto de Santa cruz de Tenerife, además de recopilar la información aportada por la tripulación del buque sobre los mismos y del mantenimiento que se les realiza. Para esto último también se hizo uso del manual de gestión de la seguridad del buque OPDR Andalucía que dictamina que se debe inspeccionar en cada equipo.

4.3 Marco referencial

El marco referencial de este trabajo es la elaboración de un estudio sobre la implantación de un plan de mantenimiento que se aplica a un sistema de navegación y comunicaciones integrado, en este caso concreto el del buque OPDR Andalucía.

V. RESULTADOS

V. RESULTADOS

En este apartado se verán los datos recogidos sobre el sistema de navegación integrado del buque OPDR Andalucía, así como de su mantenimiento, teniendo en cuenta los documentos que se han de cumplimentar y de la normativa que lo regula.

5.1 Descriptiva del puente del buque

En la siguiente ilustración se observa una perspectiva del gobierno del buque donde se ubican los siguientes equipos que tienen parte en la integración: Dos Radares, un ECDIS, Piloto automático, un receptor GPS, una Sonda, un equipo VHF, Transceptor AIS, y distintos repetidores de Sensores, y alarmas.



Ilustración 38. Panorámica del gobierno del buque OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

A continuación se puede observar la derrota del buque donde se ubican los siguientes equipos implicados en la integración de los equipos: Un ECDIS, un receptor

GPS, Un equipo NAVTEX y una sonda. Equipos empleados en la planificación de la derrota que va a seguir el buque.



Ilustración 39. Panorámica del cuarto de derrota de OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

5.2 Sistema Integrado de Navegación del buque

El buque OPDR Canarias dispone de un puente integrado que aúna todos los equipos que son necesarios para la navegación del buque, como son el VHF, el Radar, el ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), el piloto automático, etc.

Para que se considere como un sistema de navegación integrado los equipos deben interrelacionar sus señales de manera que cada equipo tenga acceso a la información que le puede ser útil, en este apartado se verán los datos que le llegan a cada equipo del buque de señales que en un principio no tendría por qué tener.

Los cables empleados para interrelacionar los datos de los distintos equipos usan el estándar NMEA 0183 de la NMEA (National Marine Electronics Association), son capaces de transportar tanto datos como electricidad. Este estándar se usa de manera

generalizada en la industria náutica dado que se universaliza la forma en que se escriben los datos de cada sistema.

A continuación vemos un ejemplo de estándar NMEA, en este caso para la transmisión de un mensaje de GPS.

```
GGA Global Positioning System Fix Data. Time, Position and fix related data
for a GPS receiver

          11
          1      2      3 4      5 6 7 8      9 10 | 12 13 14 15
          |      |      | |      | | | |      | | | | | | |
$--GGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh

1) Time (UTC)
2) Latitude
3) N or S (North or South)
4) Longitude
5) E or W (East or West)
6) GPS Quality Indicator,
  0 - fix not available,
  1 - GPS fix,
  2 - Differential GPS fix
7) Number of satellites in view, 00 - 12
8) Horizontal Dilution of precision
9) Antenna Altitude above/below mean-sea-level (geoid)
10) Units of antenna altitude, meters
11) Geoidal separation, the difference between the WGS-84 earth
    ellipsoid and mean-sea-level (geoid), "-" means mean-sea-level below ellipsoid
12) Units of geoidal separation, meters
13) Age of differential GPS data, time in seconds since last SC104
    type 1 or 9 update, null field when DGPS is not used
14) Differential reference station ID, 0000-1023
15) Checksum
```

Ilustración 40. Ejemplo de formato del transporte de datos en NMEA 0183 para un GPS
Fuente: NMEA 0183 protocol

La instalación de los sistemas que componen el sistema de navegación integrado del buque OPDR Andalucía la realizó la empresa Raytheon Anschütz y prácticamente la mayoría de los equipos son de la misma, como ya se verá a continuación.

La comunicación entre equipos se realiza con la norma RS422 que es un tipo de emisión (digital) con un cableado que emite la información mediante dos cables (una señal es la inversa de la otra), y compara las señales de ambos recibidos por el receptor,

El enviar la información mediante dos conductores se realiza para evitar que las interferencias que puedan existir puedan modificar la información emitida, se evitan debido que al hacer la comparativa de las señales en el receptor el ruido no se ve afectado por la inversión de la señal que se realiza en uno de los cables por tanto, si en la señal se ve la misma información sin invertir, el sistema comprende que es ruido y es capaz de eliminarlo.

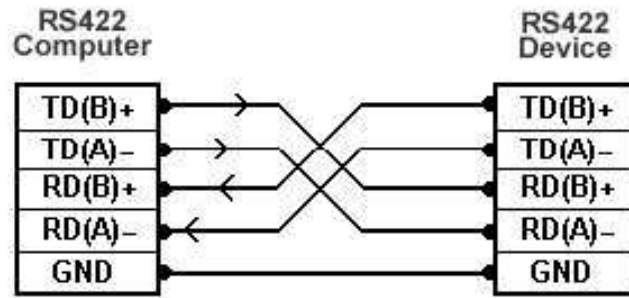


Ilustración 41. Cableado RS422
Fuente: USConverters [41]

A continuación se presenta una ilustración de como se elimina el ruido en la señal en el receptor.

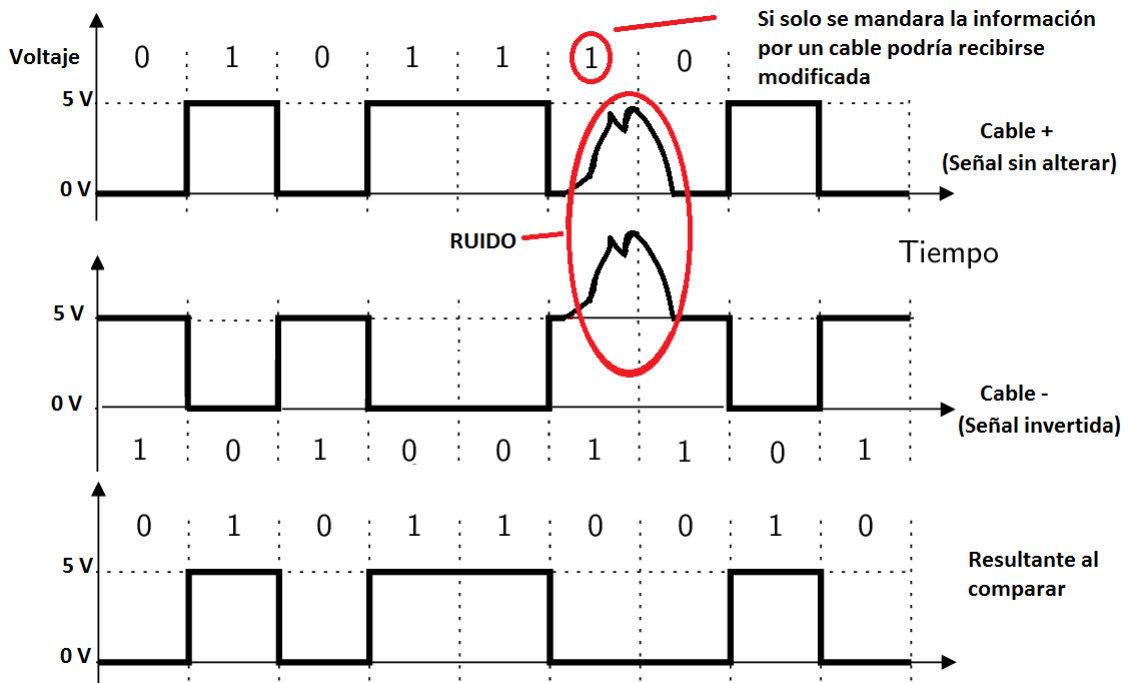


Ilustración 42. Comunicación digital diferencial
Fuente: Elaboración propia

El sistema compara ambas señales restando sus voltajes, por ello cuando aparece un ruido que en ambos casos tendrá el mismo voltaje (dado que no se invierte) se anula y la señal llega íntegra al receptor.

5.2.1 Repetidores de los sensores del buque

5.2.1.1 Ecosonda

Aunque normalmente se le presta poca atención dado que normalmente se tiene sonda de sobra, en las operaciones de recaladas donde las sondas son más escasas si se

usa en mayor medida, en este caso la sonda del buque es de Raytheon y dispone tanto de entrada para los datos del sensor de la sonda como de datos del GPS, se ubica en la derrota del buque, hay otro repetidor de la sonda en la zona de gobierno pero estaba indisponible.



Ilustración 43. Repetidor de la señal del ecosonda de la zona de gobierno
Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 44. Ecosonda GDS 101 de la marca Raytheon Anschütz de la derrota
Fuente: Trabajo de campo

5.2.1.2 Compases

El buque dispone de dos girocompases y una aguja magnética (magistral), las señales de estos equipos se destinan a distintos equipos repetidores que se verán a continuación, todos ellos tienen la opción de alternar entre ambas señales, el rumbo

marcado por la magistral se puede observar desde el propio puente de gobierno sin tener que subir al puente alto con un juego de espejos.

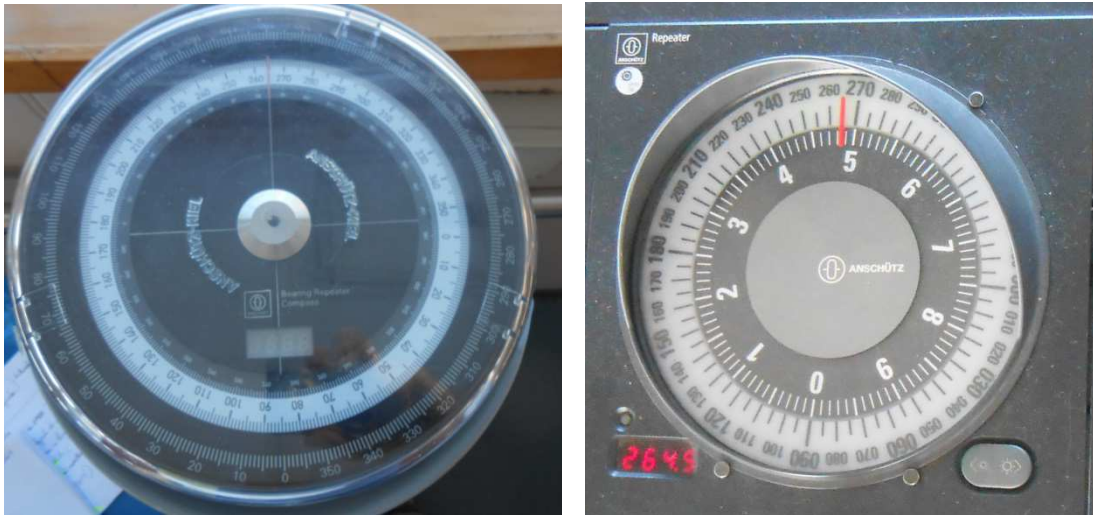


Ilustración 45. Repetidores girocompás y control de los distintos compases del buque.
Fuente: Trabajo de campo

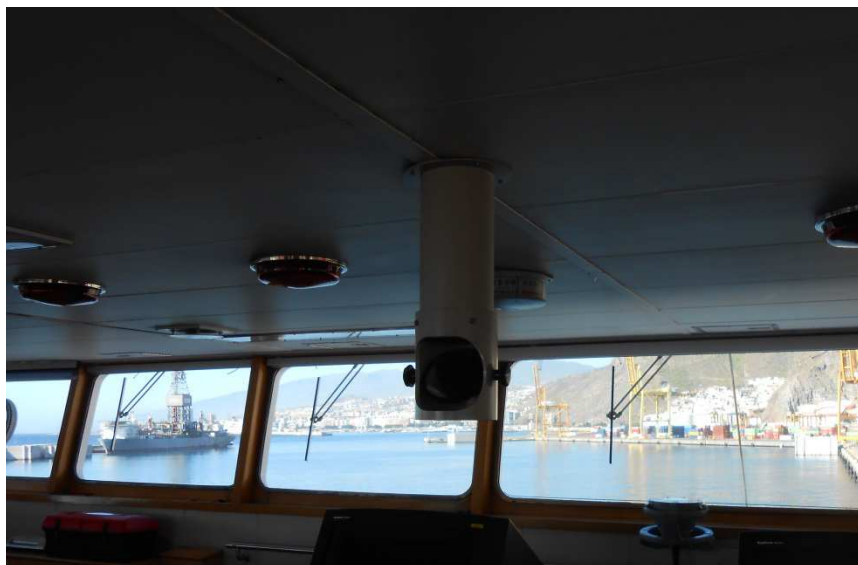


Ilustración 46. Visor de la magistral.
Fuente: Trabajo de campo

5.2.1.3 Control del ángulo de metida del timón

Este sistema se basa en un sensor; que forma parte de un controlador PID; que detecta la posición del servotimón. Esta señal se manda hasta el puente donde se dispone de distintos repetidores, y también se emite señal a los equipos como el piloto automático.

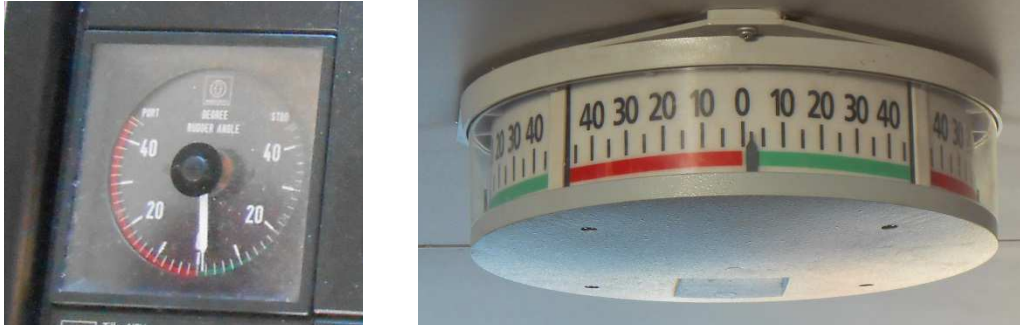


Ilustración 47. Repetidores de la posición del timón.
Fuente: Trabajo de campo

5.2.1.4 Corredera

El buque dispone de un repetidor de la corredera al que le llega la señal de la misma, este equipo es capaz también de hacer una indicación de la distancia recorrida por el buque.



Ilustración 48. Repetidor de la corredera.
Fuente: Trabajo de campo

5.2.1.5 Equipo meteorológico

El buque dispone de un equipo indicador de las características principales del viento de la zona circundante del buque, señalando la dirección del viento y la fuerza del mismo.

A este aparato solo llega señal del sensor (anemómetro), pero la señal de este se transmite a distintos equipos de ayuda a la navegación.



Ilustración 49. Equipo meteorológico Lambrecht
Fuente: Trabajo de campo

5.2.2 Equipos de comunicaciones

5.2.2.1 VHF

El buque dispone de dos equipos VHF de distintas marcas pero mismo modelo 1000 DSC uno de Raytheon Anschütz y el otro de Skanti, estos son capaces de recibir señal de la antena GPS, cuya utilidad es el que al hacer una llamada selectiva digital, estos emiten al equipo con el que estas comunicándote tu posición para que le sea más fácil identificar de donde le llega la llamada, y también sirve de utilidad para el dato de la hora.

Si bien al equipo no le llega señal AIS, para una identificación rápida del equipo al que se quiere llamar se suele hacer uso de la información AIS presentada en otro equipo.



Ilustración 50. VHF 1000 SKANTI

Fuente: Trabajo de campo

Al lado del VHF se dispone una plaquita con la información relevante del buque como son el nombre del buque (OPDR Andalucía), Identificativo de llamada (ECKZ) y el número MMSI (225302090).



Ilustración 51. VHF 1000 DSC Raytheon Anschütz

Fuente: Trabajo de campo

5.2.2.2 MF/HF

El buque también dispone de un equipo de media frecuencia, para comunicaciones que no se puedan realizar por VHF debido a su menor alcance.

El funcionamiento de este equipo es básicamente el mismo que el VHF por ello solo le llega la señal del GPS para el posicionamiento y el tiempo.



Ilustración 52. Equipo MF/HF TRP1150 Raytheon Anschütz
Fuente: Trabajo de campo

5.2.2.3 NAVTEX

Este sistema dado que no tiene otra función que recibir avisos a la navegación no tiene sentido que le llegue la señal de ningún sensor, que no sea el de su propia antena (Aunque bien es cierto que la información del GPS se podría usar para comparar la ubicación del barco y con la de un peligro cercano, y en caso de una proximidad excesiva resaltara el aviso de dicho peligro en la pantalla, sería una buena adición al equipo), que le transmite datos en modulación F1B; donde F significa modulación en frecuencia de la portadora, 1 es que es una señal digital, y la B es que es telegrafía electrónica.

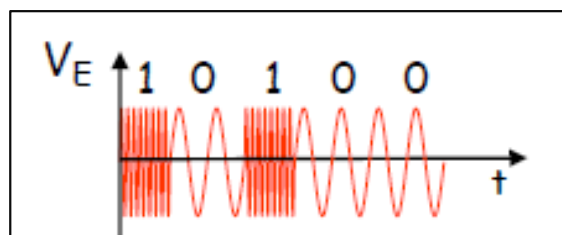


Ilustración 53. Ejemplo de señal F1B
Fuente: Universidad de Oviedo [42]

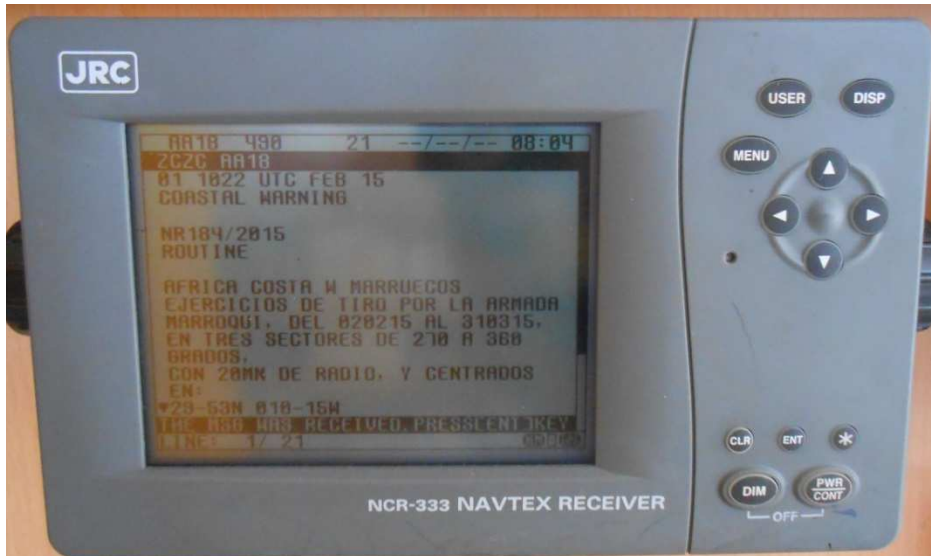


Ilustración 54. Equipo NAVTEX NCR-333 de la marca JRC
Fuente: Trabajo de campo

5.2.2.4 Inmarsat C

El Inmarsat es un servicio de comunicación por satélite empleado por los buques, en este caso el equipo dispone de un receptor propio de GPS pero su señal se puede retransmitir a otros equipos que los necesiten y no lo dispongan por si mismo (Solo equipos de comunicaciones)

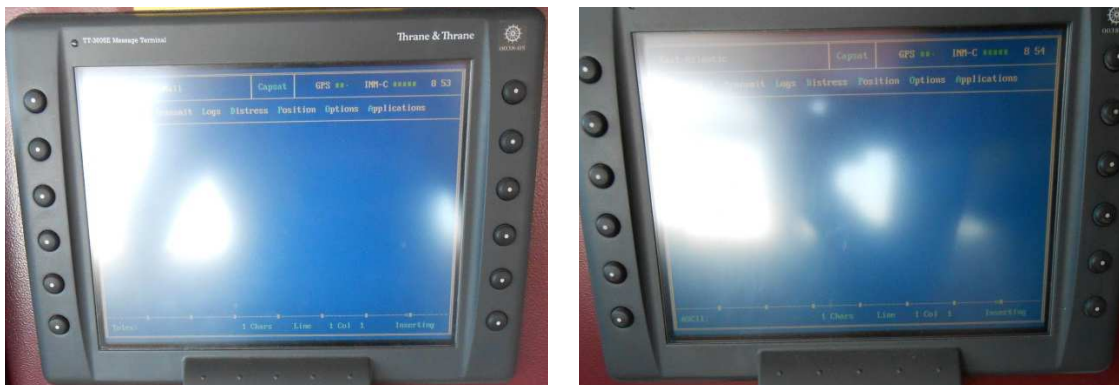


Ilustración 55. Equipos Inmarsat-C de Thrane & Thrane
Fuente: Trabajo de campo

5.2.3 Equipos de ayuda a la navegación

5.2.3.1 GPS

A continuación se presenta una imagen del manual del equipo de GPS MX420, donde se ven las señales de distintos sensores que le llegan, como ejemplo de las interrelaciones que pueden tener los distintos equipos del buque, en este caso se ve que

le llegan señales de las antenas de GPS y del transpondedor AIS, y la señal de GPS se emite a distintos equipos como el ECDIS.

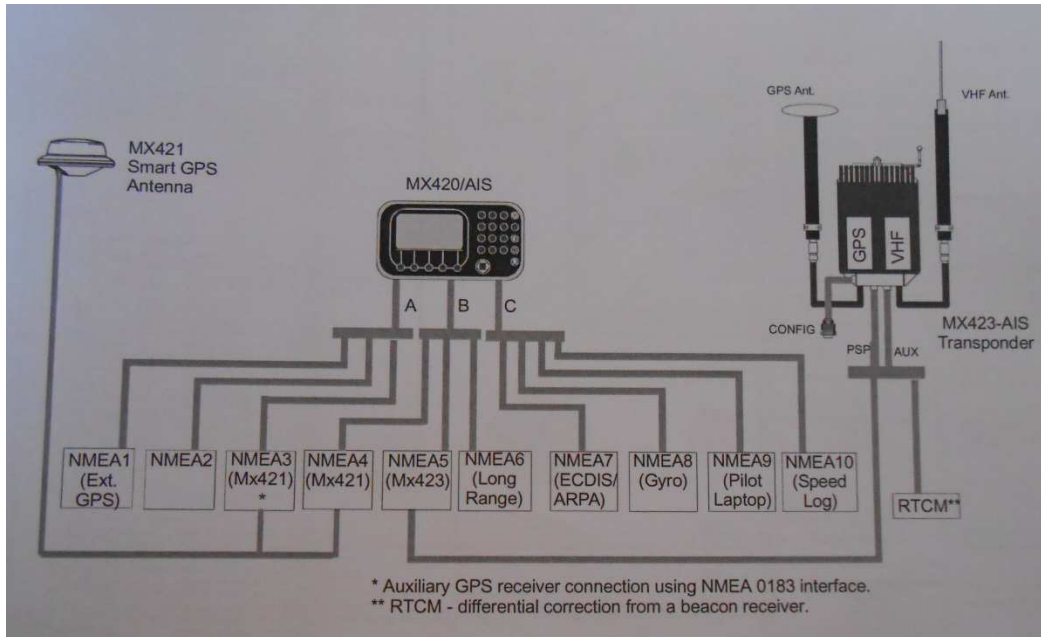


Ilustración 56. Diagrama de Bloque del GPS MX420
Fuente: Trabajo de campo

Este diagrama se corresponde a los dos equipos de GPS del buque (MX420) que se ven a continuación uno se ubica en el gobierno y el otro en el cuarto de derrota.



Ilustración 57. Equipo GPS MX420 ubicado en la derrota del buque
Fuente: Trabajo de campo



Ilustración 58. Equipo GPS MX420 ubicado en el gobierno del buque
Fuente: Trabajo de campo

5.2.3.2 Transpondedor AIS

El buque dispone de un transpondedor AIS, que es de la clase A, el usado en buques de cierto porte, cumpliendo con la normativa IMO, este se encuentra en el panel de gobierno: Los datos dinámicos que proporciona el AIS son los que le llegan de los distintos sensores, y los presenta de forma automática.

Usa señales de VHF aunque a una frecuencia distinta (161,975 MHz y 162,025 MHz) a la de transmisión del equipamiento VHF, siendo la primera una emisión de datos y el segundo de voz. Y también recibe datos del GPS y del girocompás.

En este caso el propio transpondedor es capaz mediante cálculos internos de descubrir el Rate Of Turn (Velocidad de caída de la proa) del buque, con el fin de realizar los cambios necesarios de frecuencia de emisión de los mensajes AIS, la cual va en función de la velocidad y de si el buque está cambiando de rumbo o no.



Ilustración 59. Transpondedor AIS de la clase A de la marca Koden
Fuente: Trabajo de campo

5.2.3.3 Piloto automático

Este sistema es proporcionado en este barco por la marca Raytheon Anschütz, para que el buque siga un rumbo y lleve una velocidad, necesita datos del rumbo que está llevando y del que es requerido por el oficial de guardia, para ello es capaz de recibir datos del GPS así como del girocompás y el compás magnético, y para la velocidad puede usar la corredera, con estos datos y haciendo una comparativa con el rumbo a seguir, este emite una señal que es transmitida hasta las bombas hidráulicas del servo que controla el ángulo de metida del timón. También tiene interconexión con el ECDIS para seguimiento de una derrota.



Ilustración 60. Panel del piloto automático NP2015
Fuente: Trabajo de campo

En la imagen inferior se puede apreciar una guía de como conectar el piloto automático del buque



Ilustración 61. Selector del tipo de gobierno
Fuente: Trabajo de campo

5.2.3.4 Radar

El buque dispone de dos pantallas de RADAR/ARPA estando destinado cada uno destinado a cada banda de señal RADAR (Banda X y Banda S) aunque ambos son

capaces de pasar de una banda de frecuencia a otra. Ambos están situados en la zona de gobierno, ya que son elementos que se necesita que sean fácilmente accesibles durante la navegación.

Ambos ARPA son de la empresa Raytheon Anschutz.

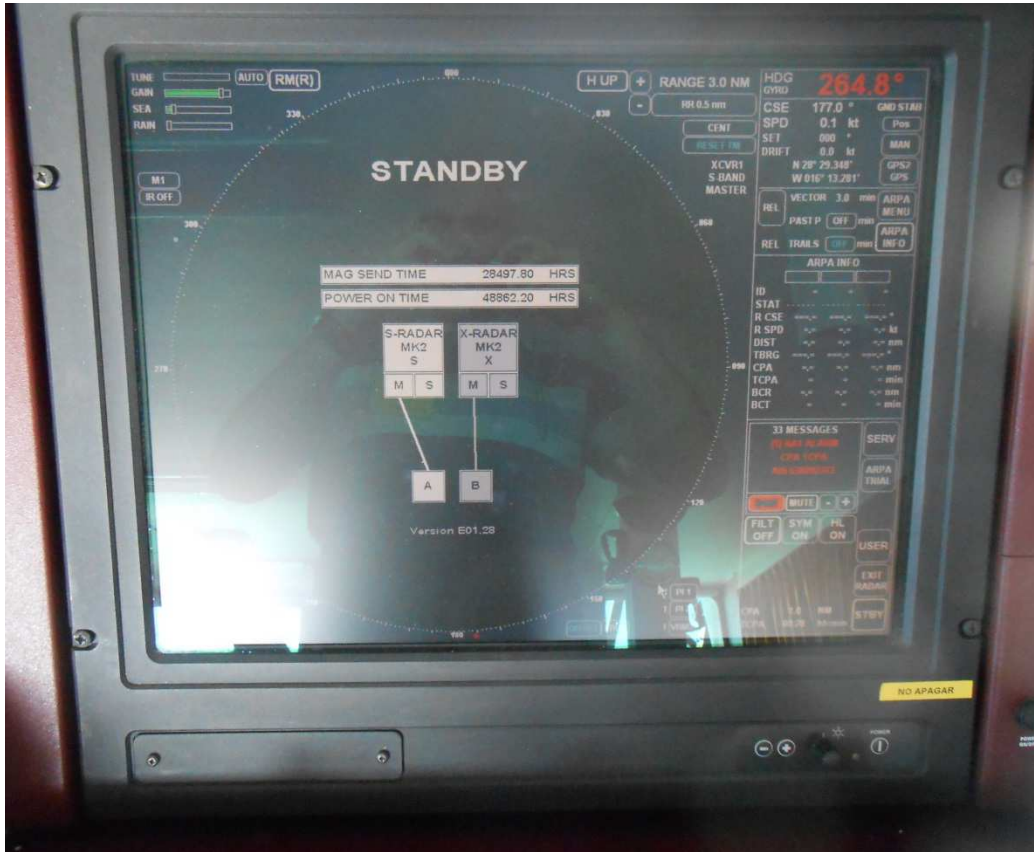


Ilustración 62. ARPA en configuración de banda S en la banda de Babor

Fuente: Trabajo de campo

Los Radares del buque son capaces de recibir las siguientes señales:

- **Girocompás:** Se utiliza para conocer el rumbo verdadero del buque.
- **GPS:** Tiene distintos usos en el equipo, como son el poder conocer el Rumbo efectivo, puede usarse para calcular la velocidad efectiva, así como demarcar la posición, y haciendo comparativa entre la señal del girocompás es capaz de calcular el abatimiento del buque, también se emplea para hacer los cálculos del movimiento relativo con respecto a otros buques.
- **AIS:** Se utiliza conjuntamente con el GPS para poder ubicar automáticamente buques que dispongan de AIS en la pantalla del ARPA.

- **Corredera:** Se emplea para el cálculo de la velocidad a través del agua.



Ilustración 63. ARPA Raytheon en configuración de banda X en la banda de Estribor
Fuente: Trabajo de campo

5.2.3.5 ECDIS

El buque dispone de dos pantallas ECDIS una en el gobierno y otra en la derrota.

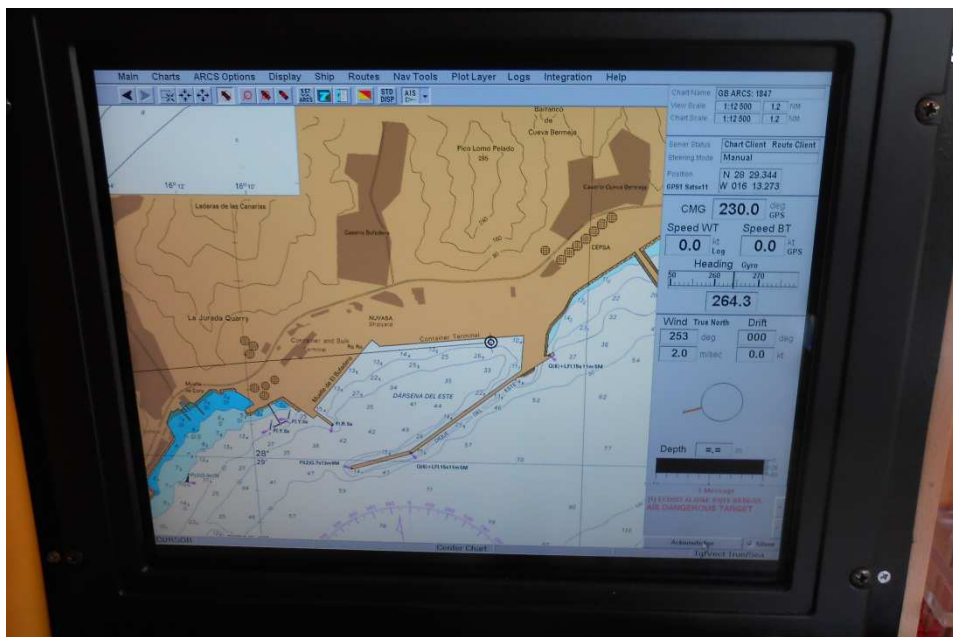


Ilustración 64. ECDIS Raytheon del cuarto de derrota
Fuente: Trabajo de campo

Estos elementos son los que son capaces de recibir la mayor cantidad de señales de los distintos elementos de la ayuda de la navegación, en este caso estas señales son:

- **Radar/ARPA:** Permite superponer la imagen del radar sobre el ECDIS, así como de hacer el seguimiento de un blanco marcado en el ARPA.
- **GPS:** Se puede emplear para presentar la velocidad efectiva, rumbo efectivo, y la posición de forma precisa.
- **Girocompás:** Para la presentación del rumbo verdadero.
- **AIS:** Presenta automáticamente los blancos AIS y al seleccionar uno en concreto permite conocer toda la información disponible del mismo que es transmitido por estos equipos.
- **NAVTEX:** Permite presentar los avisos a la navegación, así como la emisión de alarma en caso de aproximación excesiva a un peligro alertado mediante el NAVTEX.
- **Equipo meteorológico:** Presenta los datos de dirección y fuerza del viento.
- **Piloto automático:** Interrelación entre ambos equipos para seguimiento de una derrota.
- **Sensor de medida del timón:** Como mera representación
- **Ecosonda:** Se utiliza para que el sistema de alarma cuando la sonda presente se acerque a la prefijada por el usuario como mínima.
- **Corredera:** Cálculo de velocidad sobre el agua.



Ilustración 65. ECDIS Raytheon de la zona de gobierno
Fuente: Trabajo de campo

5.2.4 Esquema del sistema integrado del buque OPDR Andalucía

A continuación se verá un resumen esquemático de la interrelación de los distintos sistemas del buque, para que se aprecie de manera más sencilla que equipos aportan información a que otro equipo.

En dicho esquema se han obviado antenas y sensores, por no disponer imágenes de estos dispositivos y se han sustituido por los repetidores o equipos que reciben directamente las señales de los mismos.

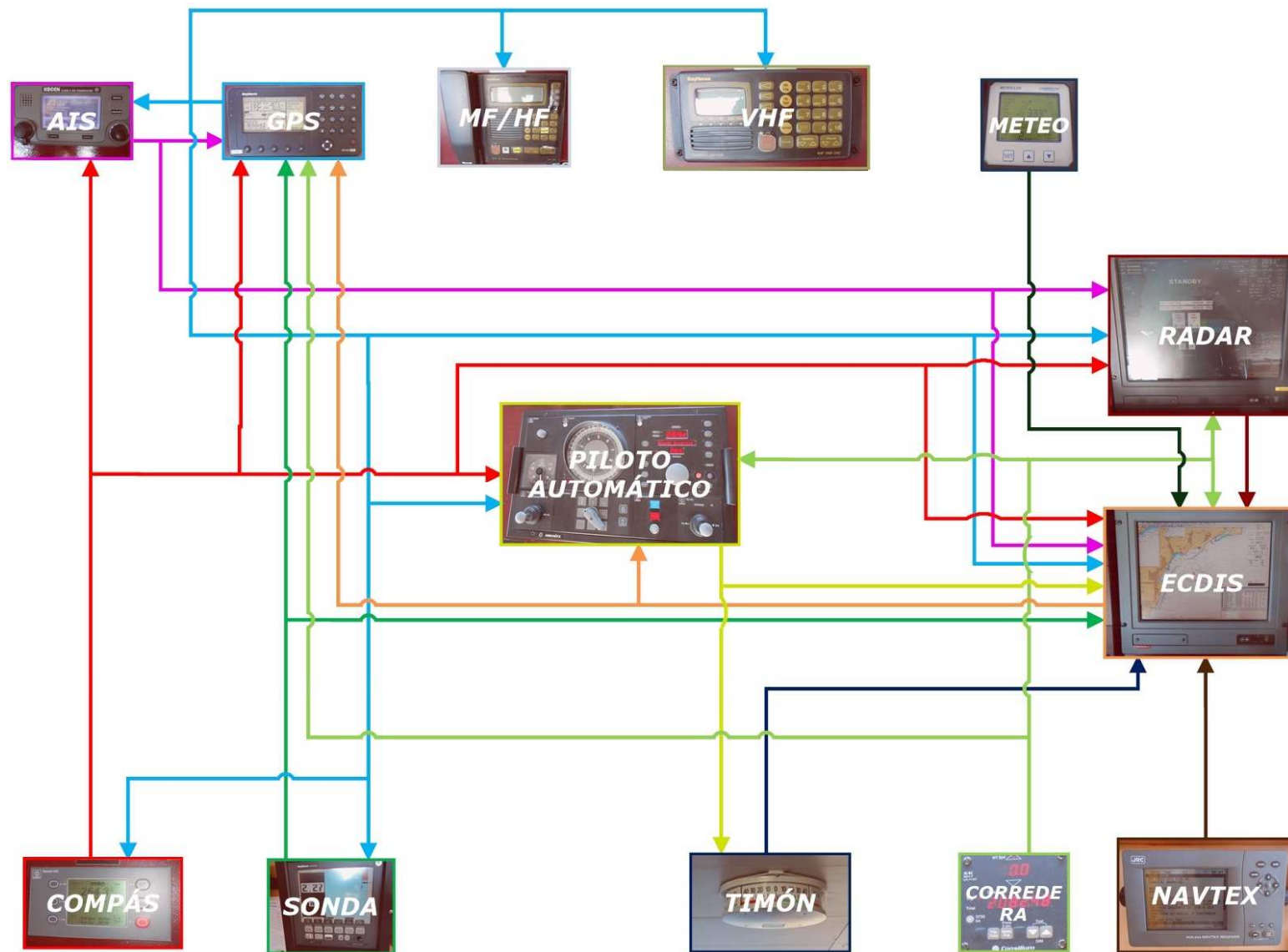


Ilustración 66. Esquema de la interrelación de los equipos que conforman el sistema de integración del buque
Fuente: Trabajo de campo

5.3 Aspecto burocrático del mantenimiento

El mantenimiento de este buque se realiza siguiendo un plan de mantenimiento que se refleja en el Manual de Gestión de la Seguridad. En él se detalla los distintos formularios posibles que se tienen que realizar en caso de operaciones de mantenimiento de los equipos.

Lo primero que se debe hacer en el mantenimiento es el comprobar la condición de los equipos mediante inspecciones periódicas, en el caso de los equipos que componen el sistema de navegación integrada del buque OPDR Andalucía quedan reflejados en el documento **Anexo X. Control de equipos COM-NAV** (Ilustración 67) del Manual de Gestión de la Seguridad. Como vemos en la imagen se detallan todos los equipos de navegación y de comunicación y los aspectos que se deben comprobar de cada uno.

En caso de que un equipo no funcione se marcará de forma adecuada en la columna del NO, y el documento debe ir firmado por el capitán.

Una vez realizada la inspección periódica (aproximadamente una vez al mes) del equipo, si se comprueba un fallo en un equipo de navegación se rellenará un formulario de registro de mantenimiento e inspección cuya plantilla se encuentra en el **Anexo XV. Informe de mantenimiento e inspección** (Ilustración 68), sirve de una idea del mantenimiento que se va a tener que acometer, para agilizar el proceso y dar una pequeña idea del coste que va a suponer, por ejemplo, ante una avería de un ECDIS, se podría dar el caso de que falle alguna de las conexiones que le suministran información (AIS, GPS, etc.), fallo de la propia pantalla, etc.

Una vez hecho esto se comunicará al departamento de tierra de la naviera por medio de la persona designada (Puente entre el buque y la parte terrestre de la empresa) dejando registro del mismo.

A la vez que se comunica el fallo se presentará un formulario con los materiales y los servicios que se requieren para la subsanación del fallo, si se conoce la causa del fallo se podrá dictaminar los materiales a pedir, si no, se solicitará en servicios la inspección del equipo con fallo y ya serán ellos los que dictaminen los materiales requeridos. Que será transmitido por la persona designada al recibir la notificación al departamento de compras, que estudiará la viabilidad de la operación (Económica y

técnicamente) Dicho documento de petición está reflejado en el **Anexo XVI: Pedido de materiales y servicios** (Ilustración 69).

El departamento de compras será el encargado de aceptar y autorizar las operaciones de reparación o mantenimiento (Siempre y cuando no se supere el límite prefijado por la empresa, a partir de la cuál se deberá comunicar a la alta dirección para autorizarlo), dejando constancia de lo mismo en el mismo formulario, en el que se marcará que apartados quedan autorizados por la empresa y cuales no, de lo que es pedido por el buque.

MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD M/N "OPDR ANDALUCIA"
CAPÍTULO 7.- Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.
 Nombre Doc.: MGS – NAVIERA O.P.D.R. Canarias, S.A.
 N° Doc.: C.07/PG.007/Mantenimiento e inspección N° OMI 9331206/ ECKZ

ANEXO X: CONTROL DE EQUIPOS COM-NAV

Buque:	Mes:	Año:
---------------	-------------	-------------

	SI	NO
¿Funciona y se orienta bien la unidad giroscópica?		
¿Se ha realizado el mantenimiento anual de la giroscópica?		
¿Funciona adecuadamente la unidad de vigilancia de guardia en el puente?		
¿Se dispone de licencia y set de cartas electrónicas actualizado?		
¿Funciona correctamente la unidad ECDIS de derrota?		
¿Funciona correctamente la unidad ECDIS del puente?		
¿Está en servicio sin incidencias la unidad VDR?		
¿Se dispone de certificado vigente de revisión anual del VDR?		
¿Funciona correctamente el radar banda S?		
¿La operación de antena de radar banda S es normal?		
¿Funciona correctamente el radar banda X?		
¿La operación de antena de radar banda X es normal?		
¿Funciona correctamente la unidad ecosonda?		
Cuándo se hacen las pruebas prescritas para el SSAS, ¿funciona correctamente?		
¿Se controla periódicamente la condición de batería del SSAS?		
¿Se mantiene el AIS permanentemente en servicio y de manera correcta?		
¿Funciona y se tienen señales GPS en los distintos equipos que la demandan?		
¿Esta en servicio el receptor NAVTEX y recibe con normalidad?		
¿Los radioteléfonos VHF, MF y HF están operativos y sin problemas?		
¿Están operativas las unidades InmarSat con Tfno y Sat mail?		
¿Están operativos los Tfños móviles de dotación de buque?		
¿Funciona con normalidad la unidad USB para conexión Internet?		
¿Funciona bien el compás magnético del puente y dispone de certificado vigente?		
¿Se han chequeado los anclajes, conexiones y condición de antenas en la magistral?		

OBSERVACIONES

Fecha: ___ / ___ / ___

Firma del Capitán:

Revisión nº: 003

Aprobado por: Diego Servando Santos

Fecha: 21/09/2011

MANUAL DE GESTIÓN DE SEGURIDAD M/N "OPDR ANDALUCIA"
CAPITULO 7.- Elaboración de Planes para las Operaciones de a bordo.
Nombre Doc.: MGS - NAVIERA O.P.D.R. Canarias, S.A.
Nº Doc.: C.07/PG.007/Mantenimiento e inspección N° OMI 9331206/ ECKZ

ANEXO XV: INFORME DE MANTENIMIENTO E INSPECCION

Buque:	Dpto:
Objeto del informe:	
Nombre:	Firma:
Cargo:	
Fecha:	
Pag. ___ / ___	

Revisión nº: 003

Aprobado por: Diego Servando Santos

Fecha: 21/09/2011

Pág. 30 / 33

Ilustración 68. Formulario de Informe de la acometida de un trabajo de mantenimiento e inspección
Fuente: Manual de Gestión de la Seguridad del Buque OPDR Andalucía. Trabajo de campo

En este caso al ser realizada la integración de los equipos por Raytheon, normalmente se le pedirá a la misma las operaciones de mantenimiento de los equipos que la componen, dado que son los que mayor conocimiento tienen de la instalación y sus equipos, a excepción de equipos auxiliares o fallos subsanables fácilmente por cualquier profesional.

Una vez autorizada la operación de mantenimiento, y realizada la misma, se dejará registro de dicha operación en una factura realizada por la empresa que realiza el trabajo como puede ser el caso de la de la **ilustración 70**, en este caso la inspección de unas baterías y su posterior sustitución al comprobarse su mal funcionamiento.


La empresa deberá dejar constancia de su conformidad con los trabajos de mantenimiento realizado por la empresa externa, en la propia factura. Y se deberá tener copia de la misma en el barco y en la oficina de tierra de la naviera.

También se puede dejar constancia en caso de que suceda una sustracción de un equipo del buque mediante un albarán de entrega de materiales, como el del Anexo XVII ilustrado en la imagen número setentauno.

ELECTRÓNICA MARÍTIMA COMUNICACIONES S.L.	(Service Report - Satisfaction Note) Núm. 315115	Empresa (Owner) OPDR ANDALUCÍA	
	Servicio y fecha de la petición de (and date of service request) 08-03-15	Puerto y muelle (Port and berth) LAT (MAR)	Hoja (Sheet) 1
	Salida prevista (ETD)	Bandera (Flag) ESPAÑA	Consignatario (Ship Agent)
	Próximo puerto (Next Port)	Armador (Owner) OPDR CANARIAS	
Inicio servicio (starting date) 09-03-15			
Terminación (in date)			

APARATOS		TIEMPO EMPLEADO (Time spent)				Def. cual. (of which)		
CLASE Y TIPO	Nº SERIE	DESP. (Hrs)	ESPERA (Waiting)	MATERIAL (Material)	LABOR (Labor)	NORMAL	EXTRA (OT)	(Nº) (REPAIRS)
2 BATERIAS								
2 C/ ENROLLADO								
TOTAL								

RACION BAJOS	Nº Ref.	CONTESTAR PARA CADA EQUIPO (REPLY THE FOLLOWING FOR EACH EQUIPMENT)			
		a) Defecto (Trouble reported)	c) Material suministrado (Material delivered)	e) Material desembarcado (Material landed)	g) Trabajo pendiente (Work due for next service)
	1	b) Trabajo realizado (Work done)	d) Material tomado de a bordo (Material from ship's spares)	f) Resultados (Results)	h) Gestiones realizadas (Arrangements made)
	1	a) CORRIENTES b) DESPUES DE LA REPARACION HECHA POR EL BOMBO SE OBSERVA QUE LAS BATERIAS ESTAN DEL SE. CORRIENTE LA POC SE CORRIENTE CONGRUO Y TODO FUNCIONA BIEN c) 2 BATERIAS PROIC			
	2	a) ENROLLADO b) SE REPARA ENROLLADO DE C/ ENROLLADO SE REPARA SE PRUEBA Y FUNCIONA BIEN PROIC			

Firma Técnico (Technician Sign) 	El trabajo realizado ha sido efectuado a satisfacción (The above work has been done to satisfaction) Firma de a bordo (Ship signature and stamp) OPDR ANDALUCÍA IMO NO. 9331206
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ISO 9001:2008 ISO 14001:2004 OHSAS 18001:2007

Ilustración 70. Ejemplo de registro de un trabajo realizado por una empresa externa
 Fuente: Manual de Gestión de la Seguridad del Buque OPDR Andalucía. Trabajo de campo

5.4 Plan de Mantenimiento de los equipos de navegación

Un plan de mantenimiento en una empresa consiste en una guía para los empleados de ese sector de trabajo, para que les sea más fácil identificar qué trabajos deben realizar o qué parámetros deben controlar, normalmente se ilustra a su vez cada cuantas horas debe realizarse cada acción. Estos planes o Checklist se crean haciendo uso de los manuales de los equipos y la propia experiencia de los profesionales.

El plan de mantenimiento de los equipos de navegación y comunicaciones del buque OPDR se encuentra como vimos en la ilustración 67, como se puede observar es un plan que comparado con el de los equipos de máquinas es muy poco detallado, y se adentra muy poco en los distintos fallos que se pueden producir, es más bien una guía para que el personal se preocupe de vez en cuando de comprobar que los equipos funcionan.

Bien es cierto que en dicho ilustración que corresponde al Anexo X. Control de equipos Com-Nav podemos diferenciar dos clases básicas de mantenimiento que pasaremos a detallar a continuación.

5.4.1 Mantenimiento Correctivo en los equipos del puente

El mantenimiento correctivo es aquel que se acomete ante la aparición de un fallo en el equipo, se suele aplicar en equipos donde no es lógico aplicarle un mantenimiento preventivo, ya sea por no tener muchos componentes ni aspectos a controlar, o porque es más rentable hacer solo el mantenimiento correctivo.

En cuanto a cuales son los equipos que se someten a un mantenimiento correctivo podemos basarnos en la siguiente tabla sacada de la ilustración 67.

Donde a modo de aclaración, VDR significa Voyage Data Recorder, que es un sistema capaz de captar los datos de los distintos sensores del buque, para su posterior análisis en casos de accidentes acaecidos en el buque, lo que se equipararía a las cajas negras de un avión.

	SI	NO
¿Funciona y se orienta bien la unidad giroscópica?		
¿Funciona adecuadamente la unidad de vigilancia de guardia en el puente?		
¿Funciona correctamente la unidad ECDIS de derrota?		
¿Funciona correctamente la unidad ECDIS del puente?		
¿Está en servicio sin incidencias la unidad VDR?		
¿Funciona correctamente el radar de banda S?		
¿La operación de antena de radar banda S es normal?		
¿Funciona correctamente el radar de banda X?		
¿La operación de antena de radar banda X es normal?		
¿Funciona correctamente la unidad ecosonda?		
¿Se mantiene el AIS permanentemente en servicio y de manera correcta?		
¿Funciona y se tienen señales GPS en los distintos equipos que la demandan?		
¿Está en servicio el receptor NAVTEX y recibe con normalidad?		
¿Los radioteléfonos VHF, MF y HF están operativos y sin problemas?		
¿Están operativas las unidades InmarSat con Tfno y Sat mail?		
¿Están operativos los Tfños móviles de dotación de buque?		
¿Funciona con normalidad la unidad USB para conexión Internet?		

Tabla 3. Checklist de los equipos que se ven sometidos a mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver lo más que se hace a estos equipos según este Checklist es observar si funcionan correctamente, es decir solo se actúa sobre ellos si se detecta la aparición de un fallo.

Esto es debido a que prácticamente todos son equipos electrónicos y a esta clase de equipos no se les suele realizar ningún mantenimiento preventivo, debido a que no se puede predecir su comportamiento, ni hay ninguna medida preventiva que nos pueda asegurar el alargar su vida útil. Incluso los manuales de estos equipos no incluyen siquiera consejos de mantenimiento, salvo el caso de la giro, que como ya veremos a continuación si que se le realiza un mantenimiento preventivo por tener partes mecánicas.

5.4.2 Mantenimiento Preventivo en los equipos del puente

El mantenimiento preventivo es aquel destinado a evitar la aparición de un fallo en el equipo, manteniendo a este en su estado óptimo de funcionamiento, esta clase de mantenimiento se realiza tomando por ejemplo medidas de líquidos, limpieza de equipamiento, remplazamiento de partes, etc.

Esta clase de mantenimiento también intenta aumentar la vida útil del equipo, que es el tiempo durante el cuál ofrece una operación adecuada, una vez sobrepasada la

vida útil el equipo deja de ser rentable porque empieza a dar fallos con mayor frecuencia, o se ha quedado desfasado por el avance de la tecnología.

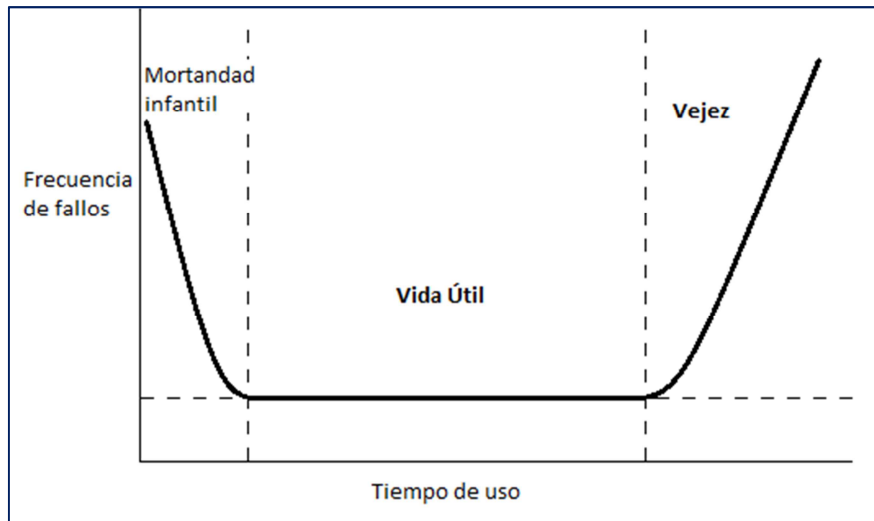


Ilustración 72. Esquema de aparición de fallos a lo largo de la vida útil del equipo
Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior vemos los distintos periodos de la vida de un equipo.

La primera zona corresponde a las primeras horas de funcionamiento del equipo, donde pueden aparecer fallos debido a una mala instalación en el buque, fallo en la cadena de producción. Normalmente estos fallos se solucionan con un correcto control de calidad en la empresa manufacturadora.

El segundo tramo de vida del equipo corresponde a la vida útil, es decir las horas que va a estar en funcionamiento el equipo en su operación óptima, en ella debieran aparecer pocos fallos, siempre que se efectúe en ellos un correcto mantenimiento.

La última fase corresponde a la vejez del equipo o el periodo de desgaste, como es lógico con el paso del tiempo todo equipo sufre un deterioro en su condición, y empieza a sufrir una cantidad creciente de fallos, una vez alcanzado este periodo se recomienda la sustitución del equipo, tanto por un ahorro económico (un equipo nuevo sufrirá de menos fallos ahorrando en subcontratación del mantenimiento) como de parones en la disposición del equipo.

A continuación se hace una relación de los equipos que se ven sometidos al mantenimiento preventivo:

	SI	NO
¿Se controla periódicamente la condición de batería del SSAS?		
¿Se ha realizado el mantenimiento anual de la giroscópica?		
¿Se han chequeado los anclajes, conexiones y condición de antenas en la magistral?		

Tabla 4. Checklist de los equipos que se someten al mantenimiento preventivo.

Fuente: Elaboración propia

En el caso del **girocompás** se debe realizar un mantenimiento anual, que consistirá en la sustitución del agua destilada y del fluido especial (empleados para darle grados de libertad a la esfera), así como de las distintas juntas tóricas [43].

El equipo **SSAS** (Sistema de alerta para la seguridad del barco) es un sistema para aviso a las autoridades ante ataques externos, es por ello que requiere de una batería para el caso de un corte intencionado del suministro eléctrico del barco por parte de los agresores. Estas baterías se han de mantener en buen estado haciendo controles de su densidad, el estado de sus bornes, etc.

5.4.3 Inspecciones periódicas marcadas por normativa

La organización marítima internacional, mediante el SOLAS en su capítulo V dictamina que equipos han de someterse a revisiones periódicas, que deben aprobar para obtener su certificado de conformidad.

	SI	NO
¿Funciona bien el compás magnético del puente y dispone de certificado vigente?		
Cuando se hacen las pruebas prescritas para el SSAS, ¿funciona correctamente?		
¿Se dispone de certificado vigente de revisión anual del VDR?		

Tabla 5. Checklist de los equipos que se han de someter a una inspección externa periódicamente

Fuente: Elaboración propia

El equipo **SSAS** debe ser sometido a unas pruebas para asegurar su buen estado, en las pruebas de estos equipos todos los elementos implicados deben estar alertados de que la señal que se va a emitir es un señuelo de prueba [44].

El **VDR** se ve sometido ha una prueba anual (Requerida según la normativa 18.8 del capítulo V del SOLAS), que debe ser realizado por el fabricante del equipo o una persona autorizada, en ella se comprobará tanto el estado del equipo, como su conexión con los equipos de los que demanda señales, etc.

A continuación vemos el informe, que propone el MSC (comité de seguridad marítima) en su circular MSC.1/Circ.1222 que permite la obtención del certificado de revisión anual del VDR.

		Sí	No	N/A
Pormenores del buque				
Nombre del buque				
Pabellón				
Número IMO				
Fecha de colocación de la quilla				
Arqueo bruto				
Pormenores del registrador de datos de la travesía				
Fabricante				
Modelo				
Número de serie del sistema				
Número de versión de soporte lógico				
Fecha de instalación				
Pormenores de la inspección				
Nombre de la persona que efectúa la comprobación				
Compañía				
Fecha de la inspección				
Lugar de la inspección				
1. Alarmas preexistentes				
Confirmar que no hay alarmas al inicio del procedimiento				
2. Comprobación del suministro de energía de la alarma				
Desconectar la fuente externa de energía. Confirmar que la alarma se activa				
Registrar la hora (hh.mm)				

Ilustración 73. Primera página del informe de la prueba anual del VDR
Fuente: O.M.I. [45]

3. Comprobación de la fuente de energía de reserva					
Permitir que el RDT siga funcionando durante 1 hora 55 minutos A partir del punto 2 <i>supra</i> .					
Confirmar que el equipo continúa funcionando en ese momento, sin alarmas adicionales		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Registrar la hora (hh.mm)					
4. Comprobación de interrupción de la fuente de energía de reserva					
Confirmar que el RDT deja de registrar automáticamente 2 horas 5 minutos después del punto 2 <i>supra</i>					
Confirmar que el equipo continúa funcionando en ese momento, sin alarmas adicionales		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Registrar la hora (hh.mm)					
5. Fecha de caducidad de las baterías					
Batería	Fecha de caducidad				
Baliza acústica		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Fuente de energía de reserva		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
6. Comprobación de la baliza acústica					
Confirmar que la baliza acústica funciona, utilizando el equipo de prueba del fabricante o sustituyéndola por una unidad certificada como plenamente operacional					
Confirmar que el equipo continúa funcionando en ese momento, sin alarmas adicionales		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
7. Estado general del equipo					
Inspeccionar el equipo y registrar su estado, marcando las casillas correspondientes:					
Unidad secundaria	Notas sobre el estado	<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Cápsula protectora		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Cables externos		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Unidad principal		<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
8. Interfaces: funcionamiento y registro					
Fecha y hora	Preferiblemente externa al buque (por ejemplo, del Sistema mundial de navegación por satélite).	<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Situación del buque	Sistema electrónico de determinación de la situación	<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			
Velocidad (por el agua o con respecto al fondo)	Equipo medidor de la velocidad y la distancia	<table border="1" style="width: 100%; height: 15px;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>			

Ilustración 74. Segunda página del informe de la prueba anual del VDR.

Fuente: O.M.I. [45]

Rumbo	Compás del buque		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sistema de altavoces del puente	Uno o más micrófonos en el puente		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comunicaciones Audiofrecuencia	Ondas métricas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selector de datos del radar	Pantalla principal del radar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profundidad del agua	Ecosonda		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alarmas principales	Todas las alarmas obligatorias del puente		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orden al timón y reacción	Aparato de gobierno y piloto automático		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orden a las máquinas y reacción	Telégrafo de máquinas, mandos e impulsores		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de las aberturas del casco	Toda la información obligatoria sobre su estado presentada en el puente		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado de puertas estancas y contraincendios	Toda la información obligatoria sobre su estado presentada en el puente		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceleración y esfuerzos en el casco	Equipo, donde lo haya , de monitorización de los esfuerzos del casco y su respuesta.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Velocidad y dirección del viento	Anemómetro, donde lo haya		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Cambio o reparación de sensores					
Comprobar el mantenimiento de los registros del RDT			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Confirmar que los defectos encontrados se han rectificado debidamente			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Persona autorizada por el fabricante		Representante del buque			
Fecha		Fecha			
Si el fabricante no lleva a cabo el examen y emite un informe completo de la prueba en el plazo de 45 días, el presente informe se incluirá en el procedimiento de certificación.					

Ilustración 75. Tercera página del informe de la prueba anual del VDR

Fuente: O.M.I. [45]

10. Análisis del fabricante

Nota: En esta sección se confirma que el fabricante refrenda la prueba y que se ha verificado el registro principal/base de datos.

Se adjunta el análisis del fabricante sobre el registro de 12 horas de duración, conforme a lo dispuesto en la norma 61996 de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), Sistemas y equipo de navegación marítima y radiocomunicaciones - Registradores de datos de la travesía (RDT) de a bordo, Prescripciones de funcionamiento - Método de ensayo y resultados requeridos de los ensayos, sección 4.6 - Datos que se han de registrar (resolución A.861(20), sección 5.4).

Todos los datos están disponibles durante el registro de 12 horas.

--	--	--

Fecha y hora del registro arriba indicado

11. Observaciones y requisitos adicionales del fabricante

Nota: Esta sección se destina para el registro de sucesos importantes que pueden haber ocurrido a bordo desde la última prueba, incluida cualquier reforma del equipo o modificación importante de las unidades del equipo existente que pueda repercutir en la disponibilidad o la calidad de la señal de entrada del RDT/RDT-S.

Esta prueba de funcionamiento se ha efectuado de conformidad con lo dispuesto en la regla V/18.8 del Convenio SOLAS y forma parte del procedimiento para la emisión del Certificado de prueba anual de funcionamiento. Los resultados, la información y toda observación pertinente deberían transmitirse al fabricante con arreglo a las instrucciones que figuran en el Manual de funcionamiento. Si los resultados son satisfactorios, se emitirá el oportuno Certificado de prueba anual de funcionamiento.

Conforme a los principios de armonización de los certificados, el Certificado que se expida seguirá siendo válido hasta la siguiente revalidación anual, a reserva de que el equipo funcione correctamente.

Ilustración 76. Cuarta página del informe de la prueba anual del VDR

Fuente: MSC [45]

En el caso del **compás magnético** lo que se debe es someterlo a una compensación del mismo en la cual se dejará constancia de los distintos desvíos que dará la aguja en función del rumbo, esta prueba es dictaminada por el estado de la bandera enarbolada en este caso la española, según la orden del 14 de Diciembre de 1992 [46] sobre compensación de agujas náuticas, dicho proceso debe ser realizado por una persona con título oficial de compensador, y debe ir firmado por el capitán marítimo, para su validez ante una inspección de alguna autoridad marítima. Dicho certificado tendrá una validez máxima de dos años.

A continuación veremos un ejemplo de plantilla para el certificado de compensación de la aguja, para el caso del buque OPDR ANDALUCÍA, usando como guía el ejemplo del buque PABEN realizado por Ricardo Nieto Lamas [47].

CERTIFICADO DE COMPENSACION DE AGUJAS NAUTICAS	
D. _____, en posesión del certificado de Aptitud de Compensador de Agujas Náuticas registrado bajo número ____.	
CERTIFICA:	
Que el buque “ OPDR ANDALUCÍA ” matrícula de Santa Cruz de Tenerife, señal distintiva ECKZ , y MMSI 225302000, se le ha procedido a efectuar la compensación de las agujas magnéticas de acuerdo con la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de fecha 14 de Diciembre de 1.992, anotándose los datos obtenido en la tablilla de desvíos que figura al dorso.	
Dado en _____, a _____ de _____ de 20_____	
V°B°	Conforme:
El Capitán Marítimo	El Capitán del Buque
Nota: Caduca a los DOS AÑOS, o al darse alguno de los casos contemplados en el Punto Sexto, párrafo c) de la Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de fecha 14.12.92	

Ilustración 77. Plantilla del Certificado de Compensación de Agujas Náuticas para el Buque OPDR Andalucía
Fuente: Elaboración propia.

TABLILLA DE DESVÍOS			
Rumbos de aguja	Desvíos	Rumbos de aguja	Desvíos
000 (N)	-1	180 (S)	+1
015 (N15E)	-1	195 (S15W)	+1
030 (N30E)	-1	210 (S30W)	+1
045 (N45E)	-1	225 (S45W)	00
060 (N60E)	00	240 (S60W)	00
075 (N75E)	00	255 (S75W)	00
090 (E)	00	270 (W)	00
105 (S75E)	00	285 (N75W)	00
120 (S60E)	00	300 (N60W)	00
135 (S45E)	+1	315 (N45W)	00
150 (S30E)	+1	330 (N30W)	-1
165 (S15E)	+1	345 (N15W)	-1

Ilustración 78. Tablilla de Desvíos del certificado de compensación de agujas náuticas
Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 Actualización a realizar en el plan

La OMI adoptó una enmienda de entrada en vigor de fecha de 1 Julio de 2012, para el capítulo V en su regla 18 [48], siendo este nuevo párrafo la exigencia de una inspección anual a los Sistemas de Identificación Automática (AIS).

La última modificación realizada en el Anexo X (Control de los equipos de navegación y comunicación) del capítulo siete del Manual de Gestión de la Seguridad del buque OPDR Andalucía fue realizado en Septiembre de 2011. Por ello esta nueva enmienda no está reflejada.

El informe de la inspección a realizar en los equipos AIS está reflejado en la resolución MSC.1/Circ.1252, que se pasará a presentar a continuación.

INFORME SOBRE LA PRUEBA DEL SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA (SIA)		
Nombre del buque/distintivo de llamada:		
Número de ISMM:		
Puerto de matrícula:		
Número IMO:		
Arqueo bruto:		
Fecha en que se instaló la quilla:		
1 Pormenores de la instalación		
	Punto	Estado
1.1	Tipo de respondedor del SIA:	
1.2	Certificado de homologación	
1.3	¿Se conserva a bordo un informe de la configuración de la instalación inicial?	
1.4	¿Se presentaron los planos prescritos? (de la colocación de la antena, de la disposición del SIA y del diagrama de bloques)	
1.5	Fuente principal de energía eléctrica	
1.6	Fuente de energía eléctrica de emergencia	
1.7	Capacidad que deberá verificarse si el SIA está conectado a una batería	
1.8	¿Se dispone de una conexión del piloto cerca de su puesto?	
1.9	¿Existe una clavija de 120 V para CA cerca de la conexión del piloto? (Prescripción para el canal de Panamá y el río San Lorenzo)	
2 Programación del SIA – Información estática		
2.1	Número de ISMM	
2.2	Número IMO	
2.3	Distintivo de llamada radioeléctrica	
2.4	Nombre del buque	
2.5	Tipo de buque	
2.6	Eslora y manga del buque	
2.7	Emplazamiento de la antena del GPS	
3 Programación del SIA – Información dinámica		
3.1	Situación del buque con indicación de su precisión y estado de integridad (fuente: SMNS)	
3.2	Hora en UTC (fuente: SMNS)	
3.3	Rumbo con respecto al fondo (fluctuará en puerto) (fuente: SMNS)	
3.4	Velocidad con respecto al fondo (cero en puerto) (fuente: SMNS)	
3.5	Rumbo (fuente: girocompás)	
3.6	Estado de navegación	
3.7	Velocidad de giro, cuando se conozca (fuente: girocompás u otro instrumento)	
3.8	Ángulo de escora, de cabeceo y de balance, cuando estén disponibles)	

Ilustración 79. Primera página del informe para la prueba del sistema de identificación automática
Fuente: OMI [49]

Resultados

4 Programación del SIA – Información relacionada con la travesía		
4.1	Calado del buque	
4.2	Tipo de carga	
4.3	Destino y hora estimada de llegada (a discreción del capitán)	
4.4	Plan de navegación (información opcional)	
4.5	Mensajes breves de seguridad	
5 Prueba de funcionamiento utilizando un instrumento de medición		
5.1	Mediciones de frecuencias (canales 1 y 2 del SIA, canal 70 del SMSSM)	
5.2	Mediciones de potencia (canales 1 y 2 del SIA, canal 70 del SMSSM)	
5.3	Información de interrogación secuencial (canal 70)	
5.4	Datos procedentes del SIA	
5.5	Datos enviados al SIA	
5.6	Comprobar la respuesta del SIA a los "buques virtuales"	
6 Prueba de la calidad de la transmisión		
6.1	Comprobar la calidad de la recepción	
6.2	Confirmar la recepción de la propia señal en otros buques/STM	
6.3	Interrogación secuencial por el STM/la instalación en tierra	
<p>¿Se han observado interferencias electromagnéticas procedentes del SIA en otras instalaciones?:</p> <p> </p> <p> </p> <p> </p>		
<p>Observaciones:</p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p> <p> </p>		
<p>El SIA se ha sometido a prueba de conformidad con lo dispuesto en la circular SN/Circ.227 de la OMI y el anexo 3 de la resolución MSC.74(69)</p>		
Nombre del Inspector de radiocomunicaciones	Fecha y lugar	Nombre de la compañía del Inspector de radiocomunicaciones

Ilustración 80. Segunda página del informe para la prueba del sistema de identificación automática
Fuente: OMI [49]

Esta inspección debe ser llevada a cabo por un inspector de radiocomunicaciones con la cualificación adecuada y estar autorizado por la administración.

5.5 Normativa que afecta al sistema integrado de navegación.

En este apartado se verán las normativas que regulan tanto al diseño de un sistema de navegación integrado como su mantenimiento

5.5.1 Mantenimiento

Respecto al mantenimiento se puede diferenciar

5.5.1.1 Código I.S.M

Este código se desarrolló en el año 1993, con el fin de regular las actuaciones del personal de a bordo, con la finalidad de que realicen sus labores sin provocar riesgos para el buque ni para el personal. En el año 1998 este código adquirió carácter obligatorio al entrar en el SOLAS en su capítulo IX [50].

Este código demanda a las empresas navieras que elaboren un sistema de gestión de la seguridad, que sea un compendio de las normas propuestas por dicho código, y que cualquier persona que forme parte de la tripulación de un buque sea capaz de entender sus labores y sus responsabilidades. Dicho sistema de gestión de la seguridad debe quedar reflejado en un manual (Manual de Gestión de la Seguridad) que debe ubicarse en cada buque y debe ser específico para cada buque de la compañía, dado que cada buque es distinto y debe quedar aprobado por la autoridad marítima.

A su vez las autoridades realizarán unas inspecciones periódicas en las que evaluarán la buena aplicación del código.

Como veremos a continuación el manual de gestión de la seguridad debe contener apartados tales como:

- La organización del personal del buque.
- Los procedimientos a realizar en distintos casos de navegación (Poca visibilidad, mal tiempo, etc.)
- Labores en puerto (abastecimiento, operaciones de carga, control de paso)
- Trabajos a realizar a bordo.
- Inspecciones, controles.
- Etc.

A continuación se mostrarán ilustraciones con el desglose de los puntos que engloba el código de gestión de la seguridad del buque OPDR Andalucía.

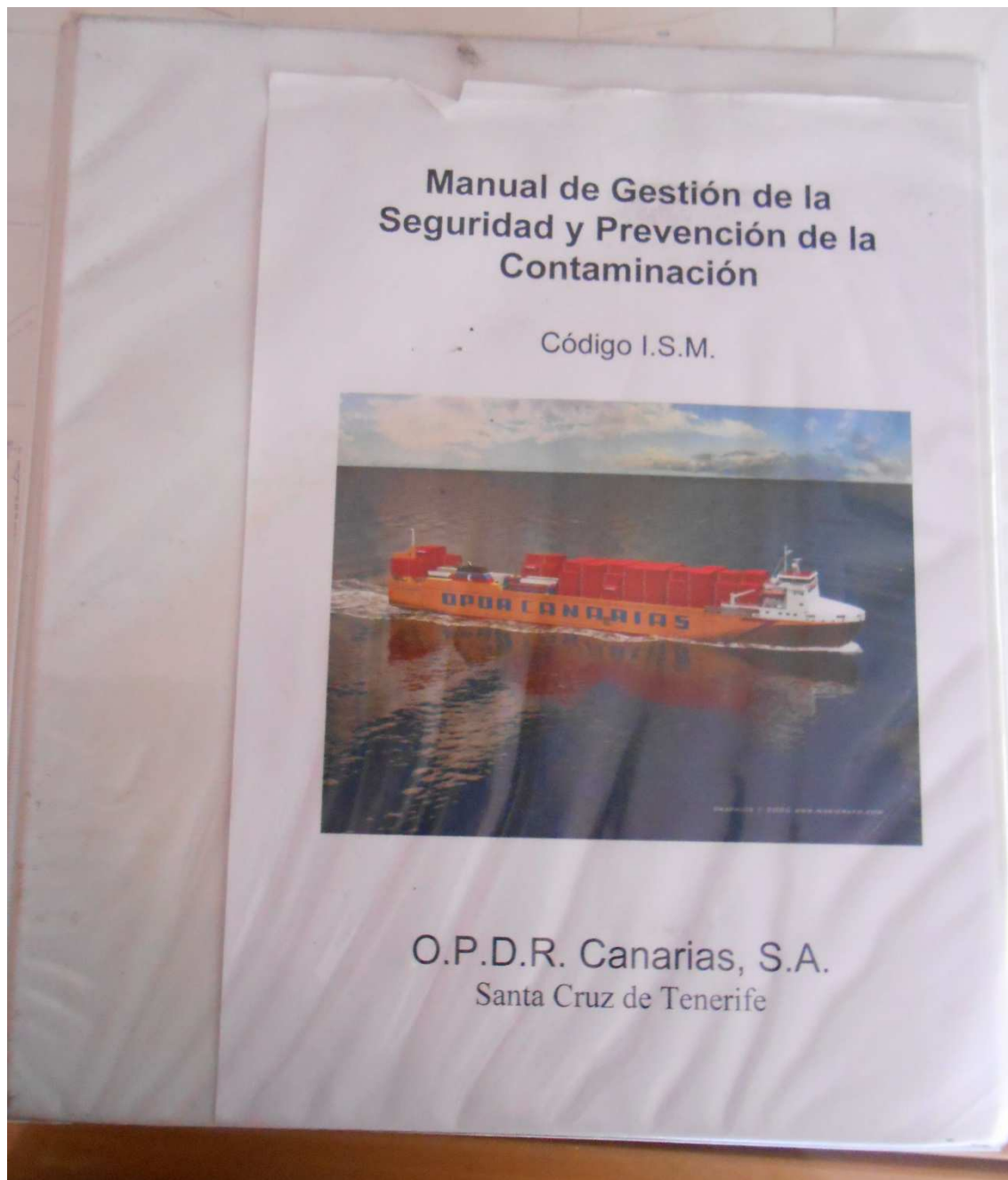


Ilustración 81. Portada del Manual de Gestión de la seguridad del OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

LISTADO DE PROCEDIMIENTOS GENERALES

X	ORGANIZACIÓN A BORDO	PG.001
X	ORDENES DEL CAPITÁN	PG.002
X	IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE FORMACIÓN	PG.003
X	FAMILIARIZACIÓN CON EL BUQUE E INSTRUCCIONES	PG.004
X	PLAN DE RESPUESTA ANTE UNA EMERGENCIA	PG.005
X	TRATAMIENTO DE INCUMPLIMIENTOS Y ACCIÓN CORRECTORA	PG.006
X	MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN	PG.007
X	CONTROL DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS	PG.008
X	ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS	PG.009
X	CONTROL DE LA DOCUMENTACION	PG.010
X	CONTROL DE LOS REGISTROS	PG.011
X	REVISIÓN DEL SGS POR LA DIRECCIÓN Y EL CAPITÁN	PG.012
X	PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE AUDITORÍAS INTERNAS	PG.013
X	DROGAS Y ALCOHOL	PG.014
X	INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIDA A BORDO	PG.015
X	ACTUALIZACION DE NORMATIVAS DE SEGURIDAD	PG.016
X	REPORTES DE VIAJE	PG.017
X	PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DEL SGS	PG.018
X	EVALUACION DE RIESGOS DEL SGS	PG.019

- 1 -

Ilustración 82. Primera página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

LISTADO DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

1.- GENERALES		
X	CUMPLIMENTACIÓN DE LAS LISTAS DE COMPROBACIÓN	PO.700
X	REPARACIONES, DIQUEADO, IMOVILIZACIÓN	PO.701
X	ENTRADA EN ESPACIOS CERRADOS	PO.702
X	TRABAJOS EN CALIENTE	PO.703
X	TRABAJOS EN ALTURA	PO.704
X	DESCARGA DE RESIDUOS, SENTINAS Y BASURAS	PO.709
2.- PREPARACIÓN SALIDA / ENTRADA		
X	ACTUALIZACIÓN DE MEDIOS	PO.705
X	PLAN DE VIAJE	PO.706
X	PREPARACION DEL PUENTE Y LA MÁQUINA	PO.707
3.- OPERACIONES EN PUERTO		
X	TOMA DE COMBUSTIBLE O LUBRICANTE	PO.708
X	CONTROL DE ACCESO A BORDO	PO.710
X	OPERACIONES CON CARGA PELIGROSA	PO.716
X	OPERACIONES DE CARGA EN GENERAL	PO.717

-1-




Ilustración 83. Segunda página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

4- NAVEGACIÓN	
X PELIGROS PARA LA NAVEGACIÓN	PO.711
X NAVEGACIÓN CON VISIBILIDAD REDUCIDA	PO.712
X NAVEGACIÓN CON MAL TIEMPO	PO.713
X RELEVO DE CAPITANES	PO.714
X CALCULO DE ESTABILIDAD	PO.715

Ilustración 84. Tercera página del índice del Código ISM del OPDR Andalucía
Fuente: Trabajo de campo

5.5.1.2 Otras normativas.

Como ya hemos visto las inspecciones anuales son regidas por:

- **AIS:** Artículo 18.9 del capítulo V del SOLAS.
- **VDR:** Artículo 18.8 del capítulo V del SOLAS.
- **Compás magnético:** Orden Ministerial del 14 de Diciembre de 1992.
- **SSAS:** Resolución 1155 del comité de seguridad de la OMI.

5.5.2 Diseño y funcionalidad

El diseño de un Sistema de Navegación va reglamentado por el SOLAS en la regla quince de su capítulo V [51], donde también se refleja en el pie de página que un buen diseño debe seguir las siguientes resoluciones:

Para la buena funcionalidad y diseño de un sistema de navegación integrado se debe seguir las instrucciones dadas por la resolución MSC.252(83), que fue aprobada en octubre de 2007, y se aplica para sistemas de navegación integrados implementados a posterioridad de 1 de Enero de 2011 [52].

En el caso de Sistemas de Navegación Integrada implementados entre el uno de Enero del año 2000 y el uno de Enero del año 2011 MSC.86(70) en su Anexo número 3 [53].

Entre los apartados de dichas resoluciones se encuentran:

- Objetivos de los sistemas de navegación integrado (Mayor seguridad en la navegación)
- Alcance: Los aspectos que comprende un sistema de navegación (Planificación de la derrota, control de la navegación, visualización de datos, etc.)
- Criterios ergonómicos: Con aspectos como que se pueda acceder a los datos fácilmente, que la representación de los datos tengan una consistencia en todos los equipos, etc.
- Diseño: las fuentes de alimentación que debe tener el equipo, que sus equipos deben cumplir con distintos estándares internacionales para que haya un buen trasvase de la información.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se reflejan las conclusiones que hemos obtenido con la realización del trabajo de fin de grado.

- Hemos visto en que consiste un sistema de navegación integrado, viendo a su vez los equipos que lo conforman en el buque concreto del estudio y su interacción, incorporándose a modo aclarativo un esquema de dicha interacción.
- Hemos observado los protocolos que regulan la comunicación entre equipos, en su parte eléctrica se sigue el RS422 y en la parte de los mensajes transmitidos hemos visto que son regulados por el protocolo NMEA 0183.
- Hemos reflejado el plan de mantenimiento que se sigue en el buque OPDR Andalucía que está incluido en su manual de gestión de la seguridad, y hemos demostrado que es actualizable en cuanto a que se le ha de añadir el comprobar que el AIS haya sido sometido a su revisión anual.
- Hemos realizado el estudio de las distintas comunicaciones barco-tierra que se han de acometer ante una operación de mantenimiento, haciéndose uso de formularios recogidos en el Manual de Gestión de la Seguridad.
- Hemos aprendido que a los equipos del sistema integrado se les aplica dos clases de mantenimiento, el preventivo y el correctivo, siendo este último el mayoritario, habiendo muy pocos equipos a los que se les somete al preventivo, básicamente el girocompás, las baterías y las antenas.
- Por último, hemos comprobado que los sistemas de navegación y comunicaciones integrados en sus aspectos de diseño, funcionalidad y mantenimiento se ven sometidos a normativa marcada por IMO tanto en el SOLAS como en distintas resoluciones de su comité de seguridad marítima.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «**OPDR Canarias**» <http://www.opdr.com/es/sobre-opdr/historia.html>.
- [2] «**Fleetmon**» https://www.fleetmon.com/es/vessels/Opdr_Andalucia_54583.
- [3] **J. E. Brito Marichal**, OPDR Canarias, Trabajo para la obtención del Título Profesional de Oficial De Máquinas de Segunda Clase de la Marina Mercante., Santa Cruz de Tenerife, 2011.
- [4] «**Caterpillar**» https://marine.cat.com/cda/files/910736/7/16M32C_Prop.jpg.
- [5] «**Lindenberg Anlagen**» <http://www.lindenberg-anlagen.de/>.
- [6] «**Wikipedia**» <http://en.wikipedia.org/>.
- [7] «**Zonu**» <http://www.zonu.com/fullsize2/2011-04-18-13492/Carta-nautica-del-Puerto-de-Santa-Cruz-de-Tenerife.html>.
- [8] **B. C. Marítima**, «Datos técnicos del Terminal de La Luz S.A.».
- [9] «**Grandio**» http://www.grandio.org/RepositorioImagenes/PeciosGC/CartaPeciosGC_LPA.jpg.
- [10] «**Puerto de Sevilla**» http://portal.apsevilla.com/wps/wcm/connect/e801a6804cd1c6b498badd0c91117910/P_DIRECTOR_2020_790px.jpg?MOD=AJPERES&CACHEID=e801a6804cd1c6b498badd0c91117910.
- [11] **J. I. Martín Morales**, Navegación por el río Guadalquivir; Proyecto final de carrera., 2005.
- [12] «**Puerto de Sevilla**» http://portal.apsevilla.com/wps/portal/puerto_es/datosTecnicos_es?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/APS/puertosevilla/elpuertosevilla/datosTecnicos/contDT2.

- [13] «**Ministerio de Fomento**» http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/MARINA_MERCANTE/Subdireccion_Trafico/registroespecial.htm.
- [14] «**L. Aguilar**» <http://es.slideshare.net/LuisAguilar47/derecho-maritimo-sociedades-clasificadoras>.
- [15] «**Safe-Tech**» <http://www.safetech.net.pl/realizacje-lista/szkolenie-dla-germanischer-lloyd-polen/>.
- [16] «**Paukner**» <http://www.paukner-lpa.com/referencias/seccion/opdr/1>.
- [17] «**Zarca**» <http://www.zarca.es/contenedores/tipos/contenedores>.
- [18] **J. Rodrigo de Larraucea, R. Marí Sagarra y J. Martín Mallofré**, Transporte en contenedor, Marge Books, 2007.
- [19] **I. Molerés Tejero**, Análisis del sistema de gestión de seguridad de un portacontenedores y métodos de trincaje..
- [20] «**Pacific Marine & Industrial**» <http://www.pacificmarine.net/marine-deck/cargo-securing/manual-container-twistlock.htm>.
- [21] «**Hi-sea**» <http://www.hiseamarine.com/bridge-fittings-595.html>.
- [22] «**Lion Container Ltd.**» http://www.lioncontainers.co.uk/uploads/1/0/9/3/10939787/24682_orig.jpg.
- [23] **F. J. Correa**, Transportes Marítimos especiales y estiba.
- [24] **L. Ballester Mora y D. García Sala**, «Estudio batimétrico con ecosonda multihaz y clasificación de fondos» UPC, 2010.
- [25] «**Aristasur**» <http://www.aristasur.com/contenido/como-funciona-el-sistema-de-posicionamiento-gps>.
- [26] **L. Casanova M.**, Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.).

- [27] «**Asifunciona**» http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_13.ht.
- [28] «**Temasafety**» <http://www.temasafety.eu/en/portfolio-items/sistemi-radar-ad-elaborazione-automatica-dei-dati/>.
- [29] **A. Bermejo Diaz**, Apuntes de la asignatura navegación electromagnética.
- [30] «**Furuno**» <http://www.furuno.com/en/products>.
- [31] «**Fondear**» http://www.fondear.org/infonautic/equipo_y_usos/Electronica_Instrumentacion/VHF/VHFaFondo.htm.
- [32] **F. X. Martínez de Osés**, Meteorología aplicada a la navegación, UPC, 2003.
- [33] «**Sail and Trip**» <http://sailandtrip.com/que-es-el-sistema-ais-sistema-de-identificacion-automatico/>.
- [34] «**Farodeluisu**» http://www.farodeluisu.es/el_sistema_ais.html.
- [35] «**Maritime Journal**» http://www.maritimejournal.com/news101/onboard-systems/navigation-and-communication/raytheon_navigates_into_europort.
- [36] **R. Léniz Drápela**. <http://navegacion.tripod.com/>.
- [37] «**Nauticexpo**» http://img.nauticexpo.es/images_ne/photo-g/clinometro-barcos-analogico-34734-330519.jpg.
- [38] **O.M.I.**, «MSC.64(67),» 1996.
- [39] **O.M.I.**, Uso operacional de los sistemas integrados del puente, Organización Marítima Internacional, 2005.
- [40] «**Awamarine**» <http://www.awamarine.com.au/products.asp?id=72&t=jrc-ibs--rms&cid=6>.
- [41] «**US Converters**» http://www.usconverters.com/images/rs422_connections.jpg.
- [42] **M. Rico-Secades**, «Modulación en frecuencia» Universidad de Oviedo.

- [43] **Raytheon Anschütz**, «Operator manual Gyro STD22» 2008.
- [44] **O.M.I.**, «MSC/Circ. 1155».
- [45] **O.M.I.**, «MSC.1/Circ.1222».
- [46] «**B.O.E.**» http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1993-457.
- [47] **R. Nieto Lamas**, <http://www.auksjon.no/FileHandlerBoatPDF.ashx?uid=191>.
- [48] «**Ministerio de Fomento**» <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/3AE70A73-89B9-4A0B-8F46-E59F7511419A/121750/SOLASCAPITULOVSEGURIDADENLANAVEGACION.pdf>.
- [49] **O.M.I.**, «MSC.1/Circ.1252».
- [50] **O.M.I.**, «Resolución A.741(18),» 1993.
- [51] **O.M.I.**, «SOLAS 2002».
- [52] **O.M.I.**, «Resolución MSC.252(83),» 2007.
- [53] **O.M.I.**, «MSC.86(70),» 1998.