



Gestión de la Conservación en el entorno portuario: Una guía básica

Autor:

Asociación Técnica de Puertos y Costas (ATPyC)

Edita:

Organismo Público Puertos del Estado

Textos:

Grupo de Trabajo sobre Gestión de la Conservación en el entorno portuario. *ATPyC. 2010-12*

Coordinación y diseño de la edición:

Emilio Piñeiro Díaz. *PUERTOS DEL ESTADO*

Imprime: V.A. Impresores, S.A.

ISBN: 978-84-88975-26-3

Depósito Legal: M-17752-2012

Edición: Mayo 2012

PVP: 50 €

Junta Directiva

Presidente: Macario Fernández-Alonso Trueba, *MC VALNERA*

Secretario: Manuel Arana Burgos, *PUERTOS DEL ESTADO*

Vocales:

José María Berenguer Pérez, *BERENGUER INGENIEROS*

Rafael Escutia Celda, *PORT INSIGHT*

Francisco Esteban Lefler, *FCC CONSTRUCCIÓN*

Ana Lope Carvajal, *PUERTOS DEL ESTADO*

Miguel Ángel Losada Rodríguez, *UNIVERSIDAD DE GRANADA*

José Luis Monsó de Prat, *INHA*

Jorge Martín Jiménez, *AUTORIDAD PORTUARIA DE BALEARES*

Dolores Ortiz Sánchez, *DIRECCIÓN GENERAL DE SOSTENIBILIDAD DE LA COSTA Y EL MAR*

Carlos Sanchidrián Fernández, *PROES*

Marius Tomé i Covelo, *SEASWELL*

Celia Tamarit de Castro, *PUERTOS DEL ESTADO*

Representantes del CJP: Noelia González Patiño, *DRAGADOS*

Grupo de trabajo

Caffarena Laporta, Francisco, *INTERPROYECT, S.A.*

Carrasco Jimenes, Alfredo, *AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS*

Cerezo Macías, Alberto, *PROES*

Díaz Gómez, Manuel, *AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS*

González Sánchez, Eduardo, *AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA*

Maciñeira Alonso, Enrique, *AUTORIDAD PORTUARIA DE A CORUÑA*

Martínez Calls, Héctor, *TECNOAMBIENTE, S.L.*

López Chorro, José Manuel, *AUTORIDAD PORTUARIA DE MÁLAGA*

Ortego Valencia, Laia, *SENER*

Pita Olalla, Pablo, *INCREA, S.L.*

Rebollo Lledó, Juan Francisco¹, *PUERTOS DEL ESTADO*

Rodríguez Escribano, Raúl Rubén, *INTEMAC*

Rodríguez García, Tomás, *EPTISA SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.L*

Romero Faz, David, *INC GROUP Y UPM*

Además han colaborado con aportaciones de casos prácticos Fernando Berenguer Reula (*Autoridad Portuaria de Baleares*), así como Manuel Germain Bravo y Jesús Rebollo Ruiz (*Marina Isla Canela*).

Agradecemos la participación de Juan Ignacio Grau Albert, Gonzalo Gómez Barquín y Ana Lope Carvajal (Puertos del Estado), por su colaboración en la revisión de esta Guía. Del mismo modo, agradecemos la colaboración prestada tanto por la propia Asociación, como por Puertos del Estado y las empresas que han facilitado la participación de los miembros del grupo.

¹ Coordinador del grupo.

Prólogo

Es por todos conocido el histórico esfuerzo inversor que ha acometido el Sistema Portuario Español en su conjunto en los últimos años, al que no ha sido ajena ninguna Autoridad Portuaria. Este ciclo de inversión ha sido particularmente significativo desde principios de la década pasada, y se ha apoyado de forma muy relevante en la existencia de fondos europeos correspondientes a los programas operativos de FEDER y Cohesión relativos a los marcos de ayuda 2000-2006 y 2007-2013, este último próximo a su finalización.

Todo ello ha permitido que nuestros puertos hayan dado un salto cualitativo importantísimo en lo que a generación de infraestructuras se refiere, particularmente en la generación de obras de abrigo, campo en el que nuestros puertos han sentado las bases de su desarrollo para las próximas décadas.

Se abre, por tanto, en los próximos años un esquema de trabajo en el que el foco del esfuerzo de los técnicos portuarios, desde un punto de vista de la gestión de las infraestructuras, se va a trasladar de la tradicional generación de nuevas obras (en un escenario, no podemos negarlo, de reducción de la inversión), a la mejora y optimización en la explotación de las mismas. Y este proceso debe enmarcarse en una estrategia no sólo de mantenimiento de la calidad de los servicios que prestan nuestros puertos, sino de clara mejora de éstos en cuanto a su competitividad y eficiencia.

En este marco resulta evidente el papel preponderante que tendrá en los próximos años una adecuada gestión de la conservación de nuestros activos, mediante procedimientos que permitan mejoras operativas en su gestión y una prolongación de su vida útil sin menoscabo de sus características funcionales, adaptando las mismas a las necesidades cambiantes que nos impone el mercado del tráfico marítimo al que damos servicio.

Analizado este escenario, la Asociación Técnica de Puertos y Costas, en su permanente esfuerzo por fomentar y difundir el conocimiento técnico en todas aquellas materias que tengan relación con los sectores portuario y costero, ha puesto en marcha, a través de su Comité Técnico de Gestión Portuaria, un grupo de trabajo con el objetivo de profundizar en los aspectos relativos a la gestión de la conservación portuaria, cuyo resultado ha quedado plasmado con la edición del presente libro. Este grupo de trabajo ha contado con participación de personal de Puertos del Estado, Autoridades Portuarias y empresas privadas, fundamentalmente consultoras, involucradas en el campo de la gestión de la conservación. A todos ellos, y a las organizaciones a las que pertenecen, en

nombre de la Asociación quiero darles las gracias por su esfuerzo y dedicación a lo largo de estos últimos meses, ya que es evidente que sin ellos este libro nunca hubiese visto la luz.

Sirva esta iniciativa como un elemento más que permita abrir un camino, el de la gestión de la conservación, de futuro en el ámbito de la operación de nuestros puertos, además de para realzar el nivel técnico del trabajo que desarrollan los profesionales de este campo, el cual merece ser valorado como una disciplina de primer nivel dentro de nuestras organizaciones.

El camino está iniciado. Esperemos que el trabajo plasmado en este libro tenga una continuidad en el futuro basada en el interés de nuestros socios en compartir sus experiencias y mejorar la transmisión de conocimiento dentro de la comunidad marítimo-portuaria. Para ello saben que siempre contarán con el apoyo y respaldo de la Asociación.

Macario Fernández-Alonso Trueba
Presidente de la Asociación Técnica de Puertos y Costas

Índice

Parte primera: METODOLOGÍA GENERAL

Conceptos básicos	13
Inventarios	31
Inspecciones	39
Priorizaciones de actuaciones	55
Horizonte final de la gestión de la conservación	71
Anexos	79
Una visión general del ámbito de la conservación en el entorno de las Autoridades Portuarias	81
Resultados de la encuesta	97
Conclusiones y recomendaciones	109

Parte segunda: APLICACIONES DE LA METODOLOGÍA GENERAL: OBRAS DE ABRIGO Y MUELLES

Diques y obras de abrigo	113
Muelles y obras de atraque	159

Parte tercera: ALGUNOS CASOS PRÁCTICOS

Descripción de los trabajos realizados en la Autoridad Portuaria de Baleares para la implantación de un sistema de gestión integral para la conservación	195
Sistema de gestión de firmes de la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras	207
Esquema del sistema de gestión para la conservación y mantenimiento del puerto deportivo Isla Canela	237
Gestión de la red industrial de telecomunicaciones de la Autoridad Portuaria de Málaga	253

Parte primera

METODOLOGÍA GENERAL

- Conceptos básicos
- Inventarios
- Inspecciones
- Priorización de actuaciones
- Proceso constructivo del Puerto Exterior en Punta Langosteira
- Horizonte final de la gestión de la conservación
- Anexos

Una visión general del ámbito de la conservación
en el entorno de las Autoridades Portuarias

Resultados de la encuesta

Conclusiones y recomendaciones

CONCEPTOS BÁSICOS



David Romero Faz¹
y Francisco Caffarena Laporta²

INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LA CONSERVACIÓN EN EL ENTORNO MARÍTIMO-PORTUARIO

Las infraestructuras portuarias, y marítimas en general, poseen unas características especiales que les diferencian de las infraestructuras ubicadas en entornos menos agresivos. Estas características implican una serie de dificultades y condiciones que habrán de ser tenidas en cuenta desde la fase de proyecto hasta la fase de explotación y la posterior conservación de las infraestructuras y servicios.

El entorno marino resulta altamente agresivo para las infraestructuras debido a la combinación, por un lado, de un ambiente con unos altos índices de humedad, característico de la costa y, por otro, a la alta salinidad del agua marina. La combinación de ambas genera lo que habitualmente se denomina “ambiente marino” en términos ingenieriles.

Dentro del conjunto de estas infraestructuras hay que distinguir entre las infraestructuras sometidas a la acción directa del mar, como los diques y obras de atraque y el resto de las instalaciones marítimas, que si bien no se ven sometidas a la acción del mar de forma directa, si están sujetas a la acción del ambiente marino. Esta distinción ya se efectúa en la normativa de hormigones estructurales EHE-08, la cual diferencia entre ambiente sumergido y ambiente marino.

Entre las características y condicionantes que diferencian las infraestructuras marítimas del resto se podrían citar:

- **Medio ambiente marino:** implica una alta agresividad sobre las estructuras e instalaciones. Ataca especialmente a elementos metálicos, produciendo un alto

¹ INC Group y UPM.

² INTERPROYECT, S.A.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

grado de corrosión sobre ellos. Entre las soluciones habituales está el empleo de elementos de acero inoxidable y de hormigones sulfuresistentes (SR) en elementos estructurales. Por el contrario, su no empleo supondrá el descarnado o desprendimiento del hormigón de las estructuras, dejando al aire el acero oxidado y destruyendo así la misma.

- **Cargas ambientales variables:** la gran variabilidad de la acción del mar y su comportamiento aleatorio, implican unas condiciones que pueden provocar el deterioro de las estructuras.
- **Métodos de cálculo semiempíricos:** a día de hoy los métodos de diseño de las secciones tipo de diques son semiempíricos y por lo que ante unas acciones variables y aleatorias deben aplicarse coeficientes de seguridad adecuados.
- **Procedimientos constructivos:** las técnicas y procedimientos de construcción no permiten unas ejecuciones ajustadas plenamente a las secciones de proyecto de la obra marítima, lo que supone un inconveniente para el mantenimiento posterior de estas.
- **Alta repercusión económica por inutilización funcional y el alto valor económico de los bienes defendidos.**
- **Alto coste de reparación de daños:** implica de forma inevitable un alto coste de reparación y mantenimiento.
- **La complejidad de los análisis de riesgos.**
- **El impacto puerto-ciudad en numerosos casos.**

A esta relación se podrían añadir muchas otras y todas con la suficiente entidad como para justificar la redacción de una Guía específica para cada una de ellas.

En base a todo esto, y al interés de la Asociación Técnica de Puertos y Costas en mejorar la calidad de los trabajos que se realizan y de los medios a disposición de los técnicos portuarios en España, se promovió la creación de un equipo de trabajo suficientemente capacitado para redactar una guía de buenas prácticas para la Gestión de la Conservación, que ayudara a difundir, en parte, la información disponible en la actualidad en España y en los países de su entorno, dando a conocer un método eficaz para la puesta en marcha de un sistema de gestión de la conservación portuaria, incluyendo en el mismo su organización, puesta en marcha y seguimiento, y complementándolo con el conocimiento, abundante en los puertos españoles de las técnicas de conservación de este tipo de instalaciones. Y por último, y quizás lo más importante, colaborar en la difusión de la cultura de la conservación de las infraestructuras marítimas y portuarias en su concepción más actual.

Otro argumento para justificar la necesidad de disponer de unas herramientas *ad hoc* que ayuden a los responsables de la conservación de este tipo de instalaciones, es la diversidad de elementos que pueden llegar a tener. La relación puede ser interminable si se es exhaustivo en la descripción de los elementos y, en cualquier caso, muy

grande si se simplifican y agrupan según su funcionalidad, además, para cada elemento es fácil que su nº sobrepase los tres dígitos. Por todo ello, el responsable del Departamento de Conservación de un puerto necesita disponer de una herramienta de trabajo que le sirva para administrar esta información tan diversa y numerosa.

Pues bien, la finalidad de esta Guía es ayudar al responsable de Conservación a desarrollar unos procedimientos que le permitan gestionar en el mismo programa informaciones tan dispares como las referentes a señales marítimas, obras de abrigo y atraque, firmes, redes de electricidad, de telefonía, de saneamiento y abastecimiento de agua, edificios, defensas, elementos electrónicos, etc. Para ello se adelanta el principio básico y, posiblemente el único, para conseguir el fin pretendido, éste no es otro que trabajar con criterios SISTEMÁTICOS Y OBJETIVOS.

Todas las consideraciones expuestas anteriormente justifican la necesidad de la implantación de un Sistema de Conservación. En los siguientes apartados se desarrolla la estructura básica que debe tener el mismo, entendiéndose por estructura básica en el sentido de que esta Guía pretende ser una ayuda para los responsables de conservación y, en ningún momento, un corsé que le imponga cambios sustanciales en su organización. Partimos de la base de que cada instalación tiene sus peculiaridades y, por lo tanto, lo único que pretendemos es aportar criterios generales de buenas prácticas, cuyos resultados han sido contrastados como muy positivos tanto dentro como fuera de España.

TIPOS DE CONSERVACIÓN. VENTAJAS E INCONVENIENTES

Introducción

Mientras que, en general, la prioridad de los ingenieros portuarios se ha centrado en la creación de obra nueva y en su posterior explotación, la conservación se ha centrado en el mero mantenimiento correctivo que se llevaba a cabo por necesidad, sin plantearse, en la mayoría de los casos, un análisis en profundidad las ventajas que una conservación ordenada y planificada aportaba a la economía del sistema y del Puerto o instalación de que se trate.

En la actualidad, el mantenimiento de las infraestructuras portuarias es una de las disciplinas que mayor relieve está alcanzando debido al haber llegado al final de su vida útil.

Dentro del concepto de optimización de los recursos disponibles que caracteriza a la gestión de las obras e instalaciones públicas, la prolongación de su vida útil en perfectas condiciones de uso a través de una política activa de conservación, es una de las estrategias de mayor beneficio inducido.

Las razones fundamentales que justifican el establecimiento de un plan de mantenimiento de las infraestructuras marítimas son muy diversas, como reducir los riesgos para las personas o el impacto al medioambiente, o alargar la vida útil de las infraestructuras, incluso el evitar reclamaciones costosas al puerto debido a daños personales o materiales, etc.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

La mayor parte de las instalaciones han sobrepasado sobradamente su vida útil de proyecto, aunque en algunos puertos de interés general, con las recientes ampliaciones llevadas a cabo, las infraestructuras han mejorado de media su vida útil, lo que no implica para que las antiguas infraestructuras también su vida útil operativa..

Concepto de mantenimiento

La *European Federation of National Maintenance Societies* define mantenimiento como *“todas las acciones que tienen como objetivo mantener un elemento o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de acciones técnicas y administrativas correspondientes.”*

Una definición más ajustada a nuestro campo sería, *“todas aquellas actividades destinadas a garantizar la funcionalidad de una infraestructura o instalación, desde el momento en que ésta es puesta en funcionamiento hasta el final de su vida útil.”*

Tipos de conservación

En general, el mantenimiento de cualquier infraestructura se puede abordar de dos formas diferenciadas y por tanto caben dos modos de conservación:

- a) Mantenimiento correctivo
- b) Mantenimiento preventivo

El **mantenimiento correctivo** es el que habitualmente se viene realizando en la mayoría de los puertos. Consiste de forma básica en la atención a las instalaciones de una forma no sistematizada, o lo que es lo mismo, sin ningún tipo de planificación, salvo que se generen a través de los partes de incidencias. Así pues solo se atienden las necesidades de conservación cuando la gravedad lo demande y se produzcan averías importantes.

Por el contrario el **mantenimiento preventivo**, se asocia a una planificación sistemática de las actuaciones de conservación que se deberán llevar a cabo en las instalaciones portuarias. Se tratará por tanto de analizar el estado de las infraestructuras, su comportamiento ante el medio ambiente y marino, los usuarios, las cargas, etc., con el fin último de anticiparse a su deterioro, detectando así con tiempo los posibles fallos o averías, y permitiendo, a la vista de los resultados, tomar la decisión de reparar o sustituir el elemento.

Ventajas e inconvenientes

Mantenimiento correctivo

A largo plazo el mantenimiento correctivo no conlleva planificación alguna y se limita a mantener la vida útil de las instalaciones en sus condiciones iniciales; una vez

que haya señales importantes de deterioro o averías que supongan la inutilización puntual de una infraestructura o instalación, actúa reparando puntualmente dicho problema. Por tanto no aporta valor a la funcionalidad de la instalación de que se trate y simplemente soluciona una situación puntual.

Su aplicación en el corto plazo puede suponer una ventaja en el aspecto económico, dado que no implica un gasto continuado en equipos, piezas, maquinaria para inspección, etc., al tratarse de reparaciones puntuales, condicionadas además al estado de las instalaciones. Un ejemplo sería la puesta en explotación de un puerto deportivo. Al tratarse de instalaciones nuevas podría no efectuarse ningún tipo de conservación programada durante los primeros años, ciñéndose solo a la resolución de problemas muy puntuales y seguramente de escaso interés. Sin embargo esta práctica no produce réditos en el largo plazo, y por tanto esa aparente ventaja económica no es tal.

En cualquier caso no hay que olvidar aquel mantenimiento correctivo que se realiza conjuntamente con el preventivo al realizar las reparaciones puntuales que se detectan durante las inspecciones programadas de las instalaciones.

Mantenimiento preventivo

Las principales ventajas que aporta el establecimiento de un mantenimiento preventivo o programado y sus consecuencias son:

- **Reducción del número de averías y tiempos muertos:** ampliación del tiempo de disponibilidad de las instalaciones.
- **Prolongación de la vida útil de las instalaciones:** ahorro del gasto en materiales (almacén).
- **Mejora la utilización de los recursos humanos:** disminución de costes y equipos ajustados a las necesidades.
 - *Considerar las posibles ventajas, en algunos casos, de la externalización de la conservación.*
- **Mejora la gestión del almacén:** disminuye la necesidad de almacenamiento, ajustando el material almacenado a las necesidades reales.
- **Disminución a medio y largo plazo del gasto global:** ahorro de costes y mejora de la cuenta de resultados de explotación del puerto.
- **Aporta un mayor conocimiento del comportamiento de las infraestructuras e instalaciones:** mejora del diseño de las nuevas infraestructuras y servicios a tenor del comportamiento de las existentes.
 - *Considerar los resultados de la auscultación de diques.*
- **Mejora del conocimiento y distribución de los costes:** creación de un historial y presupuestos más ajustados a la realidad para los pliegos

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

– *Mediante el historial de reparaciones de cada elemento y su coste asociado se obtendrá un coste medio para cada elemento. Esto resultará de gran ayuda en la redacción de los pliegos para externalizar la conservación, ajustando así los presupuestos a costes reales de mercado.*

- **Conocimiento de la distribución de la inversión por zonas y tipos de instalación:** mejora la planificación asociada.
- **Gestión informatizada:** seguimiento del estado de la conservación día a día.
- **Disponibilidad de informes de gestión:** conocimiento del gasto por zona, por tipo de infraestructura, etc.

Los inconvenientes o dificultades fundamentales de la conservación preventiva se derivan de la propia implantación del sistema, la cual exige un conocimiento exhaustivo de muchos aspectos de ésta, así como del estado de las infraestructuras. Entre ellos se encuentran:

- Necesidad de un inventario exhaustivo de las instalaciones del puerto que refleje el estado de éstas.
- Conocimiento previo de la periodicidad de las inspecciones necesarias.
- Conocimiento previo de los tiempos de reparación de los elementos o redes de servicios.
- Obtención previa de planimetría y batimetría del puerto plenamente actualizada de infraestructuras y redes de servicios.
- Creación de un soporte informático adecuado para la gestión de la conservación del puerto.
- Disponibilidad de una aplicación informática de gestión de conservación.
- Actualización de la aplicación de forma continuada.
- Disponibilidad de un equipo técnico adecuado.

Las ventajas señaladas justifican el esfuerzo necesario para la puesta en marcha de un mantenimiento preventivo, así como destinar un equipo en exclusividad a estas tareas durante un tiempo requerido en cada caso, en función del tamaño y el número de las instalaciones.

Mix de conservación

En determinados casos, en función generalmente del tipo de infraestructura de que se trate y por tanto de su importancia relativa, repercusión económica, etc., se puede considerar el uso combinado de ambos modelos de gestión, correctivo y programado, simultáneamente, si bien con diferentes pesos específicos.

Es determinante el factor económico, el cual define que peso tendrá cada una, pero también tiene una importancia alta el tipo de infraestructura y su uso.

Así, dependiendo de diferentes factores: tipo de obra, coste de construcción, función de la instalación, tipología y entidad de las cargas, la disponibilidad de medios de

inspección etc., se podrá seleccionar y definir la estrategia óptima para realizar el mantenimiento de la estructura.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LA CONSERVACIÓN

Si la implantación de un Sistema de Gestión de la Conservación adecuado es recomendable para cualquier tipo de infraestructura, dentro del Sistema Portuario tiene unas especiales consideraciones que a continuación se sintetizan.

En la mayoría de los puertos de interés general el modelo adoptado es el denominado "*Landlord Port*", es decir, la Autoridad Portuaria construye con carácter general las obras de infraestructura, incluyendo las obras de acceso y abrigo, pudiendo otorgar en concesión terminales para diferentes tráficos cuyos operadores se encargan de las obras, instalaciones, equipamientos y reparaciones dentro de las mismas. Por otra parte, y según el RDL 2/2011 Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, el Sistema Portuario debe administrarse por el principio de autosuficiencia, según el cual las AP deberán estructurar su esquema financiero de manera que los ingresos cubran todos los gastos, entre los que se incluyen las depreciaciones de bienes e instalaciones.

Con relación a lo que debe entenderse por el nivel de estado de una instalación que necesita de reparación, hay que hacer algunas consideraciones que han hecho evolucionar su concepto durante los últimos años. Se puede señalar como la más significativa la de la competitividad del mercado marítimo. El que hasta hace pocos años era el "usuario" de la instalación ha pasado a ser el "cliente", con todas las implicaciones socio-comerciales que este término implica. Esta nueva visión ha evolucionado substancialmente el concepto de nivel de servicio de la instalación pues, si se quieren dar mejores servicios y, en resumen, ofrecer mayor calidad para hacer el producto más atractivo y poder posicionarse mejor en el mercado, será necesario invertir, no solamente en el proyecto y en la obra, sino también, en la conservación de la instalación.

Lo indicado anteriormente, unido a la máxima financiera de considerar "costes diferentes para fines diferentes", hace que el presupuesto destinado a conservación venga experimentado una atención especial desde hace unos años y, necesariamente, se irá incrementando en años sucesivos. Esta circunstancia obligará a que los departamentos de conservación de los puertos actualicen su organización y sistemas de trabajo de manera similar a los de proyectos y obras.

Un eficaz sistema de conservación, también puede ayudar a la gestión comercial de la instalación si se tiene en cuenta que un aspecto importante de la oferta lo constituyen las tarifas portuarias para los diferentes servicios y, considerando el principio ya indicado de la autofinanciación, para el cálculo de las mismas, el criterio que se aplique para la asignación de costes adquiere una gran importancia. En líneas generales y de forma muy simplificada, podemos indicar que las amortizaciones, que se incluyen en el grupo de costes fijos dentro del apartado de costes indirectos, suponen un centro de coste muy importante en el esquema portuario actual, y, por lo tanto, el valor que se asigne a las amortizaciones cada vez tiene más importancia en la gestión portuaria.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

PUERTOS DEL ESTADO	MANUAL DE TRATAMIENTO CONTABLE DE LOS ACTIVOS MATERIALES DEL SISTEMA PORTUARIO	
VERSIÓN: 1	CAPÍTULO 3: AMORTIZACIÓN, VIDA ÚTIL Y VALOR RESIDUAL	
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: ENERO 1999	TEMA 1: AMORTIZACIÓN, VIDA ÚTIL Y VALOR RESIDUAL	PÁGINA: 3.1.1

La amortización, vida útil y valor residual de los distintos bienes inmovilizados, según su clasificación funcional será:

BIENES		Años de Vida útil	% Valor Residual	% Amortización Anual
Clasif. Funcional	Descripción			
01	Instalaciones de ayudas a la navegación:			
0104	Instalaciones de ayudas visuales	10	-	10
0105	Instalaciones de ayudas radioeléctricas	5	-	20
0103	Instalaciones de gestión y explotación	5	-	20
02	Accesos marítimos:			
0201	Dragados de primer establecimiento	50	-	2
0203	Esclusas	40	1	2,5
0205	Obras permanentes de encauzamiento y defensa de márgenes	35	-	2,86
03	Obras de abrigo y defensa:			
0301	Diques y obras de abrigo	50	-	2
0303	Escollera de protección de recintos	40	-	2,5
04	Obras de atraque:			
0401	Muelles de fábrica	40	-	2,5
0402	Muelles de hormigón armado y metálicos	30	-	3,33
0403	Defensas y elementos de amarre	5	-	20
0404	Obras complementarias para atraque	15	-	6,7
0405	Pantalanes flotantes	10	-	10
0406	Boyas de amarre	15	-	6,7
05	Instalaciones para reparación de barcos:			
0501	Diques secos	40	-	2,5
0502	Varaderos	30	1	3,33
0503	Diques flotantes	20	3	4
06	Edificaciones:			
0601	Tinglados, almacenes y depósitos para mercancías	35	-	2,86
0602	Estaciones marítimas, naves y lonjas de pesca	35	-	2,86
0603	Almacenes, talleres, garajes y oficinas, y casetas de pesca, armadores y similares	35	-	2,86
0604	Viviendas y otros edificios	35	-	2,86
0606	Módulos y pequeñas construcciones prefabricadas	17	-	5,88
0607	Elementos fijos de soporte de ayudas a la navegación	35	-	2,86
07	Instalaciones generales:			
0701	Instalaciones, conducciones y alumbrado exterior	17	-	5,88
0702	Cerramientos	17	-	5,88
0703	Otras instalaciones	17	-	5,88

**Tratamiento contable de los activos materiales del Sistema Portuario.
Puertos del Estado**

PUERTOS DEL ESTADO	MANUAL DE TRATAMIENTO CONTABLE DE LOS ACTIVOS MATERIALES DEL SISTEMA PORTUARIO	
VERSIÓN: 1	CAPÍTULO 3: AMORTIZACIÓN, VIDA ÚTIL Y VALOR RESIDUAL	
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: ENERO 1999	TEMA 1: AMORTIZACIÓN, VIDA ÚTIL Y VALOR RESIDUAL	PÁGINA: 3.1.2

BIENES		Años de Vida útil	% Valor Residual	% Amortización Anual
Clasif. Funcional	Descripción			
08	Pavimentos, calzadas y vías de circulación:			
0801	Vías férreas y estaciones de clasificación	25	3	4
0802	Pavimentos en muelles y zonas de manipulación y depósito	15	-	6,7
0803	Caminos, zonas de circulación y aparcamiento, depósitos	15	-	6,5
0804	Puentes de fábrica	45	-	2,22
0805	Puentes metálicos	35	2	2,86
0806	Túneles	35	-	2,86
09	Equipos de manipulación de mercancías:			
0901	Cargaderos e instalaciones especiales	20	3	5
0902	Grúas de pórtico y porta contenedores	20	3	5
0903	Grúas automóviles	10	3	10
0904	Carretillas, tractores, remolques y tolvas, cintas y equipo ligero	10	3	10
10	Material flotante:			
1001	Cabrias y grúas flotantes	25	4	4
1002	Dragas	25	3	4
1003	Remolcadores	25	3	4
1004	Gánguiles, gabarras y barcazas	25	4	4
1005	Equipo auxiliar y equipo de buzos	10	2	10
1006	Embarcaciones de servicio	10	2	10
1007	Elementos comunes de soporte flotante de ayudas a la navegación	15	-	6,7
11	Equipos de transporte:			
1101	Automóviles y motocicletas	6	5	16,7
1102	Camiones y furgonetas	6	5	16,7
12	Material ferroviario:			
1201	Locomotoras y tractores	15	5	6,7
1202	Vagones	20	4	5
13	Equipo de taller:			
1301	Equipo de taller	14	4	7,1
14	Mobiliario y enseres:			
1401	Mobiliario y enseres	10	-	10
15	Material diverso:			
1501	Material diverso	5	-	20
16	Equipo informático:			
1601	Equipo informático (hardware)	5	-	20

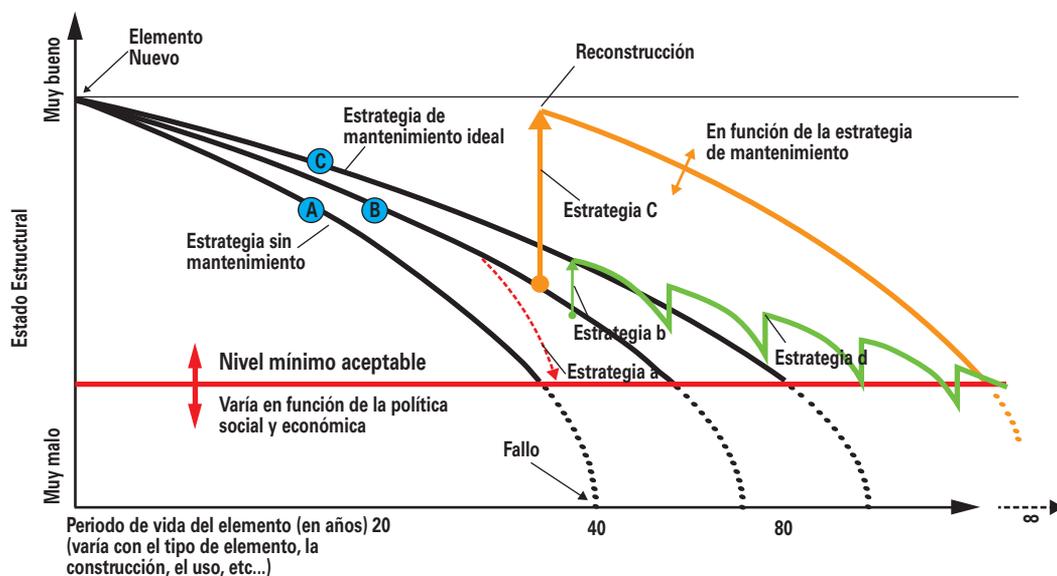
*Tratamiento contable de los activos materiales del Sistema Portuario.
Puertos del Estado*

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

A título informativo, y como estudio-reflexión para los responsables de conservación a los que va destinada esta Guía, se adjuntan a continuación las indicaciones recogidas en el Tratamiento Contable de los Activos Materiales, editado por Puertos del Estado para normalizar este tema tan importante de la vida útil de las obras y los equipos portuarios.

No obstante, aunque estos criterios expuestos de vida útil se sigue aplicando en la mayoría de los puertos, parece evidente que si se justifica que la implantación de un Sistema de Gestión de la Conservación amplía sensiblemente la vida de la instalación, el capítulo de costos por amortizaciones se vería disminuido y, por lo tanto, la cuenta de explotación se vería beneficiada.

Para apoyar este planteamiento se presenta el siguiente gráfico, conceptualmente aceptado por toda la ingeniería internacional especializada en la conservación de infraestructuras, en el que se observa que cualquier política de conservación que se aplique a los elementos de una instalación alarga el periodo de vida de ésta de manera considerable.



Curva de "las cuatro políticas" de conservación de una infraestructura.³

Dado el interés didáctico de la figura, también conocida como la de "las cuatro políticas", se procede a su descripción de forma abreviada dado que resume la esencia de las distintas alternativas de la conservación. En unos ejes de coordenadas, en el que en abscisas se representa el periodo de vida de un elemento determinado de la instalación portuaria y en ordenadas su estado resistente, se representan las líneas que constituyen el ciclo de vida de ese elemento en varias circunstancias. Por un lado, en sus dos casos extremos, la línea "A" que representa el caso de falta absoluta

³ Informe del Grupo de Trabajo 25 de PIANC Incom (abril 2006): Maintenance and Renovation of Navigation Infrastructure.

ta de mantenimiento y, la "C" que representa el ciclo del elemento ante un mantenimiento preventivo impecable.

Por otro lado, mediante la línea "B", se representa un caso intermedio de los anteriores que se refiere al de un mantenimiento irregular y que, por lo tanto, es el más frecuente. Con relación a éste último caso, el "B", se consideran las cuatro opciones siguientes:

- **Estrategia "a"**: Representa el caso en el que tras un periodo de mantenimiento pobre, si encima se suspende toda la inversión, la consecuencia es el deterioro total y rápido del elemento en cuestión.
- **Estrategia "b"**: Considera la circunstancia bastante frecuente de que en un determinado momento se efectúe una inversión que lleve la capacidad estructural del elemento al nivel que tendría en el caso de un mantenimiento ideal. La línea consiguiente de deterioro del elemento correspondería, naturalmente, a la del plan de conservación que se le aplique a partir de ese momento.
- **Estrategia "c"**: En éste caso, se supone que, en un momento dado, se procede a la reconstrucción total del elemento. Sería como reiniciar desde éste punto la vida del elemento que seguirá la curva de deterioro correspondiente al tipo de conservación que se adopte.
- **Estrategia "d"**: Es una variedad extendida en el tiempo de la estrategia "b" y, por lo tanto, podría llevar la vida del elemento hasta un periodo de años similar al de la estrategia "c".

En relación con este gráfico, se quieren hacer notar dos cuestiones que se consideren de importancia. La primera se refiere a que cada vez se recomienda más evaluar la depreciación de los elementos en base a su valor de reposición con el fin de tener un conocimiento actualizado del costo real que supondría llevar la instalación a la capacidad funcional y resistente de origen.

La segunda observación tiene relación con el apartado de costos que se ha venido manejando, en el sentido de que, además de las amortizaciones de las que se ha tratado, existen otros costos relacionados con la conservación como son: los derivados de una conservación correctiva, que estaría en el grupo de los costes directos y, los derivados con una conservación preventiva que estarían entre los indirectos. Por consiguiente, en los casos en los que una ampliación del periodo de vida de la instalación implique un considerable aumento del gasto de conservación preventiva, se aconseja evaluar con un estudio coste-beneficio ambas alternativas, antes de tomar alguna de las soluciones sugeridas por el gráfico comentado.

METODOLOGÍA GENERAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONSERVACIÓN

Introducción

El objeto de esta Guía es el de transmitir una serie de directrices que puedan ser asumidas por cualquier organización que gestione infraestructura marítima o portuaria,

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

de forma que puedan adaptarlas a sus recursos humanos y materiales, además de a sus "clientes". En primer lugar, hay que acudir al principio básico de todas las actuaciones que se contemplan dentro del Sistema de Gestión de la Conservación que presentamos en esta Guía: SISTEMÁTICA y OBJETIVIDAD.

El primer paso imprescindible para acometer el proyecto de implantación, es la realización de un INVENTARIO. Solamente desde el conocimiento exacto de todos los elementos que componen la instalación, se pueden evaluar los recursos humanos y materiales necesarios realmente para el correcto mantenimiento de la misma.

El siguiente paso será conocer el estado en que se encuentran los elementos inventariados. Lógicamente, la primera de ellas, se realizará a la vez que el inventario, en el caso que se disponga del personal con la capacidad técnica adecuada. La profundidad de estas INSPECCIONES se ajustará a los recursos disponibles, de una forma realista y con el alcance posible. Por ello se recomienda que se organicen, de no poder hacerse de otra forma, como meras inspecciones visuales, reservándose las inspecciones más específicas para los casos en los que se detecte algún problema de mayor importancia.

Si la objetividad y la sistemática se recomiendan para todo el proceso de implantación, para ésta etapa son especialmente necesarias dado que este trabajo de inspección, que es el más caro y laborioso, debe permitir dos cosas: Por un lado, gestionar el resultado de las inspecciones y, por otro lado, posibilitar la actualización de las mismas en el tiempo con los mismos criterios y por personal diferente.

Al llegar a este punto, conviene hacer una reflexión sobre las ventajas que tendría una participación del Departamento de Conservación en los proyectos de estas instalaciones, cuando ello no ocurra ya.

Cuando se pone un proyecto en marcha, suelen intervenir en él exclusivamente los ingenieros del departamento de proyectos y obras del puerto, dando las debidas directrices al consultor que realiza el proyecto para que el mismo se ajuste a las necesidades técnicas y a los plazos previstos.

No obstante, estos proyectos a veces presentan deficiencias que no siempre son detectadas y se pueden resolver en la fase de obra. La mayoría de las veces lo son en la fase de explotación, cuando se estudia el plan de mantenimiento o sencillamente cuando se produce una avería o fallo.

Son muchas y diversas las problemáticas que se plantean cuando esto sucede y de diferente naturaleza. Si bien todas tienen un elemento común, *los proyectos no se retroalimentan de las experiencias obtenidas en conservación*. Esta situación puede disminuir la funcionalidad de las obras, encareciendo el resultado final esperado a lo largo de la vida útil de la instalación. No hay que olvidar que el coste final de una obra no es el presupuesto de ejecución por contrata, sino que hay que repercutirle los costes de conservación a lo largo de su vida útil. Si hiciéramos esta cuenta en muchas instalaciones de puertos en España el resultado en algún caso sería sorprendente.

Una forma de evitar estas situaciones pasaría por un mayor contacto entre ambas áreas técnicas, de manera que cuando se planteen nuevos proyectos, por pequeños que sean, haya un consenso previo, establecido entre ambas partes, que fije qué tipologías de materiales son los más adecuados y donde, qué elementos sufren más debido a un inadecuado diseño, etc.

Se trata en definitiva de aportar la experiencia obtenida en conservación a la mejora de la calidad de lo proyectado, evitando así situaciones que supongan un coste extra sobre las infraestructuras, de forma que ello redunde en una mayor economía y en definitiva prolongue en lo posible la vida útil de las obras.

Continuando con la metodología general, la tercera etapa viene obligada por la tradicional falta de recursos para los trabajos de conservación, nos referimos aquí a la PRIORIZACIÓN de las actuaciones derivadas de las inspecciones llevadas a efecto en la etapa anterior. Los criterios de priorización no son siempre técnicos, pudiendo intervenir decisiones de tipo político, económico, de seguridad, de medio ambiente, etc.

La última etapa es la de REALIZACIÓN de los trabajos programados. Con independencia de los aspectos técnicos sobre cómo realizar los trabajos, sobre lo que también se darán algunas recomendaciones prácticas en esta guía, se quiere hacer especial insistencia sobre la importancia de documentar todo el proceso. Como mínimo se registrarán las incidencias, las órdenes de trabajo y los partes de operaciones realizadas. No olvidemos que el más elemental sistema de calidad se basa en:

ESCRIBIR lo que se va a hacer
Hacer lo que se ha ESCRITO
ESCRIBIR lo que se ha hecho
Archivar lo que se ha ESCRITO

En sucesivos capítulos se irán desarrollando cada una de estas etapas, no obstante conviene señalar que la Implantación del Sistema de Gestión de la Conservación es un proceso dinámico que se debe ir adaptando cada año a la experiencia y a los datos recogidos en la última etapa de las indicadas. Por lo tanto, los sistemas informáticos que se adopten para administrar los datos del proceso deben ser muy flexibles y, a la vez, realizados en un lenguaje muy sencillo para que puedan adaptarse a las nuevas necesidades y criterios por el mismo personal del departamento de conservación.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN

Objetivos y etapas del Sistema de Gestión

Los objetivos que debe cumplir el Sistema de Gestión de Conservación Portuaria (SGCP) son los siguientes:

- **Ordenar y clarificar las labores de mantenimiento y conservación.** Para ello se debe realizar un inventario actualizado de las instalaciones a conservar, y una

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

metodología de las operaciones principales que se describan de forma habitual en las instalaciones de que se trate.

- **Objetivar la gestión de la conservación.** Creando un sistema abierto que elimine la actual dependencia de la participación en ella de determinadas personas y permita por tanto recoger todo el conocimiento de los procedimientos, valoraciones, estados de situación, problemas habituales, etc.
- **Control del gasto.** De forma que el presupuesto se ajuste de forma realista a las necesidades previstas en el plan de mantenimiento, mejorando así la disponibilidad económica allá donde sea más necesaria.
- **Realzar el nivel teórico y profesional de los técnicos de conservación.** Mediante la creación de metodologías para la gestión, sistemas de control, aplicaciones de gestión, etc.

Para ello se establecen una serie de etapas de creación del sistema de gestión:



Planificación de las actividades de conservación

La propuesta de un Plan de Conservación que aborde las diferentes etapas a llevar a cabo, implica necesariamente abordar los siguientes aspectos:

- **Descripción detallada de las instalaciones objeto de la planificación (INVENTARIO),** empleando para ello criterios de homogeneidad que simplifiquen el análisis funcional y que sinteticen las tipologías de infraestructuras y servicios a considerar.

Realización de un inventario de los elementos a conservar. Su descripción debe ser lo más homogénea posible respecto de otras infraestructuras portuarias, recogiendo de cada uno de ellos información tan relevante como; código que lo identifique, ubicación en el puerto, características técnicas y geométricas, última revisión efectuada, historial de actuaciones, precio unitario, etc.

- **Evaluación del estado de las instalaciones mediante la valoración de la funcionalidad de los elementos que las componen (INSPECCIÓN).** Se trata de tener un conocimiento real del estado de conservación que tienen las infraestructuras a mantener previamente a la puesta en marcha del sistema de gestión de la conservación portuaria (SGCO).

Para ello se deberán realizar unos reconocimientos del estado de las instalaciones, elemento a elemento, considerando fundamentalmente los más representativos desde el punto de vista funcional y de coste de mantenimiento en el sistema.

Con relación a esto se deben definir los denominados índices o niveles de estado de los elementos, suele ser muy útil definir tres niveles con las graduaciones siguientes: Buen estado, regular, a sustituir, si bien también es posible añadir un cuarto nivel de acuerdo con los criterios de cada Dirección de Conservación.

Asimismo se debe realizar una evaluación de los niveles de servicio de cada una de las instalaciones respecto del nivel ideal de funcionalidad de cada una de éstas. En éste sentido resulta útil establecer los siguientes niveles: Utilización sin restricciones, Utilización con alguna restricción, Fuera de uso.

Dichos índices servirán de indicadores del grado de funcionalidad y evolución de las instalaciones.

- **Establecimiento de la política de conservación del puerto (PRIORIZACIÓN).** Se deberá definir el nivel de servicio que se desea alcanzar en las instalaciones, mediante los correspondientes indicadores de servicio. Dicha política permitirá la priorización de actuaciones a llevar a cabo, ayudando a dirigir convenientemente las inversiones y la programación de actuaciones de mantenimiento y conservación, y a flexibilizar la distribución del presupuesto según las necesidades, a veces cambiantes, de la conservación.
- **Relación de operaciones de conservación características del Puerto (Catalogo General de Operaciones).** Se debe analizar y organizar con criterios de homogeneidad las distintas operaciones de conservación, agrupándolas en distintas categorías en función de su tipo, y finalidad o fundamento en la programación.

Supeditado a la estructura administrativa de cada Organización, se recomienda establecer **cuatro grupos básicos** que determinan los distintos tipos de actividades de conservación en un puerto, que son:

1. *AOP, operaciones de ayuda a la operación portuaria.* Son aquellas necesarias para el funcionamiento de la instalación de manera segura y operativa. Se suelen atender con equipos fijos de personal y maquinaria. Ej.: Fijación de los anclajes de una defensa con riesgo de caída.
2. *COP, operaciones de conservación ordinaria del puerto.* Son aquellas susceptibles de una planificación a lo largo del año y que suelen acometerse con equipos de mantenimiento fijos, cuyo trabajo se distribuye de forma que se

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

garantice una optimización de los mismos, o por medio de contrataciones externas. Ej.: Pintado de un bolardo.

3. *MEP, operaciones de mejora de los elementos portuarios.* Son aquellos trabajos que trasladan a su estado original a los distintos elementos de la instalación. Estas operaciones suelen contratarse con empresas externas y son susceptibles de evaluación mediante procedimientos del tipo de *Lyfe Cycle Management* o similares. Ej.: Sustitución de una farola por otra nueva.
4. *MEFIP, operaciones de mejora funcional de la instalación portuaria.* Se refieren a aquellos trabajos que suponen un cambio en la instalación que altera el diseño primitivo de la misma mejorándolo. Los trabajos también se suele externalizar y el resultado es un cambio patrimonial que es necesario considerar en un contexto distinto a los anteriores. Ej.: Iluminación de un pantalán.

Las principales características que deberá tener el *Catálogo de Operaciones* son:

- El catálogo debe ser una herramienta de trabajo, suficientemente flexible para ser ampliado, modificado o actualizado sin problema. De esta manera se recogerá siempre la realidad de las operaciones que se estén desarrollando en el puerto.
- Cada operación de conservación se reflejará en una ficha en la que constará, entre otra, la siguiente información:
 - Código identificativo de la misma
 - Denominación.
 - Descripción de la operación
 - Metodología de ejecución, incluyendo el equipo estándar empleado de personal, maquinaria y materiales, así como sus rendimientos medios.
 - Unidad y criterios de medida.
 - Forma de abono.
 - Normativa vigente.
- **Redistribución adecuada del presupuesto disponible.** Una vez definidas las diferentes operaciones y agrupadas por categorías, se debe redistribuir el presupuesto existente entre las mismas. Como resultado de ello se obtendrá el denominado *Plan de Actividades* o proyecto de conservación para el periodo marcado.

Estos aspectos conducen finalmente a la redacción del “Plan Inicial” de conservación.

Programación de los trabajos (EJECUCIÓN)

Una vez realizada la primera etapa, se efectúa la programación de los trabajos, cuyo objetivo es llevar a la práctica la planificación descrita anteriormente. Así, se elaborará un primer plan de trabajos a efectuar en el plazo de un mes con el fin de realizar posteriores ajustes, pues siempre surgirán tareas imprevistas que desvíen la programación inicialmente programada y que por tanto serán corregidas posteriormente. De esta manera se efectúan, entre otras, las siguientes tareas:

- Organización de los equipos de trabajo.
- Coordinación de los suministros de material (gestión del almacén).
- Previsiones de subcontratación a empresas externas.

Las tareas imprevistas se detectarán mediante el parte de incidencias diario, cuya valoración debida e incorporación a las actividades de conservación en marcha, deberá ordenar el Jefe de Conservación en base a la importancia de la problemática de que se trate y en especial en base a la repercusión que esta tenga sobre seguridad y la operatividad de las instalaciones a las que afecte.

De esta forma habrá partes de incidencias menores, cuya resolución no requerirá una actuación inminente, o por el contrario incidencias cuya atención deberá ser inmediata con el ánimo de interrumpir lo menos posible la operativa de la instalación.

Los partes de incidencias se deberán gestionar mediante una base de datos, que permita su evaluación y seguimiento desde su alta en el sistema hasta su resolución definitiva y archivo.

GESTIÓN DE LOS RESULTADOS

Seguimiento de los trabajos

El seguimiento de los trabajos se realiza mediante los partes de trabajo diario. Existen dos tipos:

- **Partes de vigilancia.** Son partes que, elaborados principalmente por el personal responsable de ella, recogen las incidencias de conservación producidas cada día, definiendo además de la incidencia otros aspectos como la situación de la misma, la urgencia de esta o el código identificativo del elemento. Su finalidad, más allá de la propia vigilancia, es alertar de las posibles incidencias, dado lugar a los posteriores partes de incidencias ya comentados.
- **Partes de operaciones.** El parte de operaciones se crea para recoger la información generada por la actividad llevada a cabo durante el día, incluye información del tipo; tipo de operación, código de operación, localización del trabajo, horas de personal empleadas en su resolución, empresas externas que han colaborado, maquinaria empleada, materiales, etc.

Informe final y análisis de resultados

Los partes descritos anteriormente son gestionados mediante la correspondiente aplicación informática que no solo los almacenará, sino que permitirá un posterior análisis de los resultados, permitiendo así valorar el trabajo que se ha realizado, el tiempo, los recursos humanos y materiales empleados, su coste y, de forma indirecta, la adecuación de los recursos a las necesidades y el empleo que se hace de ellos. Una vez llevada a cabo la programación y finalizado por tanto el año, se realizará el *Informe Final de la Actividad* cuyo objetivo principal será resumir la actividad lleva-

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

da a cabo. Seguidamente se compararán el Plan de conservación (inicial) con el llevado realmente a cabo a través de dicho informe, con el fin de comprobar las desviaciones de medios, inversión, tipos de incidencias previstas, actividades programadas, etc.

El otro objetivo del informe será valorar la productividad obtenida en los diferentes tipos de operaciones, y por tanto el coste asociado a ellas, lo que permitirá introducir modificaciones que mejoren esta circunstancia.

En ese mismo contexto se podrá deducir si las políticas de conservación definidas han sido las más adecuadas y por tanto coherentes con las necesidades reales, siendo posible entonces la sustitución de éstas por otras más coherentes.

INVENTARIOS



**Tomás Rodríguez García¹, David Romero Faz²
y Pablo Pita Olalla³**

INVENTARIO DE ELEMENTOS: OBJETO

Por inventario se entiende el registro documental de los bienes y demás objetos pertenecientes a alguien, hecho con orden y precisión.

La realización del inventario tiene como finalidad el conocimiento sistematizado de los distintos elementos que engloba una infraestructura, registrando el estado de conservación en el que se encuentran cada uno de ellos en el momento del trabajo.

La condición indispensable para que un Sistema de Gestión de Conservación exista y además cumpla con su cometido, implica necesariamente la elaboración previa de un inventario exhaustivo de los elementos e instalaciones a conservar en el puerto. Su finalidad será por tanto el *conocimiento sistematizado del estado* de los elementos que configuran las infraestructuras a mantener, registrando para ello el estado de conservación en el que se encuentran cada uno en el momento de la elaboración del mismo.

Para su correcta elaboración se debe llevar a cabo un registro de los datos que permitan caracterizar fielmente el estado de la infraestructura por personal especializado y con medios técnicos adecuados. El inventario debe ser completo, preciso, flexible, y de fácil consulta. Además debe ser actualizado con adecuada frecuencia a través de las inspecciones a realizar.

Como resultado final del inventario se deberá obtener una ficha por cada elemento examinado en la que se recoja la identificación y detalles del mismo, y la creación de una base de datos que recoja toda las fichas creadas, así como, de forma opcio-

¹ EPTISA Servicios de Ingeniería, S.L.

² INC Group y UPM.

³ INCREA, S.L.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

nal la integración en un sistema GIS que permita la ubicación de cada elemento en el conjunto del puerto y su identificación instantánea.

TIPOS

Instrumentos

Antes de describir los tipos de Inventarios, conviene tener claro los instrumentos a utilizar para la consecución de un inventario. A grandes rasgos estos se pueden agrupar en:

- **Metodologías**

Las metodologías son herramientas fundamentales a la hora de la realización de inventario, ya que indicarán las pautas que llevarán a una planificada obtención de datos, de modo ordenado y preciso, no corriendo el riesgo de dejar los trabajos al azar, para no obviar información necesaria luego para el objetivo al que se encuentra destinado el inventario.

- **Fichas**

Es el instrumento que estructura el método y donde se vuelcan todos los datos a ser estudiados en cada caso. El diseño de la ficha estará estrechamente ligado al fin del inventario permitiendo una identificación rápida y precisa de los campos que se quieren inspeccionar.

- **Base de datos**

Se trata de informatizar la información para permitir una más fácil y rápida utilización de la misma y un acceso más amplio.

Inventarios

Los criterios y la estructura que se considerarán en la elaboración y diseño de los inventarios dependerán del propósito del mismo y deberá reflejar la realidad de los elementos o del área estudiada. Para esto se deberá seleccionar cuál es el tipo de inventario que se acerca a las necesidades del proyecto. Estos se podrían dividir en los siguientes tipos:

- **Inventario general**

Se trata de un inventario de reconocimiento donde los datos que se obtienen son de carácter general y permiten acceder a una perspectiva general del caso de estudio, para luego especificar la actuación a desarrollar.

- **Inventario discretizado**

Este tipo de inventario acota la información que se necesita obtener, esta debe ser precisa en cuanto a su fin último, ya sea para una posterior clasificación de los elementos, medidas a adoptar, decisiones,...

- **Inventario detallado**

El tipo de exploración que se realiza es pormenorizada para conocer en detalle los bienes reconocidos ya sea desde sus orígenes como desde su uso, así como las características constructivas o tecnológicas. El tipo de fichas a ser utilizadas estará de acuerdo con la investigación que se lleve a cabo.

- **Inventario de emergencia**

Es el tipo de inventario que se utiliza en caso de catástrofe para permitir de modo expedito conocer el estado de situación y tomar las medidas pertinentes.

METODOLOGÍA

Fases

La metodología que se debe seguir para la realización de un inventario debe estar definida previamente y ser sistemática, especificando el personal encargado de su realización (número de personas y formación mínima obligatoria), los equipos a emplear y el material adicional necesario.

En primer lugar se debe realizar un estudio profundo de las operaciones características de conservación y mantenimiento que se desarrollan habitualmente, analizándose para ello los partes de incidencias de años anteriores y concluyendo cuales son éstas, para posteriormente agruparlas en función de su cometido, frecuencia, importancia, etc.

Posteriormente y a continuación se elaborará el inventario, en el que se integren todos los elementos a controlar (instalaciones, equipos, estructuras, etc.) que sean susceptibles de conservación en el futuro, creándose por tanto su correspondiente base de datos asociada. En dicha base de datos se recogerá toda la información básica e historial de actuaciones llevadas a cabo sobre cada uno de los elementos de manera, siempre y cuando se conozca, que se facilite la gestión de la conservación, tanto en lo que se refiere al inventario de posibilidades de actuación y cuantías para las valoraciones cuantitativas de los Planes Anuales de conservación como en lo relativo a la información histórica de cada elemento para las decisiones cualitativas de los mismos.

Podemos distinguir cuatro fases:

- **1ª Fase. Análisis de la documentación existente**

Análisis de toda la documentación previa existente de las infraestructuras a inventariar. Se recopilarán las distintas actuaciones que hayan tenido lugar desde su

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

construcción hasta el momento presente, revisando el proyecto y los planos de ejecución, las fotografías de la construcción, informes, ensayos, historial de reparaciones (cuando exista), circunstancias particulares, ficha técnica del fabricante, etc.

- **2ª Fase. Inventario: inspección visual y referenciación**

Se realizará una inspección, toma de datos de campo y caracterización homogénea de los elementos, definiendo las particularidades de estos y sus posibles patologías. Se distinguen dos categorías de inspecciones que definirán dos tipos de características fundamentales de la infraestructura:

- a) *Características visuales*: el inventario debe tener una parte gráfica que incluirá las características físicas y visuales de la infraestructura estudiada. Estas características se deducirán de una inspección visual, empleándose equipos habituales que permitan describir cada tipo de infraestructura en función de unos indicadores que dependerán de la infraestructura a inventariar.
- b) *Características intrínsecas*: necesitándose equipos especializados que permitan calibrar el estado de conservación de la infraestructura estudiada. Dependerán de la infraestructura concreta a inventariar.

- **3ª Fase. Evaluación global. Clasificación de los elementos en función de su estado**

Esta clasificación especificaría las fases siguientes de actuación, ayudando en la toma de decisiones.

- a) Elemento en buen estado: Se define un mantenimiento y su periodicidad.
- b) Elemento en mal estado: Propuesta de reparación o necesidad de pasar a un nivel de inspección de mayor profundidad debido a que el estado de la infraestructura necesita un mayor estudio. Pueda requerir posteriormente una intervención especial o urgente.

- **4ª Fase. Registro de actuaciones**

En el caso de haber realizado una actuación o reparación en algún elemento durante el desarrollo de los trabajos, éste debe quedar registrado en el inventario, de tal forma que la información contenida en el mismo esté actualizada en todo momento.

Esta fase podría incluirse en la primera fase "Análisis de la documentación existente" si los trabajos de conservación se ciñeran únicamente y exclusivamente a un inventario inicial, si bien en todo trabajo de conservación que se precie las actuaciones deben ser cíclicas en el tiempo y en la forma y por tanto se requiere que las medidas adoptadas y resultados de las mismas queden registradas en el inventario final a archivar.

Debemos resaltar, que si algún elemento es dado de baja durante los trabajos de conservación, este debe figurar en dicho inventario con su historial, actuaciones y motivo de baja, pues ayudará en un futuro al análisis de posibles problemas, además de su clara "localización" y estado.

REGISTROS Y CODIFICACIÓN

Inventario. Inspección visual

Una vez recopilada toda la información relevante documentada, relativa a las instalaciones y elementos a inventariar, se está en disposición de abordar la siguiente etapa, el INVENTARIO.

En un sistema de gestión de conservación, la primera necesidad que surge es la de agrupar y estructurar las diferentes actividades. Esta estructura facilitará la posterior obtención de conclusiones a la gestión efectuada en la forma que a continuación se refiere. La agrupación de los elementos a inventariar se realizará según los criterios de zonificación establecidos conjuntamente con la Dirección del Puerto.

El desarrollo del inventario del Puerto tiene un contenido vital en el conjunto del proyecto, dado que si bien el sistema de gestión constituye en sí mismo una herramienta de gran utilidad, su funcionalidad es directamente proporcional a la información que éste recoja, así como al grado de concreción y bondad de esta.

Para su elaboración, y tal y como ya se ha comentado, es necesario el conocimiento previo de las características de cada tipo de elemento a inventariar en base a la información existente recopilada a tal fin. Una vez realizado esto se está en condiciones de proceder al reconocimiento en campo de los elementos e instalaciones, elaborando su correspondiente descripción, lo más detallada posible, la cual quedará recogida en la correspondiente "ficha de elementos".

Previamente, y facilitada de antemano la cartografía digital actualizada del puerto, se referenciarán informáticamente cada uno de los elementos e instalaciones mediante un sistema de codificación que los ubicará espacialmente y que servirá para tratar informáticamente toda la información inicial que se aporta de cada uno de ellos a la base de datos que configurará el sistema, así como toda aquella que sin duda surgirá durante el ejercicio anual.

En las fichas de elementos se reflejará la información básica de cada uno, así como el historial de actuaciones sobre cada uno de ellos y sus costes, etc. Esto ayudará a la toma de decisiones sobre qué actuaciones se deberán llevar a cabo, en una fase posterior, sobre dichos elementos; bien sea su sustitución, tipo de operación, etc., y por tanto se trata de una herramienta fundamental para la gestión de la conservación.

El fin último de dichas fichas es el de ofrecer información suficiente para poder realizar los Planes Anuales de Conservación. De esta manera, el inventario realizado estará en condiciones para su posterior integración en un Sistema de Información Georeferenciada (GIS) cuando se desee.

Referenciación de los elementos

La realización del inventario de los elementos se efectuará mediante los criterios homogéneos de referenciación que permitan la identificación de cada uno de ellos de manera sencilla, dado que cada operación de conservación debe detallar los ele-

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

mentos sobre los que ha actuado con el fin de mantener actualizado en cada momento el Sistema de Gestión. La referenciación de los elementos facilitará su seguimiento y posterior evaluación mediante un sistema de referencia.

Se pueden establecer diferentes criterios para la codificación de los elementos, incluyendo la codificación por coordenadas UTM del mismo, pasando por criterios meramente descriptivos. No obstante aquí se facilita uno de ellos sancionado favorablemente por la experiencia y que plantea cierta coherencia a la hora de que el equipo de conservación, o los celadores del puerto, puedan ubicar un problema detectado (mantenimiento correctivo) de manera fácil y sencilla.

Para ello se establece un criterio de localización de los elementos basado en su disposición en el puerto, y en función del uso u operación portuaria que en este se da. Se muestra a continuación un ejemplo concreto:

1. Muelle/obra de atraque o zona próxima a este en tierra, ej.: *Dique del Oeste, (DO)*.
2. Zona del muelle según subdivisión por usos (subzona), ej.: *Subzona 1.-Mineral de hierro, (1)*.
3. Tipo y número de elemento o dos letras que indiquen su ubicación para el caso de las unidades tipo conducción, ej.: *Bolardo (BO)*.
4. Número de elemento que hace en la subzona (tres dígitos): *n° 12, (012)*.

Es decir *DO/1/BO/012*, o lo que es lo mismo, *DO1BO012*. Ese sería el denominado "Código GIS" del elemento a tratar al cual habría que referirse para cualquier operación de conservación o mantenimiento a llevar a cabo sobre el mismo y con el por tanto se guardará en la correspondiente base de datos del Sistema.

El inventario se recogerá en una base de datos destinada a facilitar el tratamiento de los informes elaborados y su posterior modificación y actualización en cualquier momento.

Fichas

Los tipos de fichas puedan ser diseñadas para la ocasión o bien utilizar las existentes en caso de que existieran con las modificaciones requeridas con objeto de albergar toda la información necesaria. Estas dependerán fundamentalmente del caso que se esté estudiando y del objetivo final del inventario. De aquí surgirán los datos, la profundidad del estudio, la información que se busca, etc.

Las fichas de elementos deberán incluir al menos la siguiente información:

- Identificación del elemento: código, ubicación del elemento en el puerto,
- Características técnicas; tipo de elemento/instalación, modelo, color, fabricante, precio, material, fecha de compra, año de ejecución, garantías,

- Características geométricas; fotografías, planos, secciones tipo, etc.
- Fechas de actuaciones: instalación, última revisión, reparaciones, traslado,
- Nivel de servicio actual del elemento/instalación; a sustituir, regular, buen estado,
- Intensidad/Tipo de uso; frecuente, disperso, escaso, en desuso,
- Repercusión respecto a la operatividad: se podrá evaluar con respecto a la instalación de la que forman parte y con respecto al Puerto propiamente dicho,
- Historial de actuaciones sobre el elemento,
- Observaciones donde se recojan p.e; identificación de actuaciones especiales o urgentes.

En todo momento las codificaciones al igual que en el caso de los criterios de zonificación, deben ser consensuadas con el personal del Puerto (gestor de infraestructuras,...).

Estas fichas deberán ser claras y de fácil manejo y cumplimentación, pensando que la persona que realiza este trabajo en ocasiones puede tener una formación determinada y la complejidad puede conllevar a una mala consecución de los trabajos de inventariado. Es conveniente que el personal destinado al inventariado tenga una formación mínima que garantice dichos trabajos y a ser posible esté familiarizado con el tipo de infraestructura a inventariar.

El fin último de las fichas es el de ofrecer información suficiente para poder realizar los Planes Anuales de Conservación. Posteriormente el inventario realizado se integrará en un Sistema de Información Referenciada que quedará implementado en la estructura informática de la Autoridad Portuaria.

En la página siguiente se incluye un ejemplo de ficha, donde se marcan las pautas de un contenido y formato de lo que se debería incluir en dicha ficha.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

MODELO DE FICHA DE INVENTARIO			
ELEMENTO:		Fecha Rev.	
CÓDIGO:			
CATEGORÍA:		REFERENCIA GRÁFICA:	
Año de adquisición:		Imagen	
Garantía: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	Fecha fin:		
UBICACIÓN:			
Código de zona:			
Denominación de la zona:			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:			
Tipo de elemento:		Ubicación: PLANODE PLANTA	
Modelo:			
Color:			
Material:			
Fabricante:			
Material:			
Estado visual:			
Dimensiones:			
Ancho (ud):	Alto (ud):	Longitud (ud):	Diametro (ud):
CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS: (Indicar referencias de código y ubicación planos, fotos,...)			
PLANO DE SECCION TIPO		FOTOGRAFIA	
NIVEL DE SERVICIO: (Es conveniente establecer una escala de valoración numérica)			
Correcto: <input type="checkbox"/>	Regular: <input type="checkbox"/>	Deficiente: <input type="checkbox"/>	A sustituir: <input type="checkbox"/>
TIPO DE USO:			
Frecuente: <input type="checkbox"/>	Disperso: <input type="checkbox"/>	Escaso: <input type="checkbox"/>	Si uso: <input type="checkbox"/>
REPERCUSSION EN LA OPERATIVA:			
Alta: <input type="checkbox"/>	Media: <input type="checkbox"/>	Baja: <input type="checkbox"/>	Ninguna: <input type="checkbox"/>
HISTORIAL DE ACTUACIONES:			
Concepto / Proyecto / Trabajo	Fecha	Código	Denominación de la actuación
OBSERVACIONES:			

Ejemplo de ficha para inventario

INSPECCIONES



Francisco Caffarena Laporta¹
y Raúl Rodríguez Escribano²

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende establecer unas directrices generales para organizar las distintas inspecciones de los elementos de una instalación portuaria.

En primer lugar es necesario definir una serie de conceptos que vamos a tener que utilizar continuamente a lo largo del trabajo y que no siempre se definen de la misma manera entre las diferentes Administraciones. Por tanto, vamos a ver en primer lugar el sentido que damos en el presente trabajo a los siguientes conceptos:

- **Ayuda a la operación portuaria.**
Este concepto agrupa todas las actividades necesarias para que la instalación portuaria funcione diariamente con los “niveles de servicio” previstos.
- **Conservación ordinaria.**
Entendemos por tal aquella actividad que permite alargar en el tiempo la vida de los distintos elementos de la instalación.
- **Conservación extraordinaria.**
Comprende todos aquellos trabajos dirigidos a la reposición de determinados elementos de la instalación trasladándolos a su estado original.
- **Conservación preventiva.**
Es aquella parte de la conservación ordinaria o de la extraordinaria que mediante una planificación adecuada de los trabajos de mantenimiento permite mantener los diferentes elementos de la instalación en las condiciones de uso para la que fue diseñada.

¹ INTERPROYECT, S.A.

² INTEMAC.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

- **Conservación correctiva.**

Son aquellas operaciones, tanto de la conservación ordinaria como de la extraordinaria, que se realizan en respuestas a problemas ó deterioros detectados por los diversos controles de que dispone el sistema de gestión de la conservación que se haya adaptado.

- **Índice de estado.**

Referido a un determinado elemento de la instalación representa la situación del mismo en un momento dado de en función de unos parámetros que con anterioridad han sido definidos en el sistema de gestión. Éste coeficiente pretende dar una idea del estado de mantenimiento de la instalación en su conjunto.

- **Nivel de servicio.**

Es un coeficiente que pretende representar por un lado, la atención que se presta al usuario de la instalación y, por otro, la rapidez y la eficacia con la que los responsables del mantenimiento actúan ante los diferentes problemas que pueden presentarse. También se mide según unos criterios y coeficientes que se definen en el sistema de gestión.

- **Sistema de Gestión.**

El establecimiento de un sistema de inspecciones periódicas supone la implantación previa de un sistema de gestión de la conservación en el que se contemplen todas las etapas que el mismo supone, es decir:

- 1.º Planificación

- Inventario de los elementos de la instalación
- Catálogo de las operaciones de conservación
- Establecimiento de los índices de estado y servicio

- 2.º Programación

- Programa mensual de trabajos

- 3.º Ejecución

- Asignación diaria de trabajos
- Almacenamiento informático de los trabajos realizados

- 4.º Evaluación

- Informes mensuales, trimestrales y anuales
- Situación de los niveles de estado y servicio
- Actualización del sistema

Para la correcta aplicación de las etapas 2ª y 3ª del sistema de gestión descrito, es decir, programación y ejecución, resulta imprescindible disponer de un SISTEMA DE INSPECCIONES periódicas y específicas, según los casos, para poder ACTUALIZAR el sistema en lo que se refiere a los equipos de personal y maquinaria así como los materiales necesarios con los que se van ejecutar los trabajos que REALMENTE hay que llevar a cabo. Cuando decimos actualizar nos referimos a complementar la planificación teórica realizada en la 1ª etapa de planificación con la situación real de los elementos de la instalación.

OBJETO DE LAS INSPECCIONES

Sabemos que de la primera etapa del sistema de gestión, es decir de la planificación, se obtiene una evaluación del costo de la conservación para todo el año. Estableciendo unos sistemas de prioridades con sus coeficientes dinámicos se consigue que el responsable del equipo de conservación pueda tomar decisiones en función del presupuesto de conservación de que disponga. El problema surge en el día a día, en el que por distintas circunstancias surgen nuevos trabajos que obligan al responsable a tomar continuamente decisiones relacionadas con la redistribución del presupuesto.

Por consiguiente, el establecer un sistema de realización de las inspecciones lo más preciso posible resulta de gran interés para la gestión de la conservación. Así pues vamos a desarrollar a continuación los distintos pasos necesarios para el establecimiento de un Sistema de Inspecciones.

En éste sentido hay que contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Qué elementos deben ser inspeccionados?
- ¿Quién debe realizar las inspecciones?
- ¿Cómo deben realizarse las inspecciones?

TIPOS DE INSPECCIONES

Las inspecciones de los elementos de la instalación se deben realizar, como mínimo, en los tres niveles que siguen:

- 1º. Los servicios de vigilancia específica o los equipos de trabajo que diariamente se encuentran realizando distintas operaciones de conservación previamente programadas, constituyen la primera línea en detectar las averías más significativas en los elementos de la instalación. Una vez realizada una primera evaluación del problema detectado, si la reparación no puede llevarse a cabo inmediatamente debido a su dificultad, se cumplimentará el correspondiente parte de vigilancia, que se entregará al responsable general del servicio de conservación para su evaluación. Este tipo de *inspección rutinaria* se realiza, por tanto, a nivel del capataz que dirige los equipos de trabajo.
- 2º. Con carácter periódico se realizan unas *inspecciones programadas* que son parte fundamental del mantenimiento sistemático de la instalación. Estas inspecciones se realizan por personal especializado y de acuerdo con unos criterios



GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

generales que se detallan más adelante. El personal especializado pertenece al equipo fijo de mantenimiento de la instalación.

- 3º. En el caso de que se produzcan circunstancias excepcionales que den como resultado la aparición de serias averías o que durante una inspección sistemática se detecten problemas estructurales que requieran una cualificación específica, se recurrirá a una *inspección específica* que realizará personal externo.

CRITERIOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES

En este apartado vamos a relacionar una serie de aspectos que siempre deben contemplarse al realizar las inspecciones, dado que sin ellos no es posible evaluar todas circunstancias que hay que tener en cuenta para la toma de decisiones por parte del personal responsable.

Estos aspectos que hay que evaluar en inspecciones de los elementos de la instalación son los siguientes:

- Espacio de tiempo entre cada dos inspecciones programadas, para cada elemento.
- Características básicas que definen cada elemento.
- Niveles de estado de los elementos.
- Niveles de uso de los elementos.
- Evaluación del costo de la reparación y nivel de peligrosidad.

Pasamos a continuación a describir cada uno de estos aspectos.

- 1º. Los intervalos entre cada dos inspecciones programadas sucesivas depende, no sólo del elemento en cuestión sino, también, del estado en que se encuentre y de su antigüedad. Por consiguiente, el responsable de la instalación será quien tendrá que establecer los citados periodos. No obstante daremos unas referencias con la finalidad de dar unos criterios generales.
- 2º. Es muy importante que cada elemento quede definido por las características geométricas más representativas. Además, también conviene completar la ficha con todas aquellas partes del mismo que colaboren a su definición y faciliten el trabajo de inspección en lo que se refiere, principalmente, a valorar sus niveles de estado y de disponibilidad de uso.
- 3º. Con relación a los niveles de estado, suele ser muy útil definir cinco niveles con las graduaciones siguientes (aunque podrían definirse otros, a criterio de los responsables de la gestión del mantenimiento, tal como aparece en otros documentos sobre la materia y en otras partes de esta guía):
- Muy bueno, *M*
 - Bueno, *B*
 - Normal, Medio, *N*
 - Pobre, *P*
 - Ruinoso, *R*



Ejemplos de daños que podrían calificarse como Ruinosos (R): A. Viga de un pantalán. B. Pavimento de un puerto.

4°. No siempre la situación física de un elemento de una instalación está directamente relacionada con el servicio que puede dar a los usuarios, por consiguiente conviene definir independientemente los niveles de servicio. En éste sentido resulta útil establecer, por ejemplo, los siguientes (aunque se pueden establecer más o menos niveles, a criterio del equipo encargado de la gestión del mantenimiento):

- Utilización sin restricciones, 1
- Utilización con alguna restricción, 2
- Fuera de uso, 3



Ejemplos de daños un pavimento que condiciona su utilización con alguna restricción (calificación: 2)

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN



Ejemplos de daños por corrosión en cara inferior de un pantalán cuya trascendencia estructural lo califica como *fuera de uso* (calificación: 3).

5º. Otro índice que ayuda mucho a la toma de decisiones para la evaluación de las reparaciones es aquel que valora cómo puede afectar un posible fallo del elemento de la instalación a la seguridad de las personas y a la vez establece una valoración de la reparación. Si consideramos cinco niveles, podemos poner como ejemplo la siguiente tabla:

Coste de la reparación	Varios muertos	Un muerto y varios heridos	Heridos graves	Heridos leves	Mínimos daños
Superior a € 5 m	5	4	3	2	1
Entre € 2 y 5 m	5	5	4	3	2
Entre € 250 k y 2 m	5	5	5	4	3
Entre € 25 k y 250 m	5	5	5	5	4
Menos de € 25 k	5	5	5	5	5

Factor seguridad-costo

Para aplicar esta tabla se deberá entrar por una de las columna de las consecuencias y luego efectuar la evaluación económica para obtener el factor seguridad-costo (máximo 5, mínimo 1). El factor crece al crecer el riesgo y disminuye al crecer el costo.

MODELO ELEMENTAL DE FICHA DE INSPECCIÓN

Se supone que se dispone de un inventario completo en el que cada uno de los elementos de la instalación figura definido por sus dimensiones más significativas, los

datos relativos a su antigüedad, materiales de los que se compone y el código identificativo correspondiente.

La ficha de inspección deberá tener, por lo menos, los siguientes campos:

- **Nombre del elemento:** nombre tipificado.
- **Código:** El mismo de la estructura del inventario.
- **Situación:** de acuerdo con la zonificación realizada en la instalación para el establecimiento del Inventario.
- **Fecha de la inspección:**
- **Fecha de la última inspección:**
- **Tipo de inspección:** *Rutinaria, Programada o Específica.*
- **Equipo que realiza el trabajo:** servicio de vigilancia específica.
- Equipo de trabajos rutinarios programados. Equipo de inspecciones programadas y Equipo de inspección específica.
- **Tipo de trabajo de conservación:** Ayuda a la operación portuaria.
 - Conservación ordinaria.
 - Conservación extraordinaria.
- **Nº del parte de trabajo que ocasiona la inspección:**
- **Descripción del trabajo a realizar:**
- **Valoración aproximada del trabajo a realizar:**
- **Nivel de estado:** *M, B, N, P o R*
- **Nivel de servicio:** *1, 2 o 3*
- **Factor seguridad-costo:** *5, 4, 3, 2 o 1*

ANEXO

En los apartados anteriores hemos pretendido dar unas ideas generales para ayudar al responsable de conservación que esté interesado en implantar un Sistema de Gestión de Inspecciones en su instalación.

Dentro de estas ideas generales nos hemos referido a las inspecciones mínimas que debe plantear el Sistema. No obstante, el responsable de conservación puede plantear el Sistema con toda la amplitud que considere y, en todo caso, adaptándolo a las especiales características que tenga su instalación.

En este sentido hemos considerado interesante añadir el presente apartado en el que adjuntamos unas tablas en las que se recogen recomendaciones sobre otros tipos de inspecciones a adoptar dentro del Sistema de Gestión. Estas recomendaciones son unas de elaboración propia y otras del Standard Practice Manual (SPM) de la prestigiosa ASCE americana.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

A) Tipos de inspecciones (SPM)

Se pueden estimar un máximo de siete tipos de inspecciones:

1. Inspecciones DURANTE el periodo de construcción del proyecto.
2. Inspección a la RECEPCIÓN de la obra.
3. Inspecciones RUTINARIAS durante la vida de la obra.
4. Inspecciones para DISEÑAR LA REPARACIONES.
5. Inspecciones ESPECÍFICAS.
6. Inspecciones DURANTE la obra de reparación.
7. Inspecciones consecuencia de una ACCIÓN EVENTUAL.

B) Finalidad y frecuencia de las inspecciones

Tipo de inspección	Objeto	Frecuencia
1. Durante la construcción	Comprobar que la obra se realiza de acuerdo con las especificaciones del Director del Proyecto y el de la Obra	La duración de la obra
2. A la recepción de la obra	Verificar que la obra realizada carece de defectos significativos y comprobar las dimensiones y características definitivas	Antes de la recepción por la Propiedad
3. Rutinaria	Evaluar el estado de la instalación, asignar un índice objetivo al mismo y, en su caso, recomendar reparaciones	Entre 0,5 y 6 años, según el elemento y su estado*
4. Estudio de una obra de reparación	Recopilar suficiente información para elaborar el proyecto de reparación	Iniciarlo sólo cuando la decisión es firme
5. Específica	Investigar con testigos e instrumentación específica cuando el tipo de reparación así lo requiere	Requerido por inspección tipo 3 o 4
6. Durante la reparación	Asegurar el buen fin de los trabajos y los posibles cambios en mediciones de obra	Duración de los trabajos
7. Acción eventual contra la instalación o parte de la misma	Realizar una rápida evaluación de los posibles daños sufridos por una instalación por acciones extraordinarias	Enseguida a la acción eventual

Tabla B. Finalidad y frecuencia de las inspecciones

(*) Ver tabla C.

C) Recomendaciones de frecuencia de inspecciones rutinarias (años) (SPM)

Nivel de estado de la instalación	Materiales de construcción				Fondo de la dársena o canales	
	Materiales sin protección a la agresión marina		Materiales protegidos de la agresión marina (hormigones, etc.)			
	Entorno favorable	Entorno negativo	Entorno favorable	Entorno negativo	Entorno favorable	Entorno negativo*
1 Nuevo	6	5	6	5	6	2
2 Bien	5	4	6	4	6	2
3 Regular	3	2	5	3	6	2
4 Mal	1	1	2	1	2	1
5 Crítico	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5

Tabla C. Recomendaciones de frecuencia de inspecciones rutinarias (años) (SPM)

(*) Corriente superior a 0,75 nudos.

D) Tipos de inspecciones rutinarias (Propia)

Nivel de inspección	Denominación	Descripción
I	Visual	Inspección visual por experto o sistemática
II	Limpieza superficial	Retirada parcial (máximo un 10%) de materiales de la superficie
III	Toma de testigos	La toma debe mantener la capacidad resistente del elemento y no superar un 5% del elemento

Tabla D. Tipos de inspecciones rutinarias (Propia)**E) Estructura general de las inspecciones (Propia)**

Tipo de inspección	Frecuencia	Estructura de la inspección	Tipo de documento del informe	Equipo humano
Rutinaria	1 a 3 meses	Visual + táctil, anotando tipos de deterioros y problemas para la seguridad	Documento estándar con identificación del inspector	Personal fijo de Vigilancia o encargados de mantenimiento
Intermedia	6 meses a 5 años	Visual + táctil + mediciones, anotando porcentajes de cambio en los deterioros	Documento estándar con evaluación del costo de la reparación y del tipo de reparación	Técnico de mantenimiento del puerto o personal cualificado contratado al efecto
Principal	3 a 20 años	Visual + táctil + mediciones + investigación, con valoración de la importancia de los deterioros	Informe técnico amplio con una evaluación de las distintas soluciones incluso detalles constructivos y presupuestos	Ingeniero especialista en mantenimiento de instalaciones contratado al efecto

Tabla E. Estructura general de las inspecciones (Propia)

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Tipo de inspección	Frecuencia	Estructura de la inspección	Tipo de documento del informe	Equipo humano
Específica	Siempre que ocurre una acción extraordinaria	Visual + táctil + mediciones + investigación, realizando una diagnosis sobre la importancia de los deterioros	Informe técnico enfocado a la acción extraordinaria externa incluyendo, en su caso, proyecto, diagnosis, soluciones y presupuestos.	Ingeniero especialista en inspecciones del elemento de la instalación afectado por la acción extraordinaria.

Tabla E (Cont.). Estructura general de las inspecciones (Propia)

F) Criterio de riesgo para la frecuencia de las inspecciones (Propia)

La tabla adjunta pretende evaluar en cuatro grupos la frecuencia de las inspecciones en función de las distintas situaciones que pueden presentarse en función del riesgo de avería y las consecuencias de la rotura de un determinado elemento de la instalación. Los números de la tabla solamente pretenden dar una idea de proporcionalidad entre cada uno de los grupos.

Criterio de riesgos		Índice de estado del elemento				
		Muy bueno <i>M</i>	Bueno <i>B</i>	Medio <i>N</i>	Regular <i>P</i>	Ruinoso <i>R</i>
Consecuencias de la avería	Baja 1	20	20	10	10	5
	2	20	20	10	10	5
	Media 3	20	20	10	5	5
	4	10	10	10	5	2
	Alta 5	10	10	10	5	2

Tabla F

CASOS PRÁCTICOS

En este apartado recogemos dos ejemplos de lo que podrían ser unas fichas resumen de los trabajos de inspección, correspondientes a una inspección programada y a una inspección específica respectivamente. Como puede observarse, las fichas responden básicamente a los criterios establecidos en el apartado- MODELO ELEMENTAL DE FICHA DE INSPECCIÓN.

En la práctica, cada equipo encargado de la gestión generará sus propias bases de datos que exigirán adaptar estas fichas a la forma de almacenamiento de la información. En estas bases de datos, la información suele estar codificada. Por ejemplo, es frecuente que los daños se encuentren tipificados de manera que puedan identificar-

se mediante un código (por ejemplo, para las fisuras en elementos estructurales), que puede tener a su vez subcódigos para describir mejor el daño y/o valorar su magnitud (apertura de las fisuras en el ejemplo expuesto). Del mismo modo, también suelen estar tipificadas y codificadas las investigaciones (por ejemplo, la extracción de probetas testigo de hormigón, los resultados del ensayo a compresión sobre dichas probetas, etc.) y el diagnóstico final (daños por corrosión de armaduras desencadenadas por cloruros, cedimientos de la cimentación, etc.). Incluso las intervenciones a realizar suelen estar tipificadas e identificadas con un código.

También es frecuente que las fichas incluyan información sobre cómo localizar la documentación relativa al elemento inspeccionado (Proyecto original y de eventuales modificaciones o reparaciones) y al historial de inspecciones e intervenciones previas. En muchos casos esta información se ha almacenado informáticamente, de manera que puede accederse a ella directamente desde la ficha.

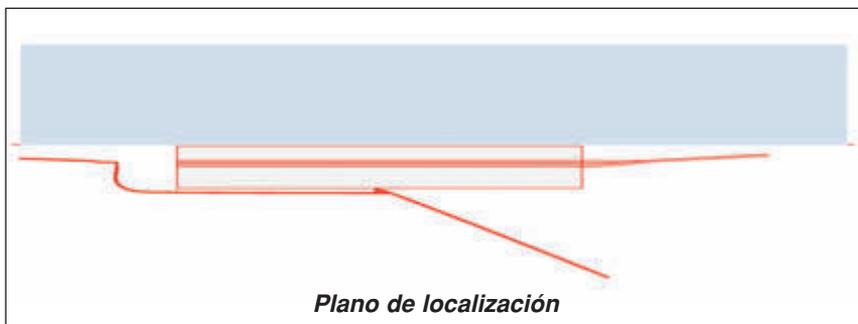
El sistema de gestión debe permitir acceder rápidamente a todas las fichas de inspección, del tipo que fuere, realizadas al elemento.

En todo caso, de cada inspección debe generarse una ficha resumen que permita, de un vistazo rápido, saber qué se ha llevado a cabo, por quién, qué resultados se han obtenido y qué consecuencias tienen dichos resultados, tanto desde el punto de vista de la explotación (operatividad y seguridad), como de las medidas correctoras a realizar.

FICHA DE INSPECCIÓN PROGRAMADA

NOMBRE DEL ELEMENTO: Situación:

Croquis descriptivos y de localización

Fecha de la inspección: Fecha de la última inspección: Nº de parte que en su caso ocasione la inspección:
 Tipo de inspección: Rutinaria
 Programada
 Específica

Descripción y valoración del trabajo a realizar:

Inspección del estado de la plataforma, con especial atención a:

- Estado superficial del pavimento
- Posible existencia de fisuras
- Posible existencia de defectos de planeidad (alabeos, cedimientos, ...)
- Estado de las juntas del pavimento
- Estado de los carriles (alineación, planeidad, ...)
- Estado de la zona de transición carril - pavimento de hormigón

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN:

Aspectos observados:

Se han observado las siguientes anomalías:

- a) Fisuras en el pavimento de hormigón (ver por ejemplo fotografía nº 1). Se observa que la abertura de las fisuras alcanza los 20 mm en algunos casos. Se observan también roturas en algunos recuadros de losas entre juntas (ver por ejemplo la fotografía nº 2).
- b) Roturas en algunos recuadros de losas entre juntas (ver por ejemplo la fotografía nº 2).
- c) Fisuras en el pavimento transversales a las vías.

Los daños a) y b) han aparecido de forma aislada. Los daños del tipo c) son generalizados.

Documentación fotográfica/croquis:



Fotografía nº 1

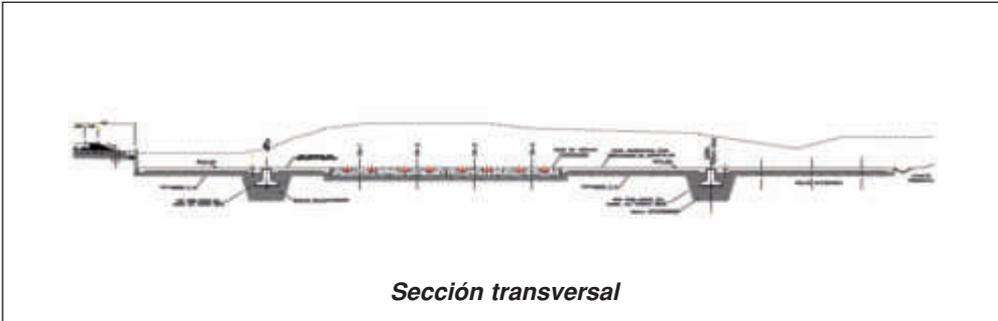
Valoración de la evolución respecto de la inspección interior:

Los daños a) y b) fueron observados en la inspección rutinaria anterior, pero con mucha menor frecuencia.

Valoración final:

Nivel del estado:

CÓDIGO:

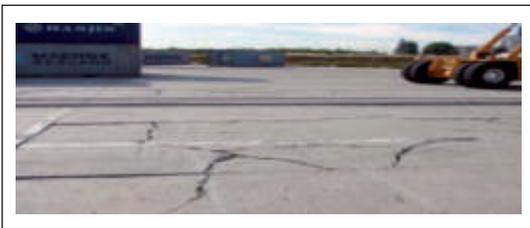


- Equipo que realiza el trabajo:**
- Servicio de vigilancia específica
 - Equipo de trabajos rutinarios programados
 - Equipo de inspecciones programadas
 - Equipo de inspección específica

- Tipo de trabajo de conservación:**
- Ayuda a la operación portuaria
 - Conservación ordinaria
 - Conservación extraordinaria

se observa en algunos casos cedimientos (cejas) entre labios de fisuras.
 Ligeros hundimientos del pavimento en algunas de estas zonas con fisuras.
 (ver fotografía n° 2).

generalizadas.



Fotografía n° 2



Fotografía n° 3

por intensidad. Los daños del tipo c) sí fueron observados en la inspección anterior, no apreciándose en ellos una evolución significativa

Nivel de servicio:

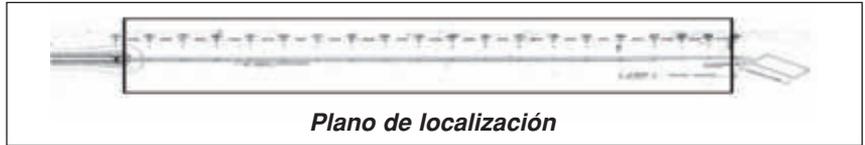
Factor de seguridad-costo:

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

FICHA DE INSPECCIÓN ESPECÍFICA

NOMBRE DEL ELEMENTO: Situación:

Croquis descriptivos y de localización

Fecha de la inspección: Fecha de la última inspección: Nº de parte que en su caso ocasione la inspección:
 Tipo de inspección: Rutinaria
 Programada
 Específica

Descripción y valoración del trabajo a realizar:

Inspección del estado del puente, con especial atención a:

- Daños asociados a al durabilidad de materiales
- Daños asociados al comportamiento mecánico de los elementos del puente
- Movimientos o desplazamientos de alguno de los elementos
- Deformaciones apreciables a simple vista
- Daños por impacto
- Indicios de movimientos en la cimentación

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN:

Aspectos observados:

Se han observado las siguientes anomalías:

a) Fisuras en vigas marcando la posición de armadura

b) En algunas zonas se ha producido el desprendimiento del hormigón de recubrimiento, de

El daño se limita por el momento a la zona próxima al arranque del puente, en zona de sa

- Bordes del tablero, de forma aislada
- Cara inferior del tablero (ver fotografía nº 1) en mú
- del tablero (ver fotografía nº 3).

No se observan daños en las pilas-pilote.

Documentación fotográfica/croquis:



Fotografía nº 1

Valoración de la evolución respecto de la inspección interior:

Los daños a) y b) fueron observados en la inspección rutinaria anterior. No se han observado

Valoración de la evolución respecto de la inspección interior:

1. Inventario detallado de daños: para verificar que éstos se concentran en los primeros vanos. Result

2. Campaña de medida de recubrimientos: oscilan entre 17 mm y 30 mm.

3. Extracción de 12 probetas testigo: 2 en vigas dañadas y 2 en vigas sanas; 2 en losas del tablero c

4. Ensayos realizados:

Resistencia a compresión: valores entre 45 MPa y 53 MPa en vigas (hormigón pretensado), y entrContenido en cemento: superior a 380 kp/m³ en vigas (hormigón pretensado) y a 350 kp/m³ en loPorosidad: en torno al 14% en todos los elementos.Profundidad de carbonatación: inferior en todos los casos a 10 mm.Perfil de cloruros: Resultado:

En zonas dañadas: contenidos en cloruros superiores a 0,8 (referido en peso al contenido en c

En zonas sin daños: contenidos en cloruros que llegan a 0,15 en la posición de las armaduras

Pérdida de sección de armadura por la corrosión: 100% en algunas de las armaduras activas. Sup

Nota: los resultados se recogen en detalle en el informe redactado con la metodología empleada y lo

CONCLUSIONES:

a) Los daños tienen su origen en la corrosión de las armaduras, motivadas por el acceso de iones

han reducido en gran medida la capacidad resistente de la pieza.

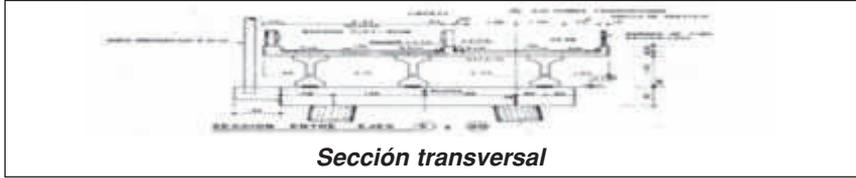
b) En las zonas sanas, los cloruros aún no han alcanzado la posición de las armaduras con una c

los cloruros a la masa del hormigón.

Valoración final:

Nivel del estado:

CÓDIGO:



- Equipo que realiza el trabajo:**
- Servicio de vigilancia específica
 - Equipo de trabajos rutinarios programados
 - Equipo de inspecciones programadas
 - Equipo de inspección específica

- Tipo de trabajo de conservación:**
- Ayuda a la operación portuaria
 - Conservación ordinaria
 - Conservación extraordinaria

ando armadura pasiva y activa a la vista con síntoma de corrosión
 lpicadura de ola (dos primeros vanos). Los daños se observan en:
 múltiples localizaciones • Vigas del tablero (ver fotografía nº 2) • Vigas-cargadero para apoyo de las vigas



Fotografía nº 2



Fotografía nº 3

una evolución significativa desde entonces (tan solo algunos nuevos desprendimientos de hormigón de recubrimiento de la armadura).

tado: se confirma que los daños se concentran en los dos primeros vanos, que es donde alcanza la salpicadura de ola.

on daños y otras 2 en losas sin daños; 2 en vigas cargadero con daños y 2 en vigas cargadero sin daños.

e 29 MPa y 36 MPa en losas y vigas cargadero (hormigón armado).
 sas y vigas cargadero.

cimiento) en la posición de las armaduras. Crecientes del exterior al interior.
 . Crecientes del exterior al interior.

erior al 50% en algunas de las armaduras pasivas.
 s resultados del estudio.

loruro (procedentes del ambiente marino) por los ciclos humedad-secado en la zona de salpicadura de ola. En esta zona los daños son graves, pues
 concentración suficiente para provocar daños, pero lo hará en un futuro si no se adoptan medidas de protección de las piezas que retarden el acceso de

Nivel de servicio:

Factor de seguridad-costo:

Coste estimado de la reparación:

PRIORIZACIONES DE ACTUACIONES



**Enrique Maciñeira Alonso¹
y Alberto Cerezo Macías²**

PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES EN LA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN: GENERALIDADES

Dejando a un lado el mantenimiento preventivo, que tiene su fin primordial el mantener las características técnicas y vida útil operativa de las instalaciones e infraestructuras portuarias y que darán lugar a los planes anuales de conservación de infraestructuras, se pueden señalar diferentes criterios a la hora de priorizar las actuaciones en conservación y mantenimiento con el objetivo de resolver las incidencias acaecidas:

- **La reducción de la capacidad del puerto ocasionada por una incidencia**

Definida ésta como el volumen de demanda que se puede atender mediante las instalaciones portuarias existentes. En este sentido deberemos analizar, para cada incidencia, si provoca una reducción de las líneas de muelle existentes o de las superficies aptas para la operativa portuaria. Por ejemplo, será prioritaria una actuación si tiene por objeto solucionar una incidencia que repercuta en los metros de muelle aptos para la operación frente a una actuación que no genera dicha reducción.

Por otro lado se deberá analizar, también, la sustituibilidad de la infraestructura deteriorada. Por ejemplo, si se produce la incidencia en una rampa ro-ro que es la única de que se dispone, será más grave que si se produce en un muelle que tenga diferentes posibilidades alternativas dentro del puerto.

Asimismo, la reducción de servicios prestados en las concesiones como consecuencia de una incidencia, tienen relevancia. Por ejemplo, la rotura de un suministro eléctrico impedirá determinadas actividades productivas en una concesión.

¹ Autoridad Portuaria de A Coruña.

² PROES.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

● La reducción de la calidad del servicio como consecuencia de la incidencia

La calidad del servicio es un concepto subjetivo que admite diferentes acepciones. Ahora bien, se podría intentar concretar una serie de ideas de lo que significa esa idea subjetiva que es la calidad del servicio. Así, la calidad del servicio está compuesta por tres factores fundamentales, la rapidez, el coste y la seguridad y protección. Podríamos intentar valorar la prioridad de una actuación en función de la afectación de la incidencia a cada uno de ellos. Debemos analizar la respuesta a las siguientes preguntas por cada incidencia:

- ¿La incidencia implica costes para el operador? Por ejemplo, un deterioro en un muelle que impide el atraque en el mismo, obligará a desarrollar las operaciones en otro muelle. Eso podría implicar más costes de transporte para operadores concretos.
- ¿La incidencia reduce la rapidez en las operaciones? Por ejemplo, un deterioro de los pavimentos de un acceso o un vial, puede implicar una reducción de velocidad en el transporte o problemas de congestión.
- ¿La incidencia afecta a la seguridad de las personas, a la integridad de los buques o mercancías, a la integridad de las concesiones y propiedades de los usuarios? Evidentemente con diferente graduación en la afectación. Es prioritaria una actuación que solucione una incidencia que pueda provocar accidentes personales (señalización en los viales por ejemplo).

● El cumplimiento legislativo

Será preciso que nos planteemos también si las incidencias acaecidas tienen como consecuencia el provocar algún tipo de incumplimiento legislativo por parte del gestor del puerto. Dentro de los posibles incumplimientos legislativos que se pueden producir en el ámbito portuario destacan, entre otros:

- Incumplimientos de la legislación en materia medioambiental
- Incumplimientos de la legislación en materia de seguridad y salud
- Incumplimientos de la legislación en materia de seguridad y protección

Debemos analizar cada incidencia y comprobar cuáles son las repercusiones de la misma, así como la gravedad del incumplimiento legislativo y las medidas correctoras que habría que implementar.

● Las responsabilidades en que incurre la Administración

Es preciso también preguntarnos específicamente acerca de las responsabilidades en las que puede incurrir la propiedad, como consecuencia de la incidencia. Es posible que a esta pregunta ya hallamos respondido en los criterios precedentes. Ahora bien, conviene que hagamos esta reflexión de una forma independiente. El objetivo no es el mismo en el caso de calidad del servicio (aunque incurra-

mos en responsabilidad), que si estamos pensando exclusivamente en nuestra responsabilidad. En este sentido, un deterioro del pavimento en los viales provoca reducción en la velocidad de las operaciones, puede afectar, además a la integridad de las mercancías, etc., pero es evidente que nos puede hacer incurrir en responsabilidad y, consecuentemente, pérdida económica.

- **La repercusión social de la incidencia**

Existen determinadas incidencias que, aunque no afecten a la calidad del servicio, ni afecten a la capacidad del puerto y que, incluso, no impliquen ningún incumplimiento legislativo ni nos hagan incurrir en responsabilidad, tienen una repercusión social (un apagado de una luminaria, por ejemplo). Esta repercusión social puede ser medida a través de diferentes indicadores: aparición en los medios de comunicación, quejas de los usuarios o de las organizaciones representativas del puerto, quejas de la propia organización, etc..

Con este tipo de incidencias hay que tener un especial cuidado dado que su relevancia es mayor, en numerosas ocasiones, que las consecuencias de la misma. Asimismo, es frecuente que la percepción del funcionamiento del servicio de conservación y mantenimiento esté en relación con la respuesta a este tipo de incidencias.

Por otro lado, otro punto de vista para analizar y priorizar las actuaciones en materia de conservación y mantenimiento, podría ser el lugar de afección a la cadena logística de paso de la mercancía por el puerto. Así, podemos señalar cuatro diferentes afecciones como consecuencia de incidencias que supongan un deterioro de las infraestructuras:

- **Afección al buque**

El buque puede encontrarse en dos tipos de situaciones en relación con el puerto.

- Maniobras de entrada y salida

En este caso, la incidencia podría afectar al canal de navegación, a los calados de las dársenas, a la señalización marítima, a los accesos a los carros varaderos, a los sistemas, etc.

Cada una de estas posibles afecciones podría tener, en función del puerto, una importancia diferente. Así, una afección en el canal de navegación tiene una relevancia para el conjunto de los tráficos marítimos, mientras que una afección en los carros varaderos de un puerto solo afectaría a algunos de ellos.

- Estancia

Las incidencias acaecidas podrían afectar al atraque de los buques (los norays, las defensas, el cantil,..), o a su estancia (el cantil, los suministros, el acceso a los buques, ..).

- **Afección a la mercancía**

El paso de la mercancía por puerto tiene tres momentos relevantes (no señalamos la transformación que, caso de existir, se produce en el interior de las concesio-

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

nes). Las incidencias que puedan suceder y que afecten a las infraestructuras, pueden afectar en cada uno de estos momentos a la mercancía.

- Entrada y salida
- Estancia
- Inspecciones

Así, un problema en los accesos al puerto, ya sea en la red viaria o ferroviaria, afecta a la entrada y salida de las mercancías; un problema de una rotura de tuberías o un deterioro de los pavimentos, o la rotura de luminarias, podría afectar a la estancia de las mercancías en el puerto; un problema en los accesos, en las instalaciones auxiliares, en el suministro eléctrico, en los sistemas informáticos ..., podría afectar a las inspecciones a desarrollar en puerto.

● **Afección a las concesiones y propiedades de los usuarios**

Además de la afección al buque y a la mercancía, los deterioros de las infraestructuras portuarias pudieran, además afectar a las instalaciones y concesiones portuarias y las operaciones que, en ellas, se desarrollan, así como a las propiedades de los usuarios del puerto. Dentro de estas podemos señalar:

- Afecciones a los suministros

Con una especial relevancia en la energía y el agua. Determinadas actividades que se desarrollan en las instalaciones y concesiones portuarias pueden estar condicionadas por los suministros que se prestan. Una rotura de una tubería, por ejemplo, podría causar daños relevantes a la concesión de una lonja pesquera.

Actualmente, se está produciendo una externalización de los suministros que afectan a las concesiones y autorizaciones y, por tanto, una gestión de otros entes de los mismos.

- Afecciones a los accesos

Para garantizar la eficacia y eficiencia de la operación de una concesión también es preciso disponer de una accesibilidad adecuada. Por ello, la correcta conservación de los accesos influye y afecta a la competitividad de nuestros operadores.

- Afecciones a las instalaciones

Por otro lado, las propias instalaciones concesionales pueden estar afectadas por una deficiente conservación de las infraestructuras portuarias. Una incidencia, por ejemplo, en las canalizaciones de agua puede afectar, no solo a las mercancías depositadas en el interior, sino también a la propia cimentación de los edificios o instalaciones.

● **Afección al titular de la instalación portuaria**

Finalmente, las incidencias pueden afectar al propio titular de la instalación portuaria, a sus trabajadores, o la vida útil de las instalaciones.

Este es el campo específico del mantenimiento preventivo y de la toma de decisión en cuanto a la frecuencia de las labores de conservación que, como había-

mos señalado, podía ser objeto de diferentes estrategias (grandes actuaciones concentradas en momentos determinados o pequeñas actuaciones a lo largo de la vida del bien). Para tomar una decisión correcta habrá que analizar toda la vida útil del bien, la inversión inicial, su deterioro en función de la utilización y programar las inversiones correctoras en el tiempo. Asimismo, programar la desactivación de la inversión en el momento final.

Este análisis debe ser objeto de otro estudio, así recomendamos los trabajos del PIANC al respecto del ciclo de vida de las estructuras. (Life cycle management of port structures. General Principles, 1998; Life cycle management of port structures. Recommended practice for implementation, 2008).

Posteriormente, integraremos en una matriz para cada incidencia, por un lado los criterios de valoración de la prioridad de la actuación para la corrección de la misma y, por otro, la afección provocada. Así, podremos valorar, para cada incidencia, su importancia relativa.

En cualquier caso, será preciso ponderar previamente cada uno de los criterios de priorización y la importancia relativa de cada una de las afecciones. Integrando dicho valores, finalmente, se podrá llegar a una valoración global de cada incidencia que sirva de comparación con el resto.

Finalmente, por comparación de puntuaciones, podremos ordenar las actuaciones a realizar.

En el caso de coincidir en el tiempo un número importante de incidencias, por ejemplo más de cinco, se recomienda complementar este método con la aplicación de una "técnica pattern" de comparación entre la prioridad de cada una de las alternativas. En este caso, haremos una comparación entre las matrices de cada una de las incidencias por pares (puesto que una comparación global puede generar problemas de uniformidad en la valoración mientras que una comparación actuación1&actuación2, puede ser muy objetiva) y construiremos una nueva matriz que integra todas las valoraciones relativas.

	Actuación 1	Actuación 2	Actuación 3	Actuación 4	Actuación 5
Actuación 1		1	0	0	0
Actuación 2	0		0	0	0
Actuación 3	1	1		1	0
Actuación 4	1	1	0		0
Actuación 5	1	1	1	1	

Ejemplo de matriz de comparación 5 actuaciones

En el caso del ejemplo, la actuación quinta es más importante (prioritaria) en relación con el resto de las actuaciones, la siguiente es la tercera, la cuarta, la primera y la segunda, sucesivamente.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Incidencia "rotura de defensa en muelle del Centenario"			Reducción capacidad puerto		
			reducción espacios y muelles (3)	sustitubilidad (4)	reducción servicios en las concesiones (4)
afección	tipo de afección				
buques (3)	entrada y salida	canal navegación			
		calados dársena			
		señalización marítima			
		carros varaderos			
	estancia	ataque	1	1	
		operación			
mercancía (3)	entrada y salida	red viaria			
		red ferroviaria			
	estancia	explanadas			
		almacenes			
inspecciones	PIF				
concesiones (2)	suministros	agua			
		energía			
		aguas residuales			
		servicios telemáticos terceros			
	acceso				
	instalaciones				
AP (1)	servicios prestados				
	vida útil de infr. E instalac.				

Valor global de la incidencia	54
-------------------------------	----

Matriz de la incidencia "rotura de defensa en el muelle del Centenario"

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Las reuniones de trabajo

Para terminar esta apartado queremos señalar la importancia de las reuniones de trabajo para la gestión y seguimiento de la conservación. Podemos señalar dos tipos de reuniones sistemáticas que deben mantener los responsables del departamento de conservación:

- las reuniones externas al departamento,
- informativas de programación de actividades.

Es fundamental la sistematización de reuniones, diarias o semanales, con el departamento de explotación en las que:

1. Se debe recabar información sobre cuáles han sido los desperfectos y averías ocurridas en la semana anterior y su incidencia en la actividad portuaria. Como documentación de esta parte de la reunión se poseen y se ponen encima de la mesa los partes suscritos por la policía portuaria pero es preciso conocer la sensibilidad en la operatividad del puerto de forma a su correcta programación.
2. Se debe recabar información acerca de cuáles van a ser las operaciones portuarias previstas a lo largo de la semana, en la medida del conocimiento a la fecha de la reunión.
3. Se deben programar las actuaciones de conservación de corto plazo para la semana que comienza analizando las repercusiones que, en materia de operaciones, representa dicha programación. Toda actuación de reparación lleva implícita la limitación en el uso de, al menos, la zona afectada por la avería. De tal forma que, para la programación de los atraques y operaciones de la semana, salvo caso de necesidad, se deben tener en cuenta dichas limitaciones. En caso de incompatibilidad entre las operaciones y las reparaciones, mandan las operaciones.
4. Se deben analizar las actuaciones de mayor plazo, y las preventivas y sus repercusiones. Las decisiones de programación de este tipo de actuaciones están sometidas a una mayor incertidumbre temporal.
5. Se debe establecer un cauce de revisión de los acuerdos alcanzados teniendo en cuenta la dinámica de las operaciones y la escasa precisión de las previsiones de las mismas.

Por otro lado, se deben mantener reuniones con los Departamentos de Sostenibilidad y Seguridad Laboral, Económico-financiero, TIC, Personal e Infraestructuras, para analizar los aspectos comunes.

● Las reuniones internas con el equipo

El trabajo del Departamento de Conservación está sometido a diversas incertidumbres que impiden su programación exacta en el medio plazo. Es por tanto

necesario mantener una sistemática de reunión diaria entre el equipo de mandos para planificar los trabajos del día y comprobar el cumplimiento de la programación prevista en la reunión anterior. Al menos se debe analizar:

1. Se deben programar, en una primera estimación, los trabajos de la semana en curso
2. La evolución de los trabajos en curso, los problemas detectados, los recursos utilizados
3. La planificación de trabajos del día en curso y revisión de la programación de la semana
4. La información revisada por las operaciones portuarias y las limitaciones a la actividad prevista
5. Distribución de recursos humanos entre las distintas actividades y programación de los suministros para la realización de los trabajos

A esta reunión diaria deben asistir, al menos, el jefe del departamento o división de conservación y mantenimiento y los responsables o encargados de mantenimiento, que suele ser habitual distribuirlos en dos áreas diferenciadas: instalaciones y obra civil.

Cada mes es conveniente tener una reunión monográfica en la que se analice el estado general de las infraestructuras e instalaciones portuarias. De estas reuniones se obtendrá una planificación de medio plazo de la conservación y mantenimiento. En particular se debe analizar:

En cuanto a las instalaciones:

1. Estado de la red eléctrica y de energía, transformadores, luminarias, báculos, problemas y averías durante el año
2. Estado de la red de agua y de saneamiento, averías, roturas, colmataciones de la misma durante el año
3. Estado de la red contra incendios, revisiones efectuadas, problemas detectados, averías, horas de uso de las bombas
4. Estado general de los edificios, iluminación, agua, pavimentos, puertas, ventanas, barandillas, vestuarios, pintura, alicatados, etc..
5. Estado general de las infraestructuras del servicio de ayudas a la navegación marítima.
6. Estado de la red de comunicaciones y datos.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

En cuanto a las infraestructuras y obra civil:

1. Estado de los pavimentos, blandones, roturas de placas y agrietados, estado superficial y estructural, daños sufridos, estado de la señalización horizontal y vertical
2. Estado de los cerramientos, vallas y barandillas, pintura de los elementos metálicos
3. Estado de los muelles, en particular de las estructuras metálicas, áreas con inicio de corrosión, estado de ánodos de sacrificio, recubrimientos de los hormigones, apariencia superficial, detección de pérdida de finos por el cantil,
4. Estado de las defensas y bolardos, rotura de cadenas, pérdida de pantallas, pintura de los elementos metálicos y señalización
5. Toda esta información nos permitirá, además de desarrollar el trabajo en el medio plazo, elaborar los planes de conservación y mantenimiento anuales

METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES DE CONSERVACIÓN: UN CASO PRÁCTICO

Para una estrategia de Conservación a medio-largo plazo, los criterios de priorización para la Conservación de los puertos se basa en una serie de aspectos que deben ser tenidos en cuenta para la potencial conservación de los bienes, elementos o infraestructuras del puerto:

- Tipo
- Funcionalidad
- Actividad
- Repercusión
- Economía
- Legalidad

Estos son los puntos de referencia a partir de los cuales se debe desarrollar la estrategia de priorización, los índices de valoración que deban aplicarse para identificar objetivamente los elementos a conservar y en caso necesario reemplazar.

A continuación se exponen los grupos o índices según diferentes criterios, a los que se ha aplicado un sistema de valoración en una escala por tramos de 0 a 100 puntos. Una vez aplicados los diferentes índices, la valoración más alta indicará el elemento que deba ser objeto de conservación prioritaria.

Este método muy simple pero a su vez muy práctico constituye unas líneas generales de trabajo, si bien más adelante se podrán modificar o ponderar los índices de forma que reflejen la importancia relativa de los mismos a la hora de la toma de decisiones. A título de ejemplo, estos índices podrán sustituirse por categorías de valoración o estados de acuerdo con la tabla adjunta:

Estado	Min	Max
Satisfactorio/Mayor/Frecuente		
Regular/Moderado/Probable		
Malo/Menor/Raro		
Crítico/Catastrófico/Improbable		

La correlación de los estados con sus valores numéricos dependerá del carácter del índice en relación con la instalación pudiendo ser éste positivo o negativo.

ÍNDICES DE PRIORIZACIÓN

ÍNDICES DE TIPO

- CARÁCTER DE LA INSTALACIÓN:** Consideración que tenga el elemento en el puerto en base al ámbito al que sirve la obra marítima, servicio o instalación:
 - De interés Transnacional (100)
 - De interés General (75)
 - Grandes instalaciones de interés público o privado (50)
 - De interés Local (25)
 - Instalaciones auxiliares (0)
- IMPORTANCIA ESTRATÉGICA:** La importancia decisiva que tenga el elemento en el puerto en base a la consideración atribuida en planificaciones o calificaciones asignadas por el propio puerto o por otras administraciones (transnacionales, nacionales o regionales).
 - De carácter crítico (100)
 - Recogidas en planes directores/generales (75)
 - Recogidas en planes estratégicos (50)
 - Recogidas en otros planes del puerto (25)
 - No afectadas en la planificación portuaria (0)
- PELIGROSIDAD:** Según la posibilidad que tenga la instalación de se realicen operaciones con mercancías clasificadas como peligrosas según el RD 145/1989 Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos.
 - Gases y productos gaseosos inflamables/tóxicos (100)
 - Líquidos / sólidos inflamables (75)
 - Otras sustancias peligrosas (50)
 - Mercancías no clasificadas peligrosas pero susceptibles de crear daños (25)
 - Mercancías limpias (0)

ÍNDICES FUNCIONALES

- ANTIGÜEDAD:** Según el momento en que haya sido diseñada la estructura.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

- Superior a su vida útil (100)
 - Próxima a concluir su vida útil (75)
 - Superada la mitad de la vida útil (50)
 - Al vencimiento de la garantía definitiva (25)
 - Reciente (0)
5. GRADO DE CONSERVACIÓN DE LA INSTALACIÓN: En función del estado de conservación en que se encuentre y la productividad que desarrolle.
- Condiciones precarias, posibilidad de fallo inminente (100)
 - Condiciones pobres con necesidad de mejora en fiabilidad y eficiencia (75)
 - En uso con posibilidad de mejorar en eficiencia (50)
 - En buenas condiciones sin previsión de mejora para mantener su funcionalidad (25)
 - Nueva en condiciones óptimas (0)
6. MANTENIMIENTO: Según las revisiones y conservación a las que sea sometido el elemento o instalación.
- Sin mantenimiento (100)
 - Mantenimiento eventual (50)
 - Mantenimiento periódico o programado (0)
7. GRADO DE PROTECCIÓN DE LA ESTRUCTURA: Medidas propias de la estructura en relación con la protección activa y pasiva frente a agentes externos.
- Inadecuado a la normativa en vigor (100)
 - Adecuada a la normativa vigente (50)
 - Superior a las exigencias normativas (0)

ÍNDICES DE USO Y/O ACTIVIDAD

8. INTENSIDAD DE USO: Según el nivel de actividad a la que sea sometida la instalación.
- Superior a su capacidad de diseño o servicio (100)
 - Próxima a su capacidad de diseño (75)
 - De acuerdo a su capacidad nominal (50)
 - Inferior al rendimiento esperado (25)
 - Infrautilizado (0)
9. REEMPLAZABILIDAD: Carácter de la instalación según el nivel de producción, importancia en el puerto y la posibilidad de ser reemplazada.
- Necesaria para el puerto, irremplazable (100)
 - Con posibilidad de ser reemplazada pero en detrimento de otra instalación (50)
 - Con posibilidad de ser reemplazada por otros elementos o instalaciones de similares características (0)

ÍNDICES DE REPERCUSIÓN

10. DAÑOS A LA VIDA: Valora cuantitativamente los daños a la vida humana que se puedan producir en caso de deterioro de la instalación.

- Con posibilidad de pérdida de vidas humanas (100)
 - Con posibilidad de lesiones afectando a un número elevado de personas (75)
 - Con posibilidad de lesiones afectando a pocas personas (25)
 - Sin valoración de daños significativa (0)
11. ALARMA SOCIAL: Cuantifica la repercusión social que provocaría el daño o accidente en una instalación o elemento del puerto.
- Relevante extendido al ámbito nacional (100)
 - Alta extendida al ámbito regional (75)
 - Media extendida al ámbito local (50)
 - Nula (0)
12. IMPACTO SOCIAL: Cuantifica la repercusión social o el grado de aceptación relacionada con la actuación de conservación.
- Muy beneficiosa para la sociedad general (100)
 - De beneficio en el ámbito regional (75)
 - De beneficio en el ámbito local (50)
 - Sin beneficio social (25)
 - Perjudicial (0)
13. IMPACTO AMBIENTAL: Cuantifica los daños ambientales en caso de incidente en la instalación
- Daños al ecosistema elevados con un plazo de recuperación superior a 3 años (100)
 - Daños al ecosistema con un plazo de recuperación entre 1 y 3 años (75)
 - Daños al ecosistema con un plazo de recuperación inferior a 1 año (50)
 - Sin daños al ecosistema (0)

COSTE ECONÓMICO

14. COSTE DE LA ACTUACIÓN: Coste de inversión de las obras de mantenimiento, rehabilitación y/o reconstrucción a su estado previo.
- Inversión $\geq 100\%$ (0)
 - Inversión comprendida entre 76% y 100% del coste inicial (25)
 - Inversión comprendida entre 51% y 75% del coste inicial (50)
 - Inversión comprendida entre 26% y 50% del coste inicial (75)
 - Inversión comprendida entre 0% y 25% del coste inicial (100)
15. RENTABILIDAD DE LA INSTALACIÓN: Medida de la rentabilidad esperable durante la explotación de la instalación.
- Sin rentabilidad (0)
 - De muy baja rentabilidad: $TIR < 3\%$ (25)
 - De rentabilidad baja: $3\% < TIR < 6\%$ (50)
 - De rentabilidad media: $6\% < TIR < 10\%$ (75)
 - De alta rentabilidad: $TIR > 10\%$ (100)

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

LEGALIDAD

16. SITUACIÓN LEGAL: Valora el estado o situación legal en que se encuentre una instalación en relación a los permisos, licencias de actividad, de industria, impacto medio-ambiental, título de concesión, etc.

- Situación Ilegal (0)
- Pendiente de tramitación o con incumplimiento grave (50)
- Con documentación legal en regla (100)

RESULTADO

Una vez realizada la evaluación de todos los elementos e infraestructuras objeto de conservación en el puerto, el resultado determinará el nivel de priorización de cada uno de ellos, pudiéndose establecer una valoración como la que se indica en la siguiente tabla en la que se ha tomado la escala de puntos de 0 a 100 y se han tenido en cuenta los dieciséis índices propuestos:

NIVEL	
Máxima Prioridad	1600 - 1201
Prioridad Alta	1200 - 801
Prioridad Media	800 - 401
Prioridad Baja	400 - 0

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Muelle de descarga de productos petrolíferos de 30 años de antigüedad, próximo al vencimiento de su vida útil, que da servicio a una refinería de interés general y cuya producción ha sido inferior a la esperada, con las siguientes características:

Proyectado en 1980 es la única instalación de estas características en el puerto donde se ubica. El coste de inversión inicial fue de 300.000.000 ptas. Actualmente está en trámite para renovar la concesión por un periodo de 10 años adicionales. Toda la documentación está presentada.

Actualmente en servicio no constando grandes actuaciones de mantenimiento pero sí reparaciones continuas que afectan a su operatividad estando por debajo de la esperada. Cuando se realizan las operaciones de descarga de crudo en el muelle se encuentran alrededor de 20 operarios, fuera de estas operaciones en el muelle se encuentran 3-4 personas máximo.

Se prevé la recepción de buques de mayor capacidad que la de diseño y sus consiguientes equipos de descarga.

De una inspección previa del muelle se aprecia infraestructura metálica (pilotes) con un grado avanzado de corrosión y pérdida de sección. Las superestructuras acusan asimismo un grado avanzado de deterioro, tanto las principales como las auxiliares (escalas, pasamanos, equipos marinos, etc.).

La rentabilidad esperable de la inversión en caso de ampliación de su vida útil se sitúa en el 3% y el coste de la actuación en caso de su realización se estima en 2,0 MM €.

Valoración

1. *Carácter de la instalación: de interés general: 75 ptos.*
El muelle al dar servicio a una refinería de Interés general tiene por tanto el mismo carácter que ésta, ya que si no se encuentra operativa paralizaría el suministro a dicha instalación.
2. *Importancia estratégica: de carácter crítico: 100 ptos.*
La refinería a la que da servicio el muelle es una instalación de las catalogadas como críticas.
3. *Peligrosidad: líquidos inflamables: 75 ptos.*
Se trata de un muelle de descarga de productos petrolíferos.
4. *Antigüedad: próxima a concluir su vida útil: 75 ptos.*
5. *Grado de conservación de la instalación: Condiciones pobres con necesidad de mejora en fiabilidad y eficiencia: 75 ptos.*
La instalación se encuentra en un grado avanzado de deterioro lo que hace necesario mejorar la fiabilidad para garantizar la seguridad y eficacia productiva.
6. *Mantenimiento: sin mantenimiento: 100 ptos.*
7. *Grado de protección de la estructura: Inadecuado a la normativa en vigor: 100 ptos.*
Instalación proyectada hace 31 años, según unas normas de diseño que han quedado obsoletas.
8. *Intensidad de uso: Inferior al rendimiento esperado: 25 ptos.*
Esta instalación se encuentra en servicio pero el nivel de actividad y operatividad se encuentra por debajo de la esperada.
9. *Reemplazabilidad: superior a su capacidad de diseño o de servicio: 100 ptos.*
Ya que se prevé para el muelle "la recepción de buques de mayor capacidad que la de diseño y sus consiguientes equipos de descarga".
10. *Daños a la vida: con posibilidad de lesiones afectando a un número elevado de personas: 75 ptos.*
En caso de producirse un accidente en la instalación éste podría causar lesiones a un número elevado de personas ya que en la instalación se pueden llegar a encontrar 20 personas.
11. *Alarma social: relevante extendido al ámbito nacional: 100 ptos.*
Un accidente en una instalación de descarga de productos petrolíferos causaría una repercusión social relevante dado la mercancía de que se trata (crudo), el posible daño a las personas, al medio-ambiente marino, etc.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

12. *Impacto social*: sin beneficio social: **25 pts.**
La mejora de la instalación no generaría un beneficio social específico (no crea-
ría puestos de trabajo o unas mejores condiciones de vida, etc.) a la población.
13. *Impacto ambiental*: *daños al ecosistema elevados con un plazo de recuperación superior a 3 años*: **100 pts.**
El deterioro de la estructura podría ocasionar un vertido al mar con el consi-
guiente daño al ecosistema, que por el volumen de descarga podría ser superior
a 3 años.
14. *Coste económico*: inversión comprendida entre 26% y 50% del coste inicial: **75 pts.**
Valor actual de la inversión inicial = $1,8 \text{ MM } \text{€} \times (1+0,04)^{30} = 5,84 \text{ MM } \text{€}$.
Valor de la actuación: 2 MM €.
Inversión con relación a la inicial = $2 / 5,84 = 34,2\%$
15. *Rentabilidad de la instalación*: *de muy baja rentabilidad*: $TIR < 3\%$: **25 pts.**
La rentabilidad esperable de la inversión en caso de ampliación de su vida útil se
sitúa en el 3%.
16. *Situación legal*: *con documentación legal en regla*: **100 pts.**
Pese a estar en trámite de renovación de la concesión se supone que toda su
documentación está en regla y presentada.

TOTAL: 1.225 PTOS – Máxima Prioridad

Con esta metodología se obtiene una valoración absoluta, en vez del método pre-
sentado en la parte anterior de este apartado, más dirigido a operaciones a corto
plazo o inmediatas, que proponía, en el caso de más de cinco actuaciones, la com-
paración entre alternativas como método de priorización, complementario a los de
valoración absoluta.

En el día a día, también pueden aplicarse métodos de priorización basados en índi-
ces, como los aquí expuestos (ver también el apartado dedicado a la Gestión de la
Conservación aplicada a la conservación de muelles y obras de atraque), aunque la
experiencia de los profesionales puede, en algunos casos, tomar las decisiones de
una forma cuasi empírica, aunque basada en la consideración de los elementos aquí
desarrollados, pero evaluados de forma automática. La Gestión de la Conservación,
aunque reconoce la experiencia en la toma de decisiones de forma empírica, reco-
mienda la sistematización de la misma y su documentación a través de índices.

HORIZONTE FINAL DE LA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Juan Francisco Rebollo Lledó¹

PROCESOS

Bien, ya conocemos los conceptos básicos de la gestión de la conservación, la importancia de los inventarios, de las inspecciones y hasta somos capaces de priorizar las actuaciones, pero ahora hay que actuar, tenemos que realizar las tareas, ¿pero cómo?

Como buen profesional, estás haciendo tareas de conservación, pero en raras ocasiones tienes la oportunidad de diseñar la gestión de

la conservación desde “cero”, la conservación se lleva haciendo desde hace mucho tiempo, ahora te toca a ti, pero antes lo han hecho otros, pero alguna vez alguien se ha planteado si lo que se hace es la mejor forma de hacerlo o es el resultado de la historia, una historia no escrita, que ha llegado como un axioma. Pero, ¿podemos hacerlo mejor, más eficientemente, le podemos facilitar la tarea en el futuro?

En este apartado vamos a confrontar el “cómo se hacen” las cosas ahora con el “cómo” se deben hacer” para, en cada momento obtener los mejores resultados.

Por una parte, la conservación es un servicio que camina hacia la eficiencia y no un gasto amenazado de una continua reducción de recursos, materiales e inmateriales, como la eventual pérdida de conocimiento por un posible mal empleo de la subcontratación. Por otra parte, más arriba escribíamos “en cada momento”, en el sentido de que la conservación es una tarea dinámica y multidisciplinar, la gestión de la con-



¹ Puertos del Estado.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

servación debe de incluir los mecanismos para la revisión de la forma de hacer las cosas, en función del entorno.

Un aspecto que hay que desterrar, con acciones concretas, es lo que antes se ha comentado de la historia no escrita; para ello lo primero es escribir, escribir el "cómo". Pero alguien dirá, ¿para qué? si Pepe o Manolo o Juan se lo saben todo, les preguntas y ya está. Claro, es evidente que esos excelentes profesionales que se lo saben todo, y que es verdad, van a estar siempre con nosotros y además nosotros lo vamos a aprender perfectamente; claro, como nosotros no contemplamos la rotación en el trabajo, seguro que alguien lo transmitirá a los siguientes... No, verdad, pues entonces no queda más remedio que documentar la forma de hacer las tareas de conservación y la información necesaria para ello.

Esta bien, espero que os hayáis convencido de que hay que escribir estructuradamente el cómo realizar las tareas y cual es la información básica necesaria para ello.

Quietos!, antes de empezar primero hay que pensar que es lo que queremos: hacer el trabajo para justificar la forma en la que estamos realizando las tareas o avanzar hacia el futuro optimizando esa forma, haciéndola más eficiente.

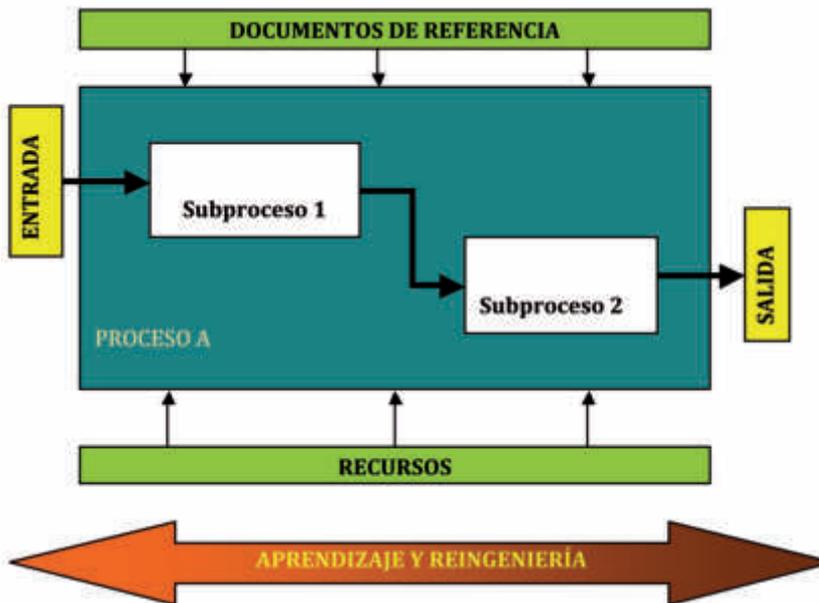
La gestión de la conservación, como un servicio, puede entenderse como un conjunto de procesos, la forma de hacer las cosas se representa por procedimientos, sin olvidar que cada procedimiento puede llevar asociado un formulario, que nos ayude a tomar y registrar los datos.

Como un servicio, es importante identificar, en primer lugar, quien es el "cliente" (interno o externo) y no olvidar que el proveedor somos nosotros, los encargados de la conservación, con independencia de que las tareas se realicen con personal y medios propios y a través de una subcontratación. Podemos no ser los culpables, pero siempre seremos los responsables y nuestra responsabilidad será prestar un servicio de conservación a satisfacción de nuestro cliente.

Como orientación para esta fase de identificación de quien es nuestro cliente, debemos separa las estructuras del servicio objeto de las mismas, siendo este último, en general, el cliente más relevante.

Un proceso es un conjunto de acciones que convierten una "entrada" en una "salida" usando unos recursos disponibles y bajo unas reglas o documentos de referencia (requisitos). Cada proceso puede tener varios subprocesos y cada uno de ellos tendrá su procedimiento, que no es más que la forma de convertir la "entrada" en "salida" de una manera estructurada y trazable, incorporando algunos indicadores de seguimiento del propio proceso, que ayudarán a su mejora. Estos indicadores serán los mandos sobre los que actuar para alcanzar los mejores resultados en la gestión del proceso.

El primer ejercicio que hay que hacer es identificar los procesos que forman nuestra actividad de conservación, prestando especial atención a los que se consideren que, en ciertas circunstancias, podrían ser críticos para la actividad de la Organización.



Cada proceso o subproceso debe tener un “propietario” que será el encargado de su seguimiento y control, así como de identificar las oportunidades de mejora a través del seguimiento de los indicadores del proceso (recursos empleados, tasas de rendimiento, etc.). También deben de establecerse los roles de cada persona que interviene en el proceso.

Para cada uno de los grandes epígrafes de la Gestión de la Conservación (IIPA): Inventario, inspección, Priorización y Acción, una vez identificados los procesos debemos elaborar los procedimientos asociados a cada uno de ellos: Diagrama de flujo y descripción escrita, dejando constancia de los elementos de control y seguimiento.

La primera acción será identificar el “cómo” de la situación actual, documentándola tal como se está haciendo ahora, con los indicadores asociados de seguimiento de cada proceso, propietarios, documentos de referencia, recursos y roles de los participantes en cada proceso. Bien, ya tenemos estructurado y documentado cómo se hacen las tareas ahora, tenemos el punto de partida, ya podemos comenzar su mejora... Otra vez, quietos!!. Antes de comenzar un viaje debemos de conocer el punto de llegada o, al menos, la dirección a seguir.

PROCEDIMIENTOS

El siguiente paso será elaborar unos procedimientos “base cero”, sin tener en cuenta ningún condicionante. Ese debe de ser nuestra meta, ahora hay que trazar el camino.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Es evidente que los procedimientos “base cero” pueden ser poco realistas en muchos casos, ya que no tienen en cuenta ninguna limitación, por eso no pueden aplicarse. Poner en marcha sistemas de Gestión de la Conservación con este tipo de procedimientos, ideales, los mejores, sólo llevará al fracaso, ya que no debemos de olvidar que lo mejor puede ser enemigo de lo bueno, por eso debemos identificar el procedimiento “bueno”, que será una adaptación del procedimiento “base cero” al entorno real, teniendo en cuenta los procedimientos de transición de la situación actual al nuevo diseño, sin olvidar atender las necesidades de formación que puedan ser necesarias.

La forma más eficiente para el diseño de los procedimientos optimizados, que se ajuste al entorno y objetivos de la Organización, del sistema de Gestión de la Conservación es crear grupos de trabajo formado por los implicados en cada uno de los procesos. Estos procedimientos tienen que incluir, obligatoriamente, un mecanismo de aprendizaje y revisión, de forma que se pueda garantizar que se cumplen los objetivos.

Seguro que siempre habrá alguien que se empeñe en “demostrar” que los nuevos enfoques no sirven para nada, solo para perder el tiempo haciendo papeles,... Hemos de estar preparados para neutralizar estas actitudes, por lo que un aspecto importante para el éxito de cualquier modificación de la situación actual es la gestión de las reticencias al cambio, que será una tarea adicional tanto en el diseño de los procedimientos por los grupos de trabajo, como en las primeras fases de la implantación. Esta tarea adicional debe de ser acometida por el líder del proceso para que se siga la senda establecida para la consecución de los nuevos objetivos.

La formación, motivación y apoyo serán herramientas que refuercen al grupo y faciliten la implantación de las nuevas formas de hacer las cosas.

Por último, la reingeniería de los procesos y, por lo tanto, de los procedimientos debe de ser otra tarea de la gestión de la conservación, analizando los resultados obtenidos, adecuando las tareas a los objetivos en cada momento y entorno, mejor de forma adelantada a las necesidades, sin olvidar los riesgos que conlleva todo cambio, pero dentro de un análisis de mitigación y gestión ordenada de los mismos.

Esa reingeniería debe de ser el resultado de un proceso de aprendizaje ligado a la mejora de los procesos y de sus correspondientes procedimientos. Los procedimientos siempre se han de cumplir y si en algunas ocasiones no es posible hacerlo, antes de poner en marcha un camino de emergencia que salte todos los elementos de control y trazabilidad diseñados, debe de analizarse la situación y, en su caso, modificar el procedimiento. Los procedimientos no están para no cumplirse, sino para ser modificados, ya que, como se ha dicho anteriormente, la gestión de la conservación es una tarea dinámica que requerirá readaptaciones al entorno, pero sin conformismos, es decir, debemos esforzarnos por mantener los procedimientos y la forma de hacer las tareas según se ha decidido.

La reingeniería solo debe hacerse después de un suficiente tiempo de experiencia y con un sólido aprendizaje, los atajos de cada día, no son reingeniería, sino la forma de anular el éxito de la implantación de un sistema de gestión de la conservación. Bueno, pero todo esto ¿cómo se lleva a cabo?, los procesos se pueden dibujar a través de los diagramas de flujo y se explican a través de los procedimientos, nos aseguramos de que todos los implicados los conocen, pero ¿cómo se desarrollan estos documentos en el día a día?... en instrucciones y formularios, en papel, como se enlazan las tareas con el inventario y las inspecciones, a través de informes, partes de trabajo, escritos y más formularios en papel... si la dimensión de la infraestructura tiene un cierto tamaño parece que no será posible, ni deseable.

HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Evidentemente, es imprescindible el uso de alguna herramienta informática, pero cuidado!! Aquí aparecerán los “magos” que nos ofrecerán la solución a nuestros problemas con unas maravillosas aplicaciones informáticas. Pensad en el final, ¿quien las va a usar y quien se encargará de la actualización de la información?, varias veces “quien”. Las personas son el eje de la Gestión de la Conservación y esas herramientas informáticas deberán adaptarse a los recursos disponibles en cada caso, la capacidad de formación, nuestras necesidades, nuestros objetivos, nuestros procesos y nuestros procedimientos.

El responsable de la Gestión de la Conservación debe mantener la dirección de las tareas y estas deben desarrollarse según sus criterios y no debe modificarse, al menos significativamente, por el uso de una aplicación informática concreta, al menos en lo fundamental.

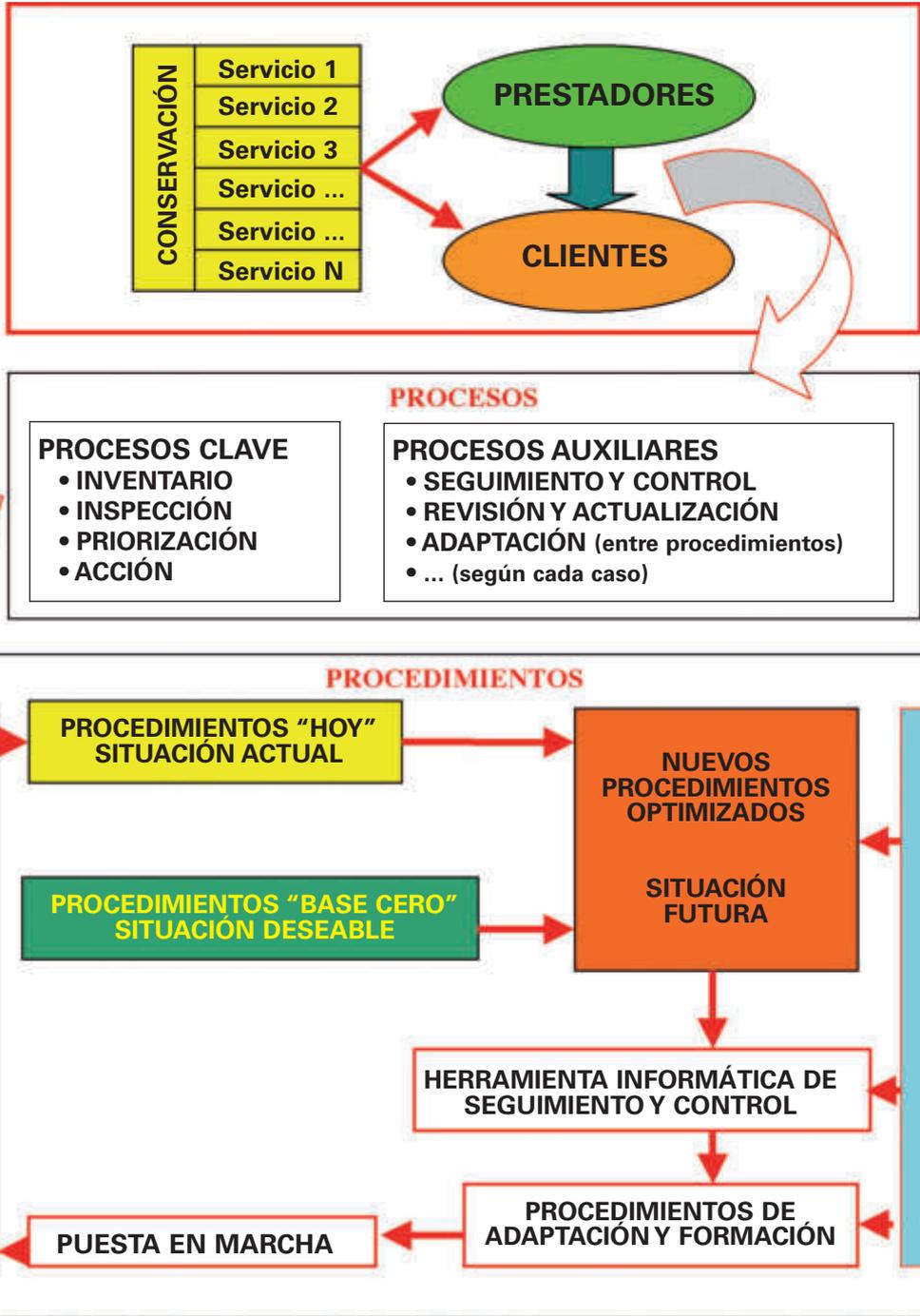
Sería recomendable que antes de abordar cualquier puesta en marcha de una aplicación informática específica para la Gestión de la Conservación se hiciese algún tipo de maqueta simple con aplicaciones de uso general que permitiese al responsable poder evaluar el alcance y los requisitos técnicos necesarios.

Una alternativa,, teniendo en cuenta la especificidad de la Gestión de la Conservación, son las aplicaciones “a medida”, pero cuidado!! Una vez puesta en marcha no hay garantía de continuidad, salvo inversiones significativas, y nunca tendrán las actualizaciones y experiencia de las aplicaciones “comerciales”, aunque en el caso de usar aplicaciones comerciales deberían conocerse antes de diseñar los procedimientos, con objeto de que las posibles adaptaciones no sean demasiado traumáticas.

En cualquier caso, siempre debe de existir algún tipo de posibilidad de pasar toda la información a ficheros de intercambio estándares que permitan la migración a otras aplicaciones, sin tener que estar ligados a un suministrador concreto o tener que empezar de cero cada vez que sea necesaria una reingeniería significativa.

Voluntariamente, el Grupo de Trabajo ha decidido no incorporar ninguna consideración concreta sobre aplicaciones informáticas, en esta primera edición de la Guía, más allá de los comentarios generales anteriores.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN



OBRA NUEVA



Para terminar, vamos a prestar atención a cuando debe aparecer el servicio de conservación en el proceso continuo que va desde la idea a la prestación sostenible de un determinado servicio.

Podríamos pensar en un cohete espacial; suele estar formado por varios elementos o fases, que en un momento determinado terminan su función y comienza la del siguiente, llegando al objetivo solo una de ellas, pero el diseño del cohete es único y se tienen en cuenta cada una de las fases, ya que, además de no fallar en si cada una de ellas deben posibilitar que la siguiente fase avance de la forma deseada.

Así, los responsables de la Conservación deben de estar presentes en todas las fases del desarrollo de las estructuras (infraestructuras y superestructuras) y de los servicios ya que el éxito de la misión (servicio sostenible y adecuado a las expectativas) dependerá de sus tareas. Cualquier estructura o servicio, antes o después, es capaz de ser puesto en operación, lo que no es tan fácil es garantizar que se mantendrá en funcionamiento una vez que ocurra la primera incidencia, eso dependerá de los servicios de conservación y de la gestión de los mismos.

Se reclama una mayor participación de los servicios de conservación en el proyecto, ejecución y puesta en funcionamiento de las estructuras y servicios de la Organización, de forma que puedan aportar sus puntos de vista y limitaciones, en su caso, así como ir recopilando información y formación práctica para su mejor desenvolvimiento una vez que solo se queden ellos en el escenario (como los astronautas en el cohete).

Sería conveniente considerar que los proyectos de ejecución incluyan un proyecto de conservación que debería de ser consensuado con los servicios de Conservación y, en su caso, poder llegar a modificar, al menos en parte, los proyectos, si las necesidades de conservación lo aconsejases.

La documentación completa del proyecto y la documentación y planos (georeferenciados cuando sea necesario) actualizados, así como la reglamentación aplicable y la necesaria formación, serían la información mínima exigible para hacerse cargo de la responsabilidad de la conservación de las obras u servicios nuevas.

ANEXO A LA METODOLOGÍA GENERAL

- Estado del arte
- Resultados de la encuesta
- Conclusiones y recomendaciones

UNA VISIÓN GENERAL DEL ÁMBITO DE LA CONSERVACIÓN EN EL ENTORNO DE LAS AUTORIDADES PORTUARIAS



Enrique Maciñeira Alonso¹

CONDICIONANTES ORGANIZATIVOS

La estrategia de la Organización

El objetivo de la conservación es mantener una calidad técnica de las infraestructuras, definida ésta mediante un indicador de servicio, por encima de unos mínimos preestablecidos. La variación del indicador con el tiempo define una curva descendente con la edad de la infraestructura, que va desde un valor máximo, correspondiente al origen de la obra de construcción, hasta un mínimo que corresponde a la degradación completa.

Una política adecuada de conservación debe pretender el aumento de la vida de la infraestructura compatible con la operación que sustenta, al menor coste posible y manteniendo unas condiciones de servicio adecuadas. Desde este punto de vista, existen dos tipos fundamentales de estrategias:

- Las que prevén fundamentalmente grandes operaciones en momentos muy separados en el tiempo, de manera que casi restituyan las condiciones iniciales.
- Las que prevén operaciones frecuentes, o prácticamente continuas, de manera que las características iniciales se vayan perdiendo con la mayor lentitud posible a lo largo de la vida útil, pero manteniéndolas siempre suficientes para que sobre él se realice la operación portuaria.

El criterio de selección de estas alternativas debe basarse en un análisis económico (coste de las operaciones de conservación y de rehabilitación, y coste de las operaciones de explotación que dejan de realizarse), y en los niveles de intervención, es decir, el mínimo valor del indicador de servicio que se acepta.

¹ Autoridad Portuaria de A Coruña.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Esto conlleva que los criterios de actuación variarán según el servicio que presta la infraestructura. Resumiendo, los criterios que motivan la elección de un tipo u otro de opción son los siguientes:

- El nivel de servicio que se quiera conseguir
- Los aspectos financieros
- La comodidad y la seguridad de las operaciones

Tradicionalmente los puertos tenían internalizado el servicio de conservación y mantenimiento como una parte más de la organización. Esto era así, dado que el puerto no sólo era un prestador de infraestructuras, sino que también buena parte de las instalaciones portuarias le pertenecían y las gestionaba. Así, el servicio de grúas, la construcción y gestión de edificios, lonjas y otras instalaciones, provocaba la necesidad de tener un servicio "in situ" para poder restablecer las operaciones de una forma inmediata. De esta forma, los talleres bien dotados, el servicio de mantenimiento especializado tanto en energía como en agua, y un servicio general de conservación, eran elementos organizativos de los puertos. Sin embargo, en los últimos años se ha iniciado una época en la que se invierte esta tendencia.

Los puertos españoles han iniciado una evolución, consistente con la sufrida en otros puertos en el mundo, de un puerto prestador de servicios a un puerto facilitador de infraestructuras. (de tool port a landlord port). Esta evolución, todavía en proceso en algunos puertos, ha provocado que los puertos hayan dejado paulatinamente de prestar diferentes servicios: Algunos ejemplos de este proceso son, entre otros:

- La desaparición del servicio de grúas prestado por las Autoridades Portuarias en todos los puertos (el último puerto en 2004);
- el incremento de las superficies concesionadas (convirtiéndose el ratio de % de superficie concesionada respecto el total en un ratio de eficacia del sistema, actualmente en el entorno del 25%-40% según los puertos);
- los convenios con las compañías suministradoras de energía y agua para la gestión y conservación de las redes;
- la entrada de servicios de telecomunicaciones en los puertos;
- la concesión de las lonjas de pesca fresca;
- la contratación de de servicios de limpieza de edificios,
- la contratación del mantenimiento de las zonas verdes,
- la contratación del mantenimiento de los equipos contraincendios,
- la contratación de la limpieza de zonas comunes y de las aguas del puerto.

Con ello, los servicios de mantenimiento y conservación han ido, paulatinamente, minimizándose y reduciéndose en los puertos españoles, permaneciendo únicamen-

te, a la fecha, en función del puerto, los servicios de mantenimiento de infraestructuras y edificios y señales marítimas.

Aparecen, por tanto, diferentes estrategias en las Autoridades Portuarias en este campo en cuanto a la forma de prestar el servicio:

- Ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo por la Autoridad Portuaria en base a contratos específicos con empresas contratistas de obras.
- Externalización del servicio de mantenimiento correctivo en una empresa prestataria de servicios y permanencia en la Autoridad Portuaria del mantenimiento preventivo en base a proyectos y contratos específicos con empresas contratistas de obras.
- Externalización del servicio de mantenimiento correctivo y preventivo con una o varias empresas especializadas en diferentes tipologías de servicios y obras.
- Externalización del servicio de mantenimiento en una o varias empresas especializadas y permanencia del mantenimiento correctivo en la Autoridad Portuaria.

El encuadre del departamento de conservación

Independientemente de cual sea la estrategia de la organización en relación con la conservación, es preciso la existencia de un servicio (ya sea departamento, división o unidad) de conservación en la Autoridad Portuaria o en cualquier otro tipo de entidad portuaria.

Los puertos españoles suelen encuadrar el servicio de conservación formando parte, o del departamento de infraestructuras, aproximadamente más del 50%, o del de explotación, del orden del 35%, mientras que aproximadamente solo un 12% de los puertos han creado un departamento específico para esta materia.

La adscripción en uno o en otro departamento de la conservación suele tener relación con el grado de evolución del puerto de un modelo de prestador de servicios a un modelo prestador de infraestructuras.

En el primer estadio, la conservación y el mantenimiento se entienden como una parte más del proceso productivo. Así, los talleres de mantenimiento anejos a los servicios de grúas, las cuadrillas de fontaneros y electricistas anejos a los servicios de aguadas y los servicios de energía e iluminación, respondían a servicios dependientes e interdependientes del departamento de Explotación. Sin embargo, en los últimos estadios, la conservación y el mantenimiento se entienden como una necesidad del recurso infraestructura que prestamos a nuestros clientes, vinculado por tanto al Departamento de Infraestructuras. También pueden existir otras variantes como en la Autoridad Portuaria de A Coruña, en donde la división de conservación y mantenimiento se integra en un Departamento de Gestión de Patrimonio y Dominio Público, separado de la propia creación de infraestructuras.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Sin embargo, este hecho no es neutro. La adscripción a uno u otro Departamento tiene consecuencias en su vocación. Un departamento de explotación que sabe que la pronta respuesta en esta materia genera una mayor satisfacción del cliente externo con el que tiene relación y tiene una repercusión en coste importante para el cliente del puerto, preferirá un servicio fuerte y ágil, mientras que un Departamento de Infraestructuras estará más preocupado por el coste del propio servicio que por su agilidad y respuesta.

La obtención de la información

En las Autoridades Portuarias no suelen existir brigadas de vigilancia específicas por materias independientes del propio servicio de policía portuaria (mención aparte los servicios de medio ambiente, brigadas verdes, etc. que se han desarrollado en los últimos años). Así, los problemas detectados en el estado de las infraestructuras y las necesidades de reparaciones correctivas, suelen ser transmitidos al servicio de conservación mediante los partes diarios de incidencias emitidos por el servicio de vigilancia.

La exactitud de dichos partes suele no ser la adecuada por lo que será precisa su revisión y re-análisis por parte del servicio de conservación. Por ello, dentro de los planes de mejora de la gestión de la conservación adquieren especial relevancia los programas de formación del personal de vigilancia en materia de formalización de partes, análisis de infraestructuras, etc.

La generalización de los planes de calidad soportados por una certificación ISO 9001-9002 ha creado una sistematización de este proceso. Normalmente, independientemente de las herramientas TIC que pueden ayudar a mejorarlo, los partes del servicio de vigilancia se dirigen al departamento de Explotación en donde, una vez analizados y chequeados por el Comisario del Puerto, se suelen redirigir al servicio de conservación. Una vez solucionada la incidencia se remiten diligenciados por dicho servicio al departamento de Explotación, para el cierre de la incidencia.

Desde el punto de vista de la obtención de la información, y de la rapidez de respuesta ante un evento, la adscripción del servicio de conservación al Departamento de Explotación suele dar buenos resultados.

Las TIC

El desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, tanto de hardware como software, contribuye a una mejora en todo el proceso de conservación.

Actualmente, las herramientas GIS, que complementan los datos alfanuméricos con los gráficos, asociadas a terminales portátiles que manejan el servicio de vigilancia y de conservación, permiten la inmediatez en la información así como una mayor rigurosidad de la misma. Con estas herramientas se consigue agilizar el proceso de los partes del servicio de vigilancia, así como su transmisión al departamento correspondiente con una formación gráfica añadida.

Por otro lado, la integración de los datos de las infraestructuras y sus características, así como de sus planes de mantenimiento, permite conocer los costes asociados a cada infraestructura así como poder analizar el éxito de las diferentes operaciones realizadas, desde el punto de vista tanto funcional como económico.

Por otro lado, dentro del campo de las instalaciones (telemáticas, ayudas a la navegación, energéticas, hidráulicas, frigoríficas, etc.) la aplicación de las TIC a la monitorización y automatización, ha permitido implementar con éxito programas de mantenimiento preventivo complementados con mantenimientos correctivos con una muy ágil respuesta (menos de 24 horas en la mayor parte de los casos). Esto ha permitido avanzar en el camino de la externalización de los servicios de conservación, e incluso gestión de las instalaciones. No ha sido así en el campo de las infraestructuras en donde, todavía, la monitorización es una parcela de desarrollo.

Los recursos humanos

La estrategia emprendida en las Autoridades Portuarias de paso de un puerto prestador de servicios a un puerto prestador de infraestructuras, que ya hemos señalado en párrafos precedentes, ha provocado en la mayor parte de las Autoridades Portuarias, de forma explícita o implícita, el inicio de un proceso de externalización de los servicios de conservación.

Este proceso es muy maduro en el campo de las instalaciones. Dejando a un lado los Sistemas de Ayuda a la Navegación que, por diferentes circunstancias (dispersión geográfica de las instalaciones en puntos remotos de accesibilidad reducida, pervivencia de fareros de los extintos cuerpos de técnicos mecánicos de señales marítimas, etc.) no lo han iniciado, en el resto de las instalaciones que todavía perviven bajo la gestión de las Autoridades Portuarias, en numerosos casos, éstas han procedido a contratar servicios externos de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo.

Así, los contratos de mantenimiento de los servicios telemáticos, de los servicios de seguridad, como los controles de acceso, de las instalaciones específicas como las de contraincendios, red de agua y eléctrica, del parque móvil, etc., conviven con las externalizaciones de la gestión de los propios servicios. Por ejemplo, en el caso concreto de la Autoridad Portuaria de A Coruña, están externalizados los servicios de suministro de agua y energía y, existen contratos específicos de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones telemáticas, red contraincendios, zonas verdes, etc.

Sin embargo el proceso no ha tenido el mismo desarrollo en el campo de las infraestructuras, ya sean terrestres o marítimas. En estos campos la decisión de las Autoridades Portuarias de externalización es más implícita que explícita. De hecho suelen coexistir un servicio de conservación y contratos específicos externos de conservación y mantenimiento.

Los servicios de conservación de las Autoridades Portuarias integran los antiguos talleres y brigadas de conservación. De esta forma suelen estar formados por, entre otras, las siguientes ocupaciones:

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

- Responsable de mantenimiento
- Encargado de mantenimiento
- Jefe de Equipo de Mantenimiento
- Oficiales y auxiliares de obras y mantenimiento

Que, a su vez, desarrollan las siguientes profesiones:

- Electricistas
- Fontaneros
- Torneros
- Mecánicos
- Encofradores y carpinteros
- Ferrallistas
- Albañiles
- Soldadores
- Conductores

La prestación de todos estos servicios con la adecuada celeridad para dar respuesta a las demandas de la actividad de los puertos, exigiría una dotación de personal que puede no está justificada por el número de intervenciones y trabajos a desarrollar. Esto ha provocado que estos servicios languidezcan paulatinamente y que hayan sido suplidos, en algunos casos, por contratos externos específicos por actividades. Fruto de ello, el personal de estos servicios ha ido envejeciendo y, en alguna forma, frustrándose en sus expectativas profesionales.

Las estrategias de las Autoridades Portuarias en relación con este personal suelen pasar por la consolidación de un núcleo duro de control, formado por un Responsable de Mantenimiento y una serie de Encargados de Mantenimiento especializados y formados en campos más amplios: Electricidad y Mecánica y Obra Civil. Estos encargados pueden estar ayudados en su misión por algún jefe de equipo con estas especialidades. A este núcleo duro le corresponde la gestión de los contratos de mantenimiento preventivo y correctivo, o en su defecto, la gestión de los contratos específicos de conservación que se suscriban para solucionar los problemas diarios.

Ahora bien, en relación con el resto del personal de los talleres de mantenimiento y brigadas de conservación se pueden establecer diferentes estrategias. Estas normalmente van en tres direcciones en función del personal afectado:

- traslado del personal afectado a la empresa externa que va a prestar el servicio, con derecho de subrogación, (p.j. la Autoridad Portuaria de Bilbao).
- Traslado del personal a diferentes servicios de la Autoridad Portuaria, (fundamentalmente la policía portuaria).
- Languidecer paulatinamente hasta su desaparición (casos de muy poco personal).

CONDICIONANTES OPERATIVOS

El uso de las superficies y de los muelles

La razón de ser de las Autoridades Portuarias es la prestación de servicios eficientes a sus clientes. Dentro de estos servicios eficientes, de forma relevante podemos señalar la reducción o limitación de las interferencias que las actividades de conservación, ya sea preventiva o correctiva, ocasionan en la propia operación portuaria.

Estas operaciones, en función de la tipología de los tráficos del puerto, son muy intensivas y, en algunos casos, difícilmente predecibles. En los puertos de tráficos regulares, en que la llegada de los buques es programada, los porcentajes de ocupación de muelle suelen ser muy importantes pero existen ventanas más o menos predecibles de inactividad; en los puertos de tráficos tramp, el porcentaje de ocupación de los muelles suele ser más reducido pues se alcanza la congestión más rápidamente pero, por el contrario, la aleatoriedad de las llegadas introduce una componente extra de dificultad para la programación de nuestras actividades.

Por tanto, el estado de los muelles y su predicción, en caso que sea preciso, forma parte de la información básica que debe manejar el responsable del servicio de conservación.

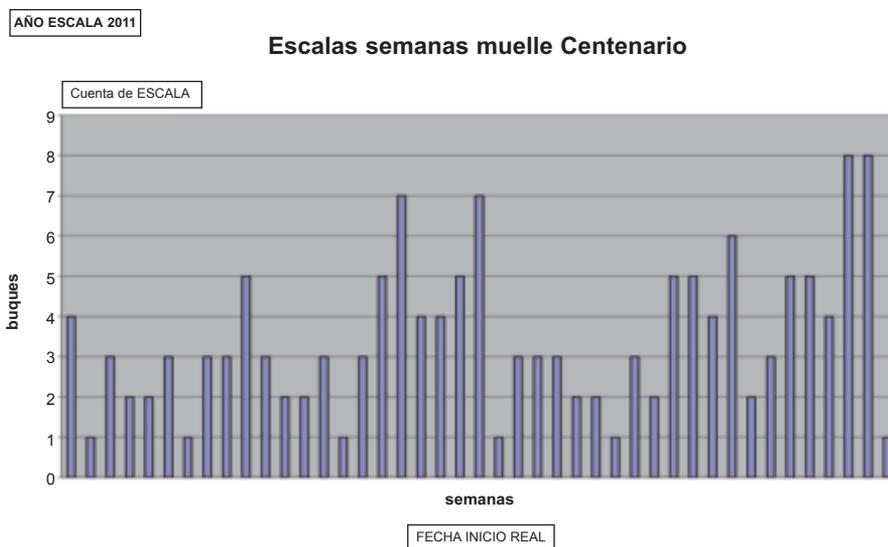


Grafico buques y tráficos puerto coruña (fuente J.M. González, APAC, 2011).

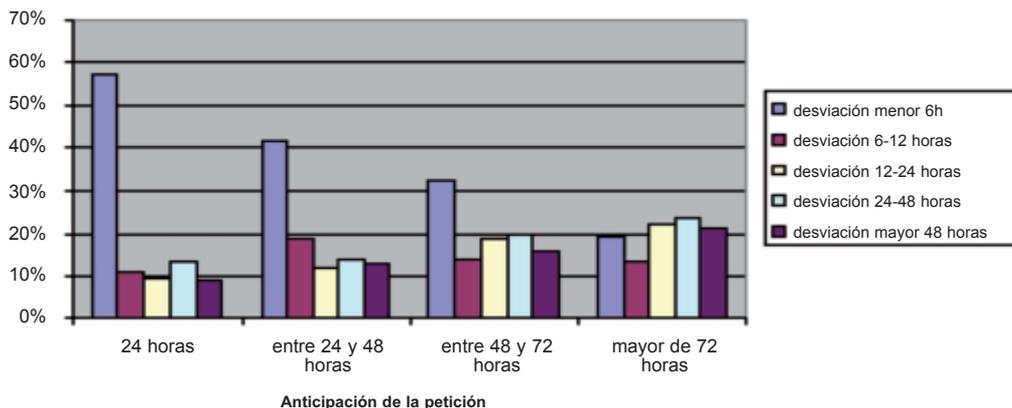
La información que puede poseer el Departamento de Conservación del estado de los muelles, en función del puerto y el tipo de tráfico, puede no ser la adecuada. En el caso concreto del puerto de A Coruña, en un análisis hecho para el muelle del Cen-

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

tenario (el principal del puerto y especializado en un tráfico tramp puro) durante los últimos años, se ha podido comprobar que la media de anticipación en la petición de atraques es de 73 horas y el error medio cometido en la petición es de 26 horas. Este error se va reduciendo en la medida que la anticipación es menor.

Muelle del Centenario, La Coruña, 614 datos 2009-2011

Desviación experimentada entre la petición de atraque y el atraque efectivo



Desviación cometida en la petición de atraque (fuente J.M. González, APAC, 2011).

Hemos podido comprobar que planificar las operaciones con más de 48 horas de antelación, llevaría implícito un error mayor del 50% en nuestra predicción del estado del puerto, pero que reduciendo dicha anticipación a 24 horas, la precisión se incrementa hasta un 60%.

El trabajo conjunto con la Comisaría del puerto es fundamental para la programación de las actividades de conservación. De esta forma, podremos avanzar en la reducción del error de la programación, en reducir el impacto de las desviaciones de las peticiones de usos de muelles y superficies, etc.

Esta inexactitud en la petición de autorización de atraque introduce una componente de complejidad en la gestión de la conservación, no sólo de las líneas de atraque del puerto, receptoras de los buques, sino también en el de las superficies anejas de manipulación y operación. El atraque de un buque en un muelle determinado exige la preparación, en la mayor parte de los casos, de superficies para el acopio de las mercancías, así como la definición del acceso a los vehículos hasta la misma.

El uso de los accesos

Además del condicionante existente por el uso de los muelles y superficies, el puerto debe garantizar el acceso ferroviario y viario a los muelles o explanadas del servicio que permitan el normal desarrollo de las operaciones.

Este hecho tiene una repercusión diferente en los puertos en función de la tipología de los tráficos existentes dado que el uso de los accesos es distinto, tanto en horarios de actividades diarios y semanales, como en tipologías de vehículos. En los puertos pesqueros, por ejemplo, la entrada de vehículos, generalmente semipesados, se produce entre las 6 de madrugada y las 12 del mediodía de lunes a sábado, permaneciendo el resto del tiempo libres los accesos para poder desarrollar las actividades de conservación y mantenimiento precisas. En los puertos comerciales, la utilización de los accesos suele ocupar gran parte de la jornada laboral, por lo que, en caso de estar próximos a su capacidad, podrían dificultar de forma importante dichas labores [en el caso del puerto de A Coruña, el movimiento de vehículos pesados es, de media, cercano a los 1000 vehículos diarios, alcanzando puntas diarias de más de 150 vehículos por hora (entre entrada y salida)].

La conservación del medio ambiente

En los últimos tiempos, la conservación del medio ambiente, ha introducido una nueva componente de complejidad en las labores de las brigadas de conservación y talleres.

Dicha complejidad no viene derivada sólo del diseño y utilización de nuevos equipos e instalaciones de menor consumo, y por tanto, menor coste, que estaría seguramente en el estadio anterior del diseño del mantenimiento preventivo y de las infraestructuras portuarias, sino también de la gestión de los residuos que se generen en nuestra actuación (peligrosos o no peligrosos). La necesidad de una gestión adecuada de dichos residuos obliga a programar la logística de los mismos, así como a contar con los proveedores de dichos servicios para la realización de nuestras actividades. Así, en nuestra planilla de trabajos, también debemos introducir una casilla de gestión de residuos, cantidad generada, fecha de generación, gestor de los mismos.

La seguridad laboral

La ejecución de obras en el ámbito de un puerto, exige no sólo el desarrollo de los oportunos planes de seguridad y salud de las obras de construcción, sino también establecer la adecuada coordinación de actividades empresariales dado que se suele actuar en un ámbito abierto al uso general de los usuarios.

Es necesario conocer las actividades que están desarrollando los operadores y concesionarios del puerto, así como transmitir los riesgos externos de nuestros trabajos. Actualmente las tecnologías de la comunicación permiten gestionar toda esta información de una forma centralizada de forma que todos los usuarios de un mismo espacio puedan conocer en tiempo real los riesgos que están asumiendo en su actividad, no sólo los creados por él, sino los que puedan generar el resto de participantes.

En las obras de conservación y mantenimiento esta coordinación de actividades es más necesaria, si cabe, que en el resto de las obras públicas puesto que, dado la escasa entidad de algunas de las actividades, pudiera no parecer necesario dar cuenta de las mismas, con el consiguiente peligro para los componentes de las brigadas como para el resto de los usuarios.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

CONDICIONANTES PRESUPUESTARIOS

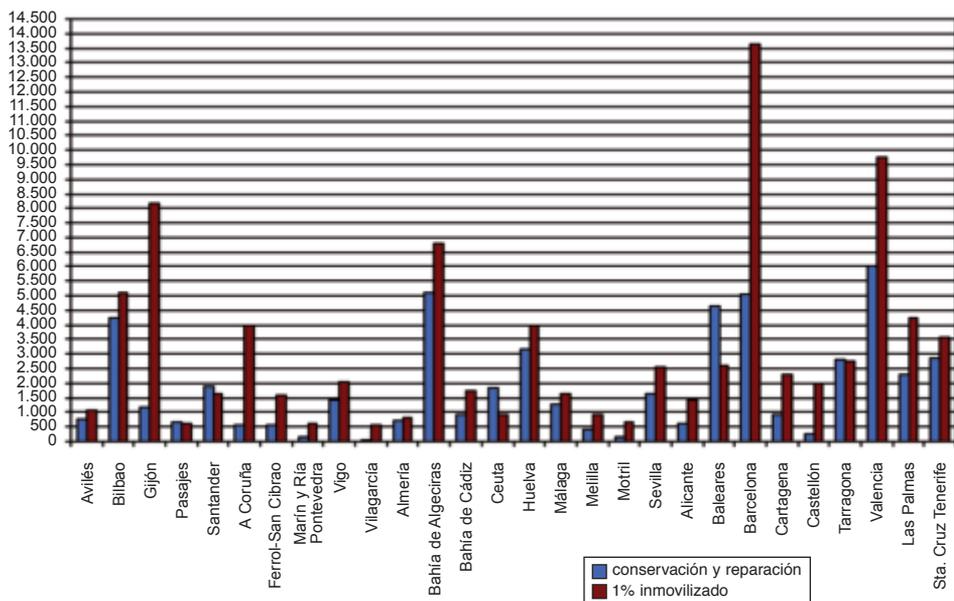
El capítulo de conservación

Analizando el Balance consolidado de los Puertos del Estado en 2009 (último disponible cuando se elaboró este trabajo) podemos observar que su activo, cuyo total es 13.133,5 millones de euros, se compone de un activo no corriente de 11.724,8 Millones de euros de los cuales corresponden a inmovilizado material 8.768,3 millones de euros y, dentro de éste, a construcciones, 5.286,6 millones de euros.

Dentro del capítulo de gastos de explotación del año 2009 la partida global para reparaciones y conservaciones en los puertos del estado ha sido de 55,5 millones de euros, que representa un 1% del total de las construcciones a fecha 31 de diciembre de 2009 y un 0,60% respecto inmovilizado. Respecto al importe neto de la cifra de negocio supone un 5,35% de media y, frente a los recursos procedentes de las operaciones, un 13,05%. Se puede observar en la tabla adjunta que los datos son muy variables de puerto a puerto, en función de las características concretas de cada uno.

Es interesante señalar que, en este capítulo de reparaciones y conservación, está contabilizado, fundamentalmente, el mantenimiento correctivo. Por un lado el mantenimiento preventivo, si es efectuado mediante contrato externo, suele contabilizarse en el capítulo de servicios exteriores y, por otro, las actuaciones que impliquen un aumento de la vida útil, suelen contabilizarse como inversiones (inversiones de reposición).

Si se considera que una cifra razonable de porcentaje de conservación sobre activos, para tener en cuenta, no sólo el mantenimiento correctivo, sino también el preventivo, es del 1%, se puede observar que muy pocos puertos la alcanzan, existiendo a la fecha, un amplio recorrido en numerosos puertos.



Conservación & % inmovilizado. Elaboración propia.

	Puertos	Importe neto de la cifra de negocio	Reparac/conservación	Inmovilizac. material	Recursos operaciones	Reparac./cifra negocio	Reparac./inmovilizac.	Reparac./Cash Flow
Fachada Cantábrica	Avilés	10.837	761	106.811	2.856	7,02%	0,71%	26,65%
	Bilbao	59.492	4.244	513.029	28.440	7,13%	0,83%	14,92%
	Gijón	35.168	1.193	814.622	8.117	3,39%	0,15%	14,70%
	Pasajes	13.138	642	59.537	1.787	4,89%	1,08%	35,93%
	Santander	20.250	1.871	163.839	5.618	9,24%	1,14%	33,30%
	A Coruña	21.826	570	398.808	11.060	2,61%	0,14%	5,15%
	Ferrol-San							
	Cibrao	18.025	537	159.745	9.395	2,98%	0,34%	5,72%
	Marín y Ría de Pontevedra	8.398	141	60.632	4.030	1,68%	0,23%	3,50%
	Vigo	27.461	1.444	202.317	9.509	5,26%	0,71%	15,19%
	Vilagarcía	4.623	76	56.954	-499	1,64%	0,13%	
	TOTAL	219.218	11.479	2.536.294	80.313	5,24%	0,45%	14,29%
Fachada sur mediterránea	Almería	14.284	705	81.019	3.749	4,94%	0,87%	18,81%
	Bahía de Algeciras	83.882	5.115	680.019	49.687	6,10%	0,75%	10,29%
	Bahía de Cádiz	19.740	909	171.409	6.877	4,60%	0,53%	13,22%
	Ceuta	14.318	1.823	92.251	417	12,73%	1,98%	437,17%
	Huelva	34.132	3.168	398.661	16.716	9,28%	0,79%	18,95%
	Málaga	15.293	1.270	161.576	3.700	8,30%	0,79%	34,32%
	Melilla	7.056	387	89.965	-1.537	5,48%	0,43%	
	Motril	4.974	163	63.877	253	3,28%	0,26%	64,43%
	Sevilla	20.418	1.632	256.826	11.290	7,99%	0,64%	14,46%
TOTAL	214.097	15.172	1.995.603	91.152	7,09%	0,76%	16,64%	
Fachada oriental	Alicante	13.518	615	140.580	2.331	4,55%	0,44%	26,38%
	Baleares	58.108	4.628	259.460	23.658	7,96%	1,78%	19,56%
	Barcelona	162.196	5.047	1.365.304	75.353	3,11%	0,37%	6,70%
	Cartagena	33.557	910	231.870	24.094	2,71%	0,39%	3,78%
	Castellón	19.228	257	198.360	7.339	1,34%	0,13%	3,50%
	Tarragona	53.412	2.830	276.545	30.101	5,30%	1,02%	9,40%
	Valencia	104.883	6.046	972.885	30.858	5,76%	0,62%	19,59%
	TOTAL	444.902	20.333	3.445.004	193.734	4,57%	0,59%	10,50%
Islas Canarias	Las Palmas	57.869	2.322	422.917	24.191	4,01%	0,55%	9,60%
	Sta Cruz de Tenerife	37.943	2.839	355.425	10.257	7,48%	0,80%	27,68%
	TOTAL	95.812	5.161	778.342	34.448	5,39%	0,66%	14,98%
TOTAL	974.029	52.145	8.755.243	399.647	5,35%	0,60%	13,05%	

Informe de gestión 2009 (miles de euros)

Fuente: elaboración propia.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Las Autoridades Portuarias, teniendo en cuenta las limitaciones y rigideces presupuestarias existentes en el capítulo de gastos, suelen derivar determinadas actuaciones de conservación y mantenimiento, fundamentalmente aquellas en que es posible justificar un aumento del valor del bien o de su vida útil, hacia el plan de inversiones anual, más flexible en su gestión.

La organización del trabajo

Los contratos de mantenimiento

Parte fundamental del trabajo de los departamentos de conservación de las Autoridades Portuarias suele ser la gestión de los contratos de mantenimiento, ya sea correctivo o preventivo, de las distintas infraestructuras, superestructuras o instalaciones, que estén bajo su ámbito de competencia.

En párrafos precedentes hemos señalado la tendencia general existente en las Autoridades Portuarias de externalización de este tipo de servicios. Se había expuesto que esta tendencia era más acusada en el sector de las instalaciones.

Algunos ejemplos existentes en diferentes Autoridades Portuarias son, entre otros, los siguientes:

- Autoridad Portuaria de Bilbao: Externalización del mantenimiento correctivo de infraestructuras y subrogación de personal en la empresa adjudicataria.
- Autoridad Portuaria de Huelva: Externalización del mantenimiento correctivo de los pavimentos sin subrogación de personal.
- Autoridad Portuaria de Vigo: Externalización de mantenimiento correctivo y preventivo de instalaciones eléctricas y agua.
- Autoridad Portuaria de A Coruña: Externalización del mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones contra incendios.
- Autoridad Portuaria de Santander, externalización de mantenimiento correctivo de instalaciones mecánicas, eléctricas y civiles, mantenimiento preventivo en base a proyectos internos y contratos.
- Autoridad Portuaria de Valencia, externalización del mantenimiento preventivo y correctivo de determinadas obras civiles, tuberías, galerías, ferrocarriles,..
- Autoridad Portuaria de Ferrol, externalización de mantenimiento correctivo y preventivo de instalaciones eléctricas.
- Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, externalización de mantenimiento correctivo de diferentes tipologías de obras, infraestructuras en general, pintura, instalaciones,..
- Portos de Galicia, externalización mantenimiento correctivo de instalaciones marítimas, eléctricas y agua, mantenimiento preventivo en base a proyectos internos y contratos.

La gestión de estos contratos está condicionada por las cláusulas técnicas de los mismos, pero las Autoridades Portuarias suelen reservarse las competencias de control y dirección de los trabajos. En este sentido, es habitual que el contrato esté conformado fundamentalmente por, entre otros, los siguientes aspectos:

- plazo de prestación del servicio,
- tiempo de respuesta y atención ante una incidencia,
- medios humanos puestos a disposición,
- maquinaria puesta a disposición,
- relación de unidades de obra habituales en los trabajos ,
- presupuesto de los trabajos, que está formado por el coste de la puesta de medios a disposición y por una estimación de unidades de obra a realizar en período del contrato.

De tal forma que la gestión diaria de estos contratos consiste en, por un lado la definición de los trabajos a realizar y, por otro, la revisión de los trabajos efectuados y medición y aprobación de las tareas ejecutadas.

Tipologías de obras de conservación y mantenimiento

En función de su especialización, una posible clasificación de las obras portuarias podría ser:

- Infraestructuras, y dentro de éstas:
 - a) Infraestructuras marinas
 - Obras de abrigo
 - Obras de atraque
 - Dragados
 - Rellenos
 - b) Infraestructuras terrestres
 - Pavimentos
 - Urbanizaciones
- Superestructuras, y dentro de éstas:
 - a) Edificios
 - b) Instalaciones de servicio a buques
 - c) Redes de servicios y canalizaciones
 - d) Otras

Si analizamos las actuaciones en conservación de un puerto podríamos, a su vez, intentar encajarlas en la anterior clasificación. Ahora bien, las especificidades de cada Autoridad Portuaria serán patentes al analizar los proyectos realizados. Así, los mantenimientos de calados en los canales y muelles, solo se efectuarán en aquellos puertos en que exista una aportación sólida litoral de relevancia (Huelva, Santander, Sevilla,...); el mantenimiento del acero en contacto con el mar, sólo se efectuará en puertos en que utilicen este material (A Coruña, Cádiz, Huelva,...)

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

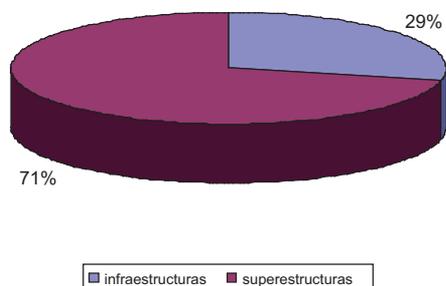
En el caso del puerto de A Coruña, hemos analizado los expedientes de conservación y mantenimiento de los años 2010 y 2011 conjuntamente, para eliminar la variabilidad que se puede presentar en un año concreto como consecuencia de una actuación determinada.

Dicha Autoridad Portuaria ha incurrido en un gasto de 918.000 € en el año 2010, con un total de 67 expedientes, lo que significa una media de 13.000 /expediente. A lo largo de los 10 primeros meses de 2011, ha incurrido en un gasto de 785.110 €, que supone una reducción aproximada del 3%, en 87 expedientes, lo que significa una media de 9.000 € por expediente.

Un 71% de media del gasto efectuado se realiza en, lo que podemos llamar, infraestructuras, ya sean terrestres o marinas, mientras que un 29% se realiza en las instalaciones (edificios, redes, señales marítimas).

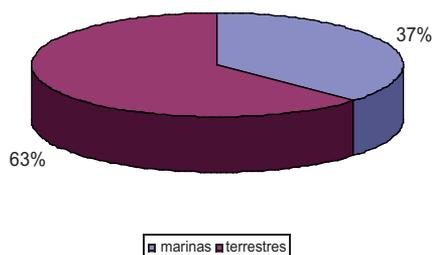
Si dividimos ese gasto entre los distintos conceptos nos encontramos lo siguiente:

Clasificación gasto de conservación

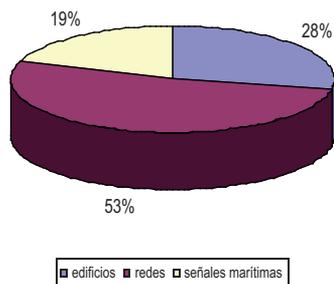


Clasificación gasto conservación APAC 2010-11 (elaboración propia).

Clasificación gasto de conservación en infraestructuras



Clasificación gasto de conservación en instalaciones

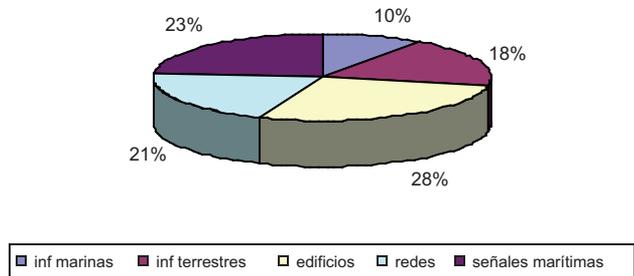


Clasificación gasto conservación APAC 2010-11 (elaboración propia).

Observamos, por tanto, que las actuaciones en las explanadas y sus acondicionamientos, forman la parte más sustancial de las labores de conservación. La pavimentación de zonas deterioradas, los cerramientos, la ejecución de las redes de saneamiento, eléctricas, contra incendios, etc., concentran en la Autoridad Portuaria de Coruña, más del 50% del gasto. Otro capítulo importante lo forman los edificios.

Indudablemente cada Autoridad Portuaria es diferente. En el caso de la Autoridad Portuaria de A Coruña no son previsibles labores de dragado de mantenimiento, salvo en algún caso claramente excepcional, y las inversiones corresponden a los de una entidad madura y ya construida. La ejecución de la nueva dársena de Punta Langosteira probablemente modificará los porcentajes señalados.

Distribución del número de expedientes



Expedientes de gasto de conservación APAC 2010-11 (elaboración propia).

Si analizamos el número de expedientes de cada tipo, la media de los dos años se acerca a los 80 anuales, podemos observar que los expedientes de conservación de instalaciones se aproximan al 70%. Dentro de éstas, los edificios y los expedientes de las señales marítimas representan el grueso, con cerca del 28% y 23% respectivamente. Por lo que respecta a la conservación de las infraestructuras marinas representan un exiguo 10%.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA



Pablo Pita Olalla¹ y
David Romero Faz²

COMENTARIOS A LOS RESULTADOS

Con el fin de tener una idea lo más realista posible de la situación en la que se encuentra la gestión de la conservación en los puertos españoles, su organización, equipamientos, presupuestos, etc., se realizó una encuesta a las diferentes administraciones portuarias españolas. Para ello se estructuró la encuesta en varios bloques temáticos o áreas de interés. La encuesta se envió a las 28 Autoridades Portuarias, así como a los 11 organizaciones portuarias de las Comunidades Autónomas. Se obtuvo un total de 25 contestaciones de las cuales 14 corresponden a autoridades portuarias de interés general, 5 corresponden a administraciones portuarias autonómicas y 6 a puertos deportivos.

La estructura de la encuesta comienza planteando en primer lugar cuestiones relativas al *equipo de conservación*; composición, grado de preparación, ubicación en la estructura del puerto, si resulta adecuado o escaso, etc.

Del análisis de la encuesta se desprende que en la mayoría de los puertos que respondieron (44%) tienen su equipo de conservación dependiendo de un área de infraestructuras en la estructura organizativa del puerto, frente a solo un 32% que se encuadran en el área de explotación. Tal vez se podría considerar que los departamentos de Conservación estarían más orientados al servicio con una dependencia de las áreas de explotación, en la medida de lo posible.

Asimismo todos los puertos tienen una estructura mínima media de responsable y tres técnicos y un equipo propio de encargados y operarios de quince personas, valores que, en el caso de los puertos comerciales se puede considerar razonable, teniendo en cuenta la inercia que se está produciendo en los puertos en general de

¹ INCREA, S.L.

² INC Group y UPM.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

tener estructuras o equipos dimensionados para el control de externos y asunción de las emergencias, huyendo por tanto de equipos masivos, como se hacía antaño, llenos de especialistas de todo tipo.

Asimismo resulta curioso que la propia visión de su composición resulta adecuada en dimensión para el propio responsable encuestado (50%), y de forma mayoritaria (88%) se considera necesaria formación en gestión de conservación y en técnicas de conservación (87%).

En segundo lugar se intentó conocer el *orden de magnitud del presupuesto* que se maneja en conservación en cada puerto, así como su distribución y la gestión que se hace del mismo (si existen subcontratas o no).

El principal coste que se describe es la externalización (53%) para aquellos que respondieron (68%), mientras que en ese mismo porcentaje de respuestas el gasto en personal supone un 38%. Se comprueba que de forma general, los puertos autonómicos y los puertos de interés general medianos/pequeños aun tienen un mayor volumen de gasto en equipos propios que en externos. Hecho que no sucede en los grandes puertos comerciales.

En tercer lugar se plantearon además cuestiones relativas al *inventario de las instalaciones* del puerto, su calidad, actualización y validez de la documentación (planos actualizados, etc.) que soportan éste.

Se desprende de la encuesta que solo un 15% posee un inventario del puerto, y la mayoría, 58%, no tiene o está en vía de tenerlo. Asimismo los inventarios, cuando existen, solo se actualizan aleatoriamente y nunca de forma regular. Estas cuestiones son importantes, pues demuestran que la gestión de la conservación, como filosofía, no está implantada en la mayor parte de los puertos españoles, al ser la existencia de un inventario y su actualización claves para esta.

A continuación se evaluó el *tipo de conservación y la gestión* que se hace de esta en el puerto, discriminando básicamente entre conservación correctiva y preventiva o programada, valorándose su correcto seguimiento, procedimientos específicos de ejecución, realización de informes de estado de la misma, evaluación de los costes generados y su distribución, exigencias a concesionarios, etc.

De la encuesta se deduce que el 48% de la conservación efectuada es del tipo correctivo aun, además de la parte programada contenida en un 31% que responde "fundamentalmente programada". En los casos en que existe conservación programada solo un 10% efectúa el seguimiento de los planes con apoyo informático específico.

Por otra parte la mayoría no responde a una pregunta clave como es la evaluación del nivel de estado de las instalaciones mediante la valoración de la operatividad de los elementos, hecho muy significativo también. Un 30% no aplica ningún método específico para la gestión, frente a un 44% que aplica métodos propios basados en su propia experiencia y solo un 26% declara conocer y aplicar métodos de gestión estandarizados. Además el 44% declara no emitir ningún informe anual de conservación, otro 36% solo puntualmente y solo un 20% los redacta de manera habitual.

Aproximadamente un 73% de los encuestados no realiza o realiza muy escasamente informes periódicos de gestión. Además solo un 35% ha elaborado parcialmente un catálogo de operaciones.

Llama la atención el dato de que las concesionarias en los puertos comerciales cumplen sus obligaciones de conservación (78%), frente al dato de que de forma habitual, no se realizan inspecciones de sus instalaciones (65%) por parte del puerto.

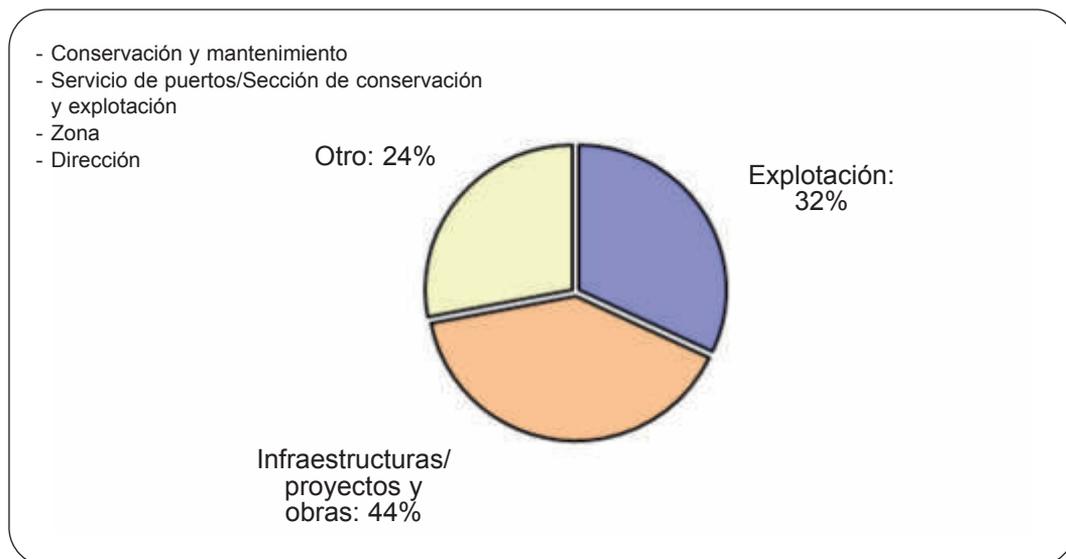
Asimismo se intentó evaluar la *existencia de aplicaciones informáticas para la gestión de la conservación* del puerto y recoger asimismo las principales carencias relativas a la gestión de la conservación que presenta el puerto en estudio.

En este sentido, de forma general, los puertos no poseen bases de datos de conservación (58%) y no poseen software específico de gestión de conservación portuaria (64%). Ambos datos señalan de nuevo a las carencias tecnológicas de la conservación portuaria, y que son necesarias salvar para poder tener una gestión moderna y adecuada a las necesidades de cada puerto.

Finalmente entre los problemas que más se suceden de forma general, se encuentra la escasez de recursos presupuestarios y humanos cualificados, así como la ausencia de software específico para la gestión de la conservación.

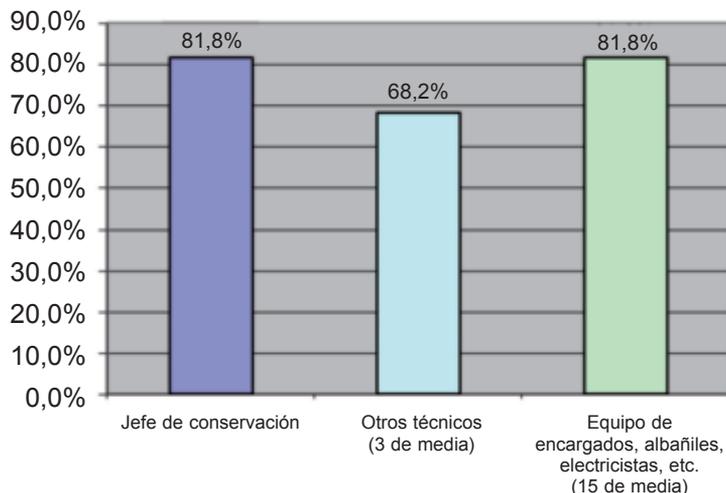
RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1 ¿En qué departamento se encuentra integrada el área de Conservación?

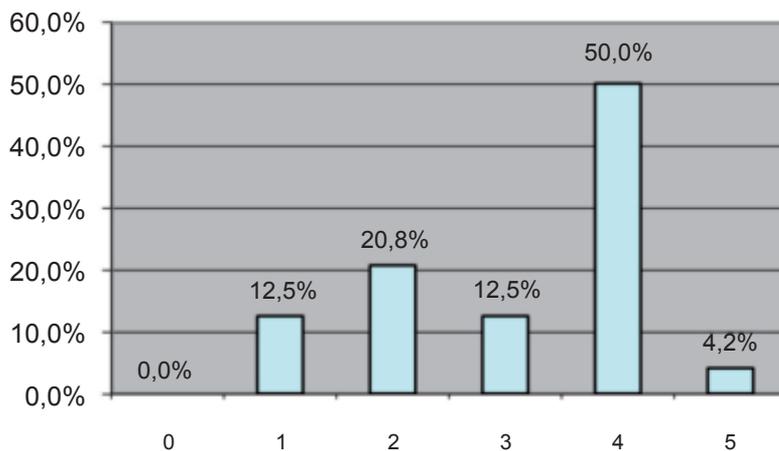


GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

2 El equipo actual de conservación del puerto se compone de:



3 Considera que, en el medio plazo, el equipo actual de conservación es:



4 ¿Cuál es la experiencia media del equipo de técnicos de conservación (años)?

Número

12

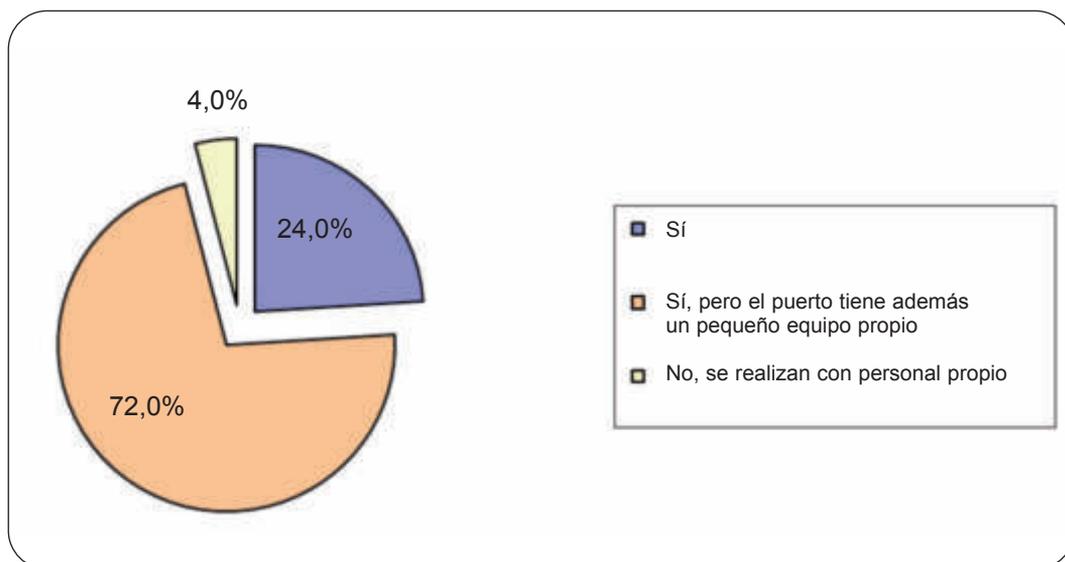
5 ¿Cree que sería interesante impartir formación en gestión de conservación para los técnicos de esta área?

5-a	Si	88,0%
5-b	No	12,0%

6 ¿Cree que sería interesante impartir formación en conservación portuaria a los técnicos?

6-a	Si	87,0%
6-b	No	13,0%

7 Las labores de mantenimiento y conservación están subcontratadas a diferentes empresas externas

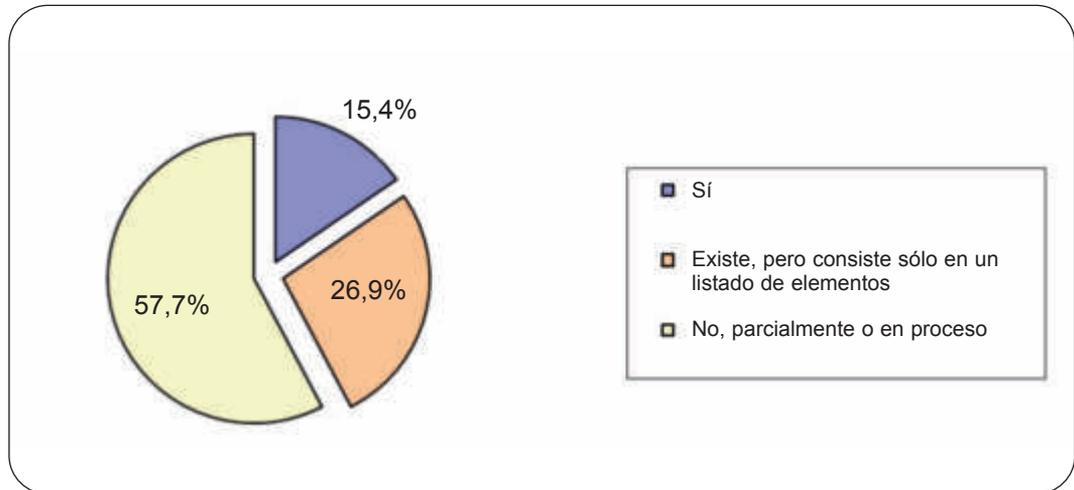


8 El presupuesto anual de mantenimiento y conservación (incluidos gastos de personal) del puerto/conjunto de puertos bajo su responsabilidad en 2010 fue de:

8-a	Gasto en personal propio	37,82%
8-b	Gasto en equipos externos	52,87%
8-c	Gasto de material	9,31%

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

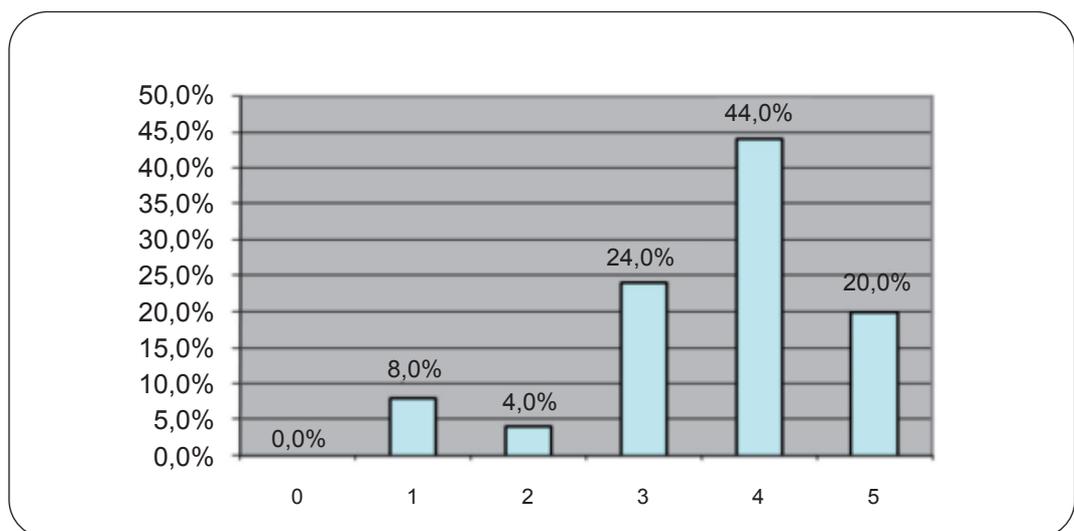
9 Existe un inventario pormenorizado de las instalaciones que se mantienen que recoja detalles específicos de cada elemento?



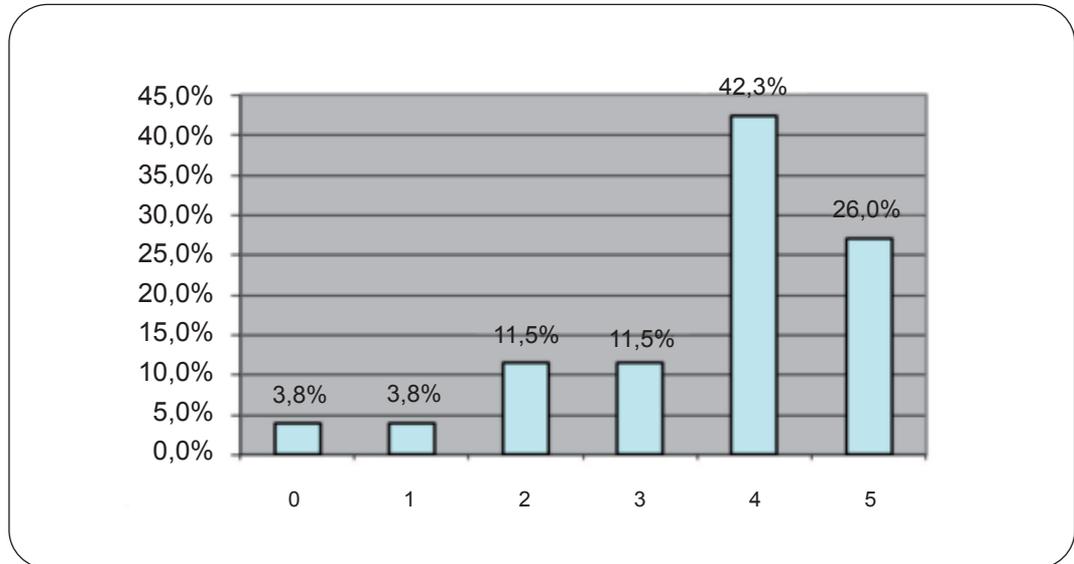
10 En caso afirmativo, ¿Con qué periodicidad se actualiza el inventario?

10-a	Cada mes	7,1%
10-b	Cada 6 meses	0,0%
10-c	Anualmente	21,4%
10-d	De forma aleatoria (Cuando se decide)	71,4%

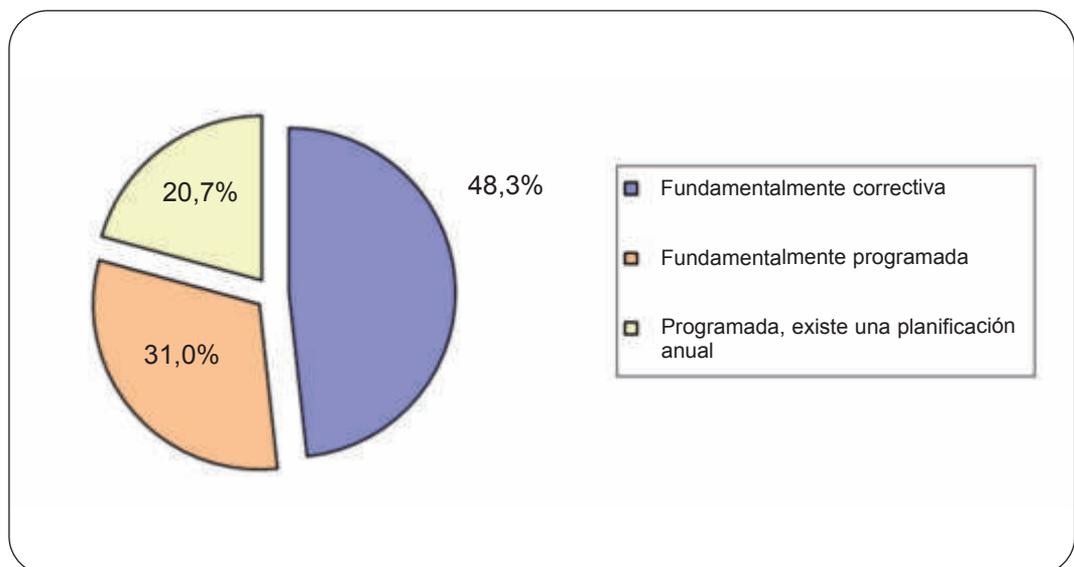
11 ¿Existe documentación fiable de las principales redes, fecales, agua potable, etc?



12 ¿Se tienen planos “as built” de los diques y muelles y en general de las obras que se han ejecutado en los últimos años en el puerto?

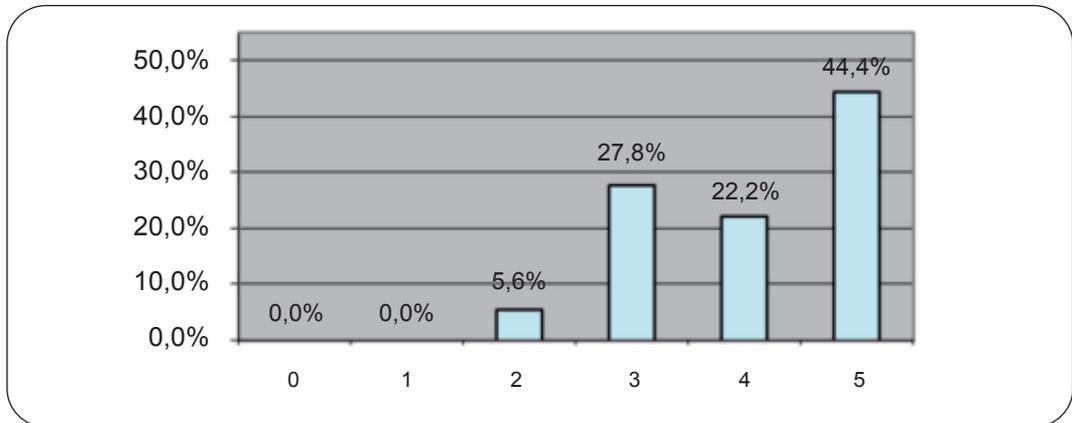


13 El tipo de conservación que se lleva a cabo en el puerto es:



GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

14 Caso de existir planificación programada ¿se realiza un seguimiento del cumplimiento de los planes de mantenimiento y conservación específicos?



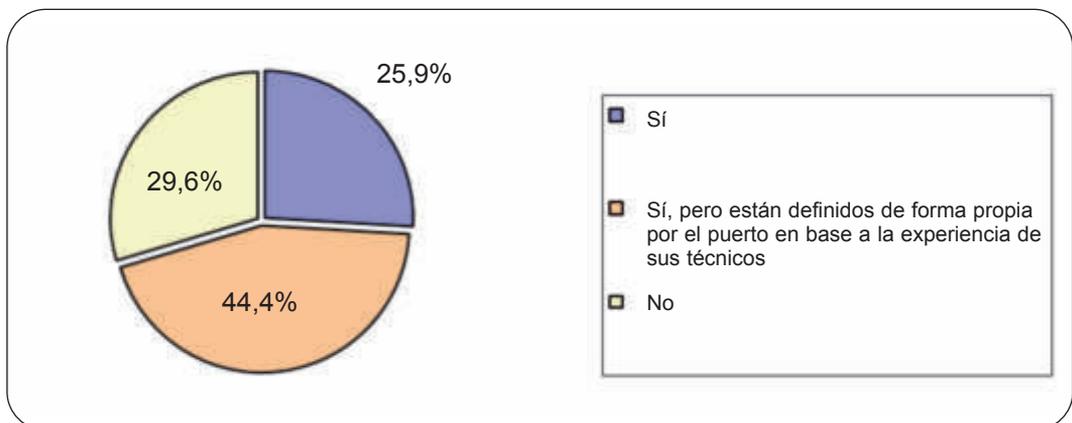
15 En caso afirmativo, ¿cómo se efectúa?

15-a	Manualmente, evaluando los partes de operaciones y contrastando con el presupuesto y actuaciones previstas	89,5%
15-b	Mediante una aplicación informática integral	10,5%

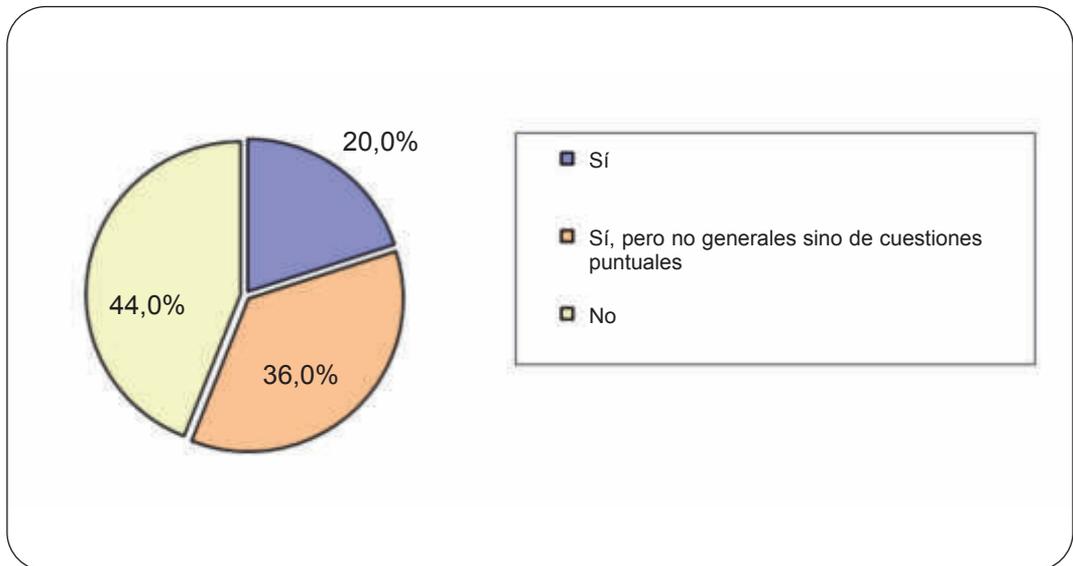
16 ¿Se realiza periódicamente una evaluación del nivel de estado de las instalaciones mediante la valoración de la operatividad de los elementos que las componen?

16-a	Si	44,00%	cada 3
16-b	No	56,00%	

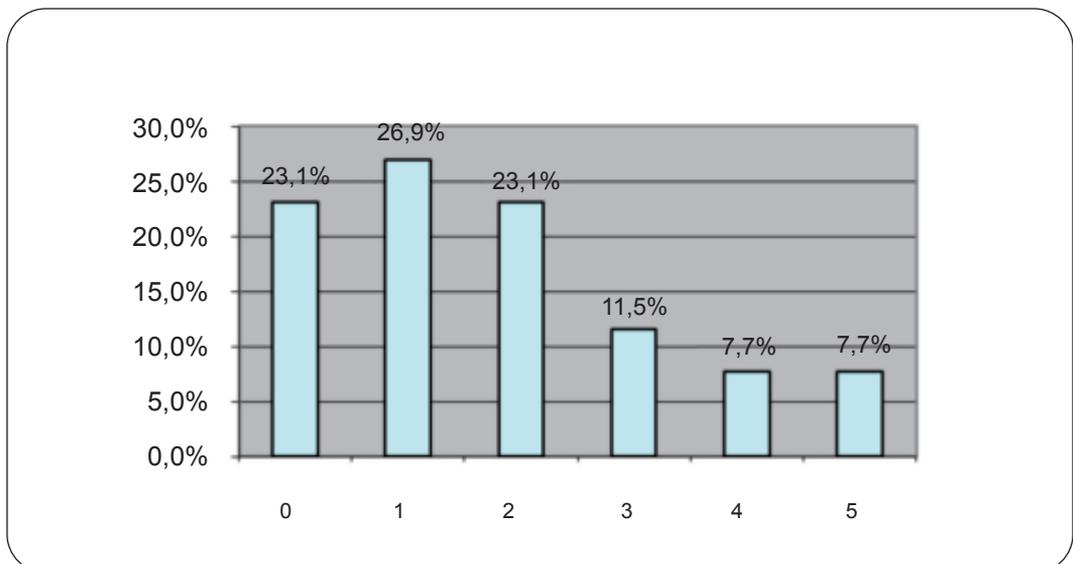
17 ¿Existen procedimientos específicos en el puerto/s para la gestión de la conservación establecidos sobre algún estándar conocido, norma, metodología?



18 ¿Se realizan informes anuales de la gestión de conservación para la dirección?

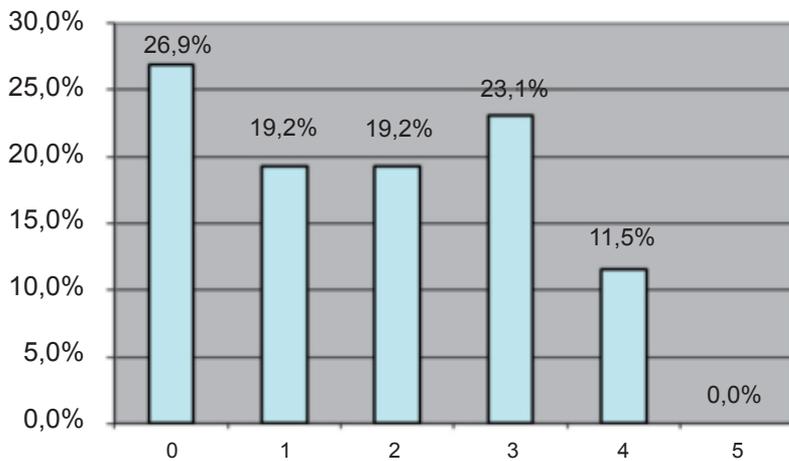


19 ¿Se realizan informes periódicos de la gestión donde se compruebe el gasto por zona del puerto, por tipología de elementos, por tipo de conservación, evolución del gasto, etc?



GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

20 ¿Existe un catálogo general de operaciones de conservación del puerto/s?



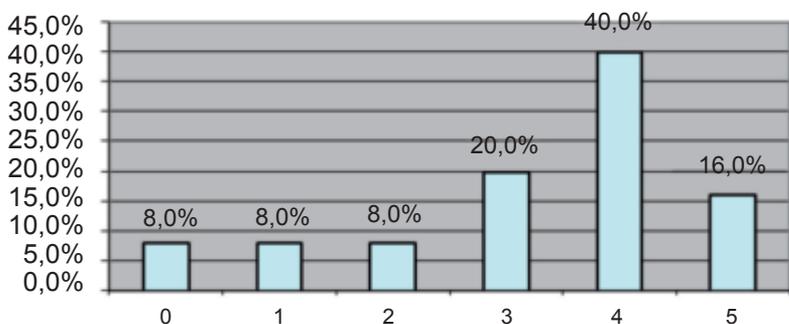
21 ¿Se realiza algún tipo análisis de costes asociados a la conservación evaluando, p.e. si es mejor reparar o reponer un elemento (análisis de la vida útil)?

21-a	Si	60,0%
21-b	No	40,0%

22 ¿Se realiza una evaluación de los costes de reparación que implican las averías con el fin de obtener conclusiones para mejorar la gestión de la infraestructuras? (p.e.: averías en diques)

22-a	Si	44,0%
22-b	No	56,0%

23 Las enseñanzas que se derivan de la conversación (p.e.: problemas en firmes en determinadas zonas, cambios en tipología de bloques en manto, etc.), ¿son incorporadas, en general, a los nuevos proyectos que se realizan en el Puerto/s?



24 ¿Las concesiones existentes en el Puerto tienen la obligación de conservar sus instalaciones por contrato? p.e.: terminales de contenedores, de granales, etc.

24-a	Si	91,7%
------	----	-------

25 En caso afirmativo, ¿se les exige presentar un plan de conservación, que será aprobado por el Puerto, en la firma del contrato?

25-a	Si	16,7%
------	----	-------

25-b	No	83,3%
------	----	-------

24-b	No	8,3%
------	----	------

24-c	Sólo las más importantes	0,0%
------	--------------------------	------

26 Cuando las concesionarias deben mantener sus instalaciones, ¿se cumple el contrato o por el contrario las concesionarias recurren al Jefe de Conservación del Puerto para resolver los problemas de mantenimiento propio?

26-a	Si, se cumple el contrato	78,3%
------	---------------------------	-------

26-b	No, se recurre al Jefe de Conservación	21,7%
------	--	-------

27 En el caso de que las concesionarias mantengan sus instalaciones por contrato, ¿se realizan inspecciones periódicas por parte del Puerto de estado de conservación de éstas?

27-a	Si	34,8%
------	----	-------

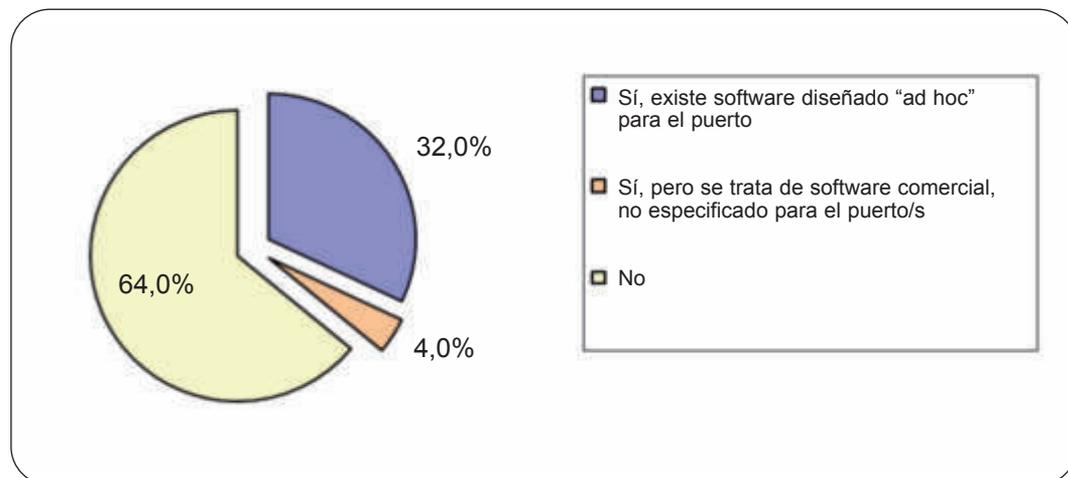
27-b	No	65,2%
------	----	-------

28 ¿Existe una base de datos de conservación?

28-a	Si	41,7%
------	----	-------

28-b	No	58,3%
------	----	-------

29 ¿Existe algún software para la gestión de la conservación?



GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

La última pregunta solicitaba no más de tres problemas o carencias para el desarrollo óptimo de la Gestión de la Conservación. Agrupando las respuestas, los resultados son:

Aspectos económico

- Recursos económicos limitados
- Vinculación con las partidas de gasto y su reducción continua.
- Sería útil disponer de un control de costes.

Aspectos de personal

- Escasos recursos y posible falta de formación.
- Dedicación no exclusiva de los responsables de la conservación
- Dificultades para hacer inspecciones
- Horarios del personal que no cubre toda la jornada de actividad.

Aspectos de contratación

- Ampliar la contratación con empresas externas
- Procedimientos de contratación poco ágiles

Aplicaciones informáticas

- Ausencia o poca oferta de aplicaciones específicas para la Gestión de la Conservación.
- No se dispone de un sistema integrado que facilite la toma de decisiones de forma fácil y ágil.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Grupo de Trabajo 07 sobre Gestión de la Conservación en el entorno portuario (ATPyC)

CONCLUSIONES

- La optimización de los resultados de una buena conservación se apoya en una adecuada Gestión de la Conservación que contemple tanto el aumento de la vida útil de la infraestructura, como su adaptación a nuevos usos o servicios.
- La Gestión de la Conservación, es una herramienta que a través de ciertos indicadores ayuda a la mejora tanto de la seguridad, como de la calidad del servicio, facilitando el control y la trazabilidad de las actuaciones, siendo la SISTEMATIZACIÓN la idea motor de la misma (conocimiento explícito), en lugar de la mera experiencia personal de algunos técnicos (conocimiento tácito).
- No existe una implantación IDEAL de la Gestión de la Conservación, sino la aproximación posible óptima a cada realidad y en cada momento, tanto en recursos, como alcance y herramientas de apoyo.
- La implantación debe de ser realista, acorde a los recursos, pero con algunos elementos básicos que deben estar garantizados no solo en la implantación, sino también en su aplicación posterior. Así, disponer y mantener un inventario, tener una política de inspecciones y usar alguna herramienta informática de apoyo, aunque sea sencilla, es imprescindible.
- La implantación de estos Sistemas de Gestión ponen en valor las actuaciones de conservación y elevan cualitativamente el nivel profesional y el conocimiento de sus técnicos, y por ello, de la Organización.
- Pueden ser varias las ventajas de la externalización de las actividades de conservación en algunos casos, pero su Gestión, incluyendo el control, siempre debe permanecer en la Organización, reteniendo, además, el conocimiento y la competencia técnica en esta materia.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

- La Gestión de la Conservación no es una herramienta teórica, sino que tiene su aplicación práctica, tal y como se expone en los ejemplos de la Guía y las metodologías que en ella se presentan.
- La contabilización de las partidas económicas dedicadas a Conservación se encuentran en distintos epígrafes, lo que dificulta tener una imagen fiel de su importancia económica.

RECOMENDACIONES

- Hay que ser proactivos porque sino los problemas van por delante de nosotros.
- Para una optimización de costes de explotación, se recomienda la implantación de sistemas de Gestión de la Conservación como una herramienta básica que puede evitar intervenciones costosas y la pérdida prolongada del servicio, así como facilitar la adaptabilidad de las infraestructuras a nuevos usos. La Conservación debería de estar incluida en los Planes Directores y Planes Estratégicos.
- Sería recomendable poner en valor y mejorar la cualificación técnica de los responsables de la Conservación y de su Gestión, impulsando iniciativas de I+D+i, así como un nivel en la Organización acorde a las ventajas económicas, de calidad, seguridad y servicio que se alcanzan con un adecuado sistema de Gestión de la Conservación.
- Se deberían de potenciar y desarrollar estrategias que faciliten la integración del ámbito de la Conservación en la fase de proyecto y construcción, integrando en el propio proyecto el plan de conservación recomendado y su valoración económica y de recursos, de forma que el proyecto fuese evaluado de forma integral incluyendo la conservación del mismo a lo largo de su vida útil.
- La Gestión de la Conservación y las tareas de conservación asociadas no deberían de ser consideradas como un gasto, sino como parte necesaria de la propia infraestructura, durante su vida útil, en la medida en la que aporten valor, más allá del mero mantenimiento de la infraestructura como tal.
- Sería recomendable que las partidas de conservación tuviesen una adecuada visibilidad en los estados financieros de forma que se pudiese segregar las cantidades dedicadas a esta tarea con recursos propios, servicios exteriores y, en su caso, como un valor adicional de las infraestructuras.
- Se recomienda que el grupo de trabajo continúe avanzando en la difusión de la Gestión de la Conservación, abarcando otros ámbitos y revisando, cuando corresponda, el contenido actual de esta Guía, identificando como su Visión el convertirse, como parte de la ATPyC¹, en un referente de excelencia en esta materia.

¹ ATPyC: Asociación Técnica de Puertos y Costas.

Parte segunda

APLICACIONES DE LA METODOLOGÍA GENERAL: OBRAS DE ABRIGO Y MUELLES

- Diques y obras de abrigo
- Muelles y obras de atraque

DIQUES Y OBRAS DE ABRIGO



Alfredo Carrasco Jimenes¹, David Romero Faz²
y Tomás Rodríguez García³

LA OBRA DE ABRIGO. INTRODUCCIÓN

La definición de estas obras responde a la función principal para las que son diseñadas y construidas, estando, por ello, comprometidas con las actividades que se realizan en las aguas interiores que definen y protegen. Este compromiso entre las obras de abrigo y las actividades portuarias se entiende como necesidad de limitar el paso de energía y de flujos de agua generados por el oleaje.

Definidas por su propio nombre, encontramos otras denominaciones sinónimas para estas construcciones:

- Diques de protección, empleados de forma más amplia para obras hidráulicas.
- Espigones.
- Malecones.
- Rompeolas, quebrantaolas.
- Etc.

Definidas a partir de su función, encontramos dos tipologías básicas para estas obras:

- Diques en talud.
- Diques verticales.

Con independencia de esta división en su tipología hay, como no podía ser de otra forma, aspectos comunes a ambas:

¹ Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

² INC Groupe y UPM.

³ EPTISA Servicios de Ingeniería.

- 1º) Por sus dimensiones, las estructuras de abrigo transmiten cargas importantes al terreno sobre el que se apoyan, por ello, tenemos que tener una visión de su conjunto, dique-terreno de cimentación.
- 2º) La acción del oleaje es la acción preponderante. La presentación de esta acción, tanto en su magnitud como en su secuencia temporal, no puede ser definida de forma determinista, solo probabilística.
- 3º) Las obras de abrigo deben dividirse en:
 - Infraestructura.
 - Superestructura.

Aunque íntimamente relacionadas por su conexión y forma de trabajo, las patologías, formas de fallo y daños asociados a las mismas, están claramente diferenciados. Esta separación debe mantenerse en el seguimiento del comportamiento de la obra de abrigo durante su vida útil.

En lo referente a las infraestructuras

Las patologías de la infraestructura de abrigo desencadenan, por lo general, fallos últimos. Estas patologías son a veces difíciles de detectar, ya que se manifiestan cuando la acción del oleaje supera un determinado umbral.

Este umbral real puede ser inferior al teórico de cálculo del proyecto y su magnitud depende de otras acciones concomitantes y de las variables de estado de la propia obra en cada momento de su vida útil.

El coste de las reparaciones de las patologías de las infraestructuras de las obras de abrigo, y más aún los fallos últimos en las mismas, es elevadísimo, en su conjunto y en valores unitarios por metro lineal de obra dañada.

En lo referente a las superestructuras

Las patologías en las superestructuras no suelen desencadenar fallos últimos, solos fallos de servicio y/o fallos operativos. Son más fáciles de detectar y diagnosticar. A veces estas patologías son reflejo de patologías de la infraestructura a la que están unidas. Su coste de reparación, incluso la demolición de parte de la obra y su posterior reconstrucción, suelen ser limitado, fácil de definir y de cuantificar.

Antes de profundizar en las patologías describiremos estas dos tipologías básicas de obras de abrigo y sus elementos principales o unidades básicas de las mismas.

DIQUE EN TALUD

Describir de una forma general todas las tipologías de este tipo de obras resulta complejo, hemos seleccionado algunos párrafos que aparecen en el libro "*Diseño de diques rompeolas*" (Vicente Negro y Ovidio Varela - 2002):

“ Sobre estos principios, y siguiendo el esquema desarrollado por el profesor Suárez Bores, en relación a las variables que interviene, elementos que lo componen y el modo de fallo de sus componentes, se puede aseverar que el dique rompeolas en talud es una obra marítima exterior de naturaleza deformable, flexible, que avisa de su avería, que progresa gradualmente y que necesita de mantenimiento y conservación durante su vida útil mínima o de proyecto.

Como sucede en todas las obras de la ingeniería civil, el terreno de cimentación es una variable esencial en el diseño, ya que la socavación o la posible erosión del pie, banqueteta o berma del mismo pueden conducir al colapso progresivo y a la inutilización de la estructura, dejando de cumplir su misión estructural, funcional e hidráulica”.

Los elementos esenciales de un dique en talud (rompeolas), aunque en algunos no estén presentes todos ellos, son:

Infraestructura

- **TERRENO DE APOYO:** es la parte del terreno que se ve alterada, tanto a nivel de tensiones como de deformaciones por la obra de abrigo.
- **MEJORA DEL TERRENO:** son todas aquellas actuaciones realizadas para aumentar la resistencia o reducir la deformabilidad de terreno sobre el que se apoya la obra.
- **NÚCLEO:** parte central del dique que soporta los mantos de escollera y posibilita su ejecución. Tiene que tolerar deformaciones y su permeabilidad será compatible con las condiciones hidrodinámicas contempladas en el Proyecto.
- **CAPA DE FILTRO:** parte intermedia de los diques en talud colocada sobre la parte exterior del núcleo. Habitualmente, está constituida por una o varias capas de escollera de tamaño creciente desde el núcleo hacia el exterior. La gradación de tamaños evita el paso de las partículas de núcleo hacia el exterior.
- **MANTO PRINCIPAL:** que va colocado sobre la capa externa del filtro. Está constituido por los elementos –escolleras naturales o artificiales– de mayor tamaño y su finalidad principal es resistir la acción del oleaje que actúa sobre él.
- **BANQUETA:** sirve de apoyo inferior al manto principal.
- **ESPALDÓN:** a nivel emergido, generalmente con objeto de disminuir la sección del dique, y con ello abaratar la inversión de la obra de defensas y abrigo, la coronación del dique viene ocupada por un monolito de hormigón.
- **PAVIMENTO:** sirve como camino de rodadura y para proteger al núcleo frente a posibles rebases.

Las figuras adjuntas 1 y 2 permiten comprender y analizar los distintos elementos de un dique en talud, en función de la lámina de agua, la naturaleza del terreno o las condiciones geométricas de coronación.

La figura 1 representa un dique rompeolas con manto de bloques masivos artificiales tipo Antifer, espaldón embebido en el manto y con zarpa, presentando una berma de pie de sujeción del talud resistente y antisocavación del oleaje en rompiente.

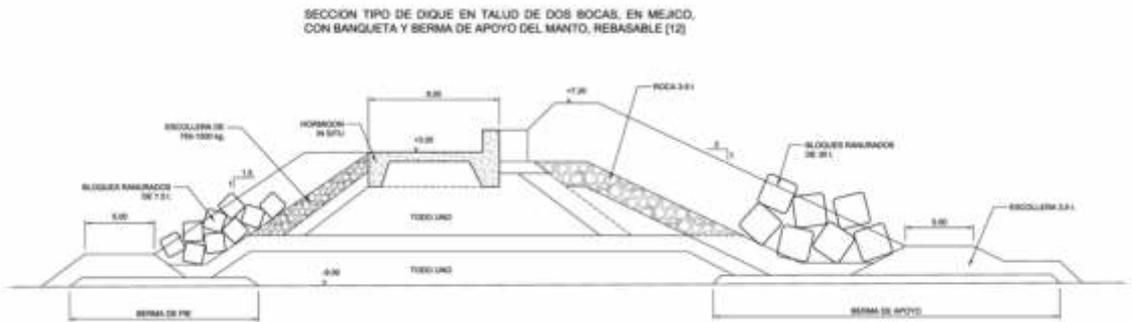


Figura 1.

La figura 2 es un dique rompeolas especial con manto de bloques paralelepípicos artificiales y todo uno de bloques masivos en la formación del núcleo, con elevadas componentes del flujo de energía por transmisión.

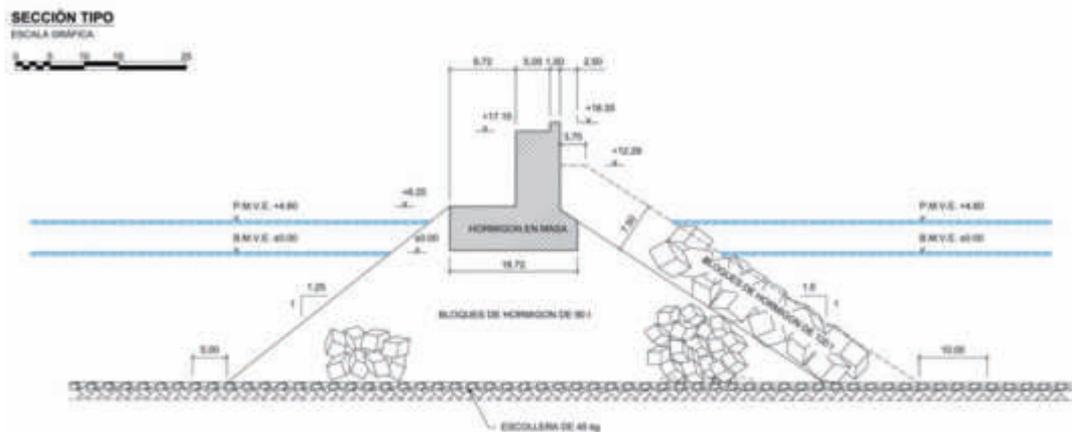


Figura 2.

La figura 3 es la sección teórica de un talud que aparece en el ROM 05.05, en la que se detallan todos los elementos esenciales de un dique rompeolas.

Basados en los esquemas anteriores se propone una división para los diques en talud.

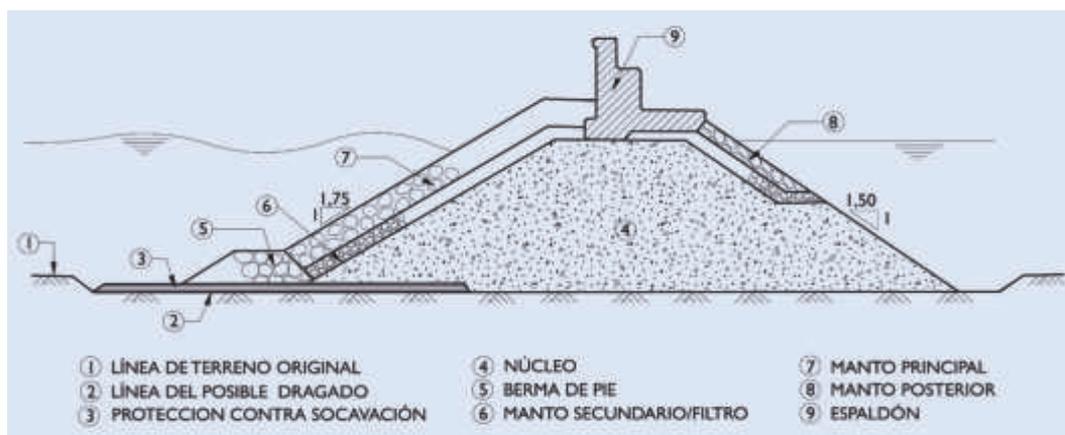


Figura 3.

- Diques en talud convencionales, clásicos, donde solamente permite un desplazamiento mínimo de las piezas del manto, con condiciones adversas de diseño y comportamiento estático, $1 < 4H_0 < 4$.
- Diques en S, D o berma, diseñados con varias pendientes, que permiten laminar la energía del oleaje incidente, cambiar el peso de los elementos en función de los niveles e incluso readaptar el perfil del dique tras las primeras series de temporales que la obra resiste, $3 < H_0 < 6$.

Nos remitimos a la bibliografía del capítulo siguiente y os trabajos de Van der Meer.

DIQUE VERTICAL

Al igual que hemos hecho para la descripción de dique en talud, emplearemos la que encontramos en el libro, de los mismos autores, "Diseño de diques verticales":

"Siguiendo el esquema desarrollado por el profesor Suárez Bores, en función de las múltiples investigaciones sobre los Sistemas Aleatorios Multivariados de Diseño, en cuanto al análisis de variables, componentes, modos y tipos de fallo, un dique de paramento vertical, monolítico, rígido, de pared impermeable, de comportamiento gravitatorio se caracteriza:

- *Por la reflexión prácticamente total de la energía del oleaje, sin intentar variar su comportamiento, no laminarla por transmisión, o disipación del*

⁴ H_0 : parámetro de altura de ola adimensional, que se obtiene de la relación entre la altura de la ola significativa y el producto del diámetro de la pieza por su coeficiente relativo de pesos específicos.

impacto, sino, solamente devolviendo como una pared rígida monolítica vertical la acción de trenes sucesivos de olas representado por su altura de ola máxima incidente."

Infraestructura

- **TERRENO DE APOYO:** es la parte del terreno que se ve alterada, tanto a nivel de tensiones como de deformaciones por la obra de abrigo. En algunos casos, también se incluyen las mejoras del terreno, como todas aquellas actuaciones realizadas para aumentar la resistencia o reducir la deformabilidad de terreno sobre el que se apoya la obra.
- **BANQUETA DE APOYO:** o banqueta de cimentación de la estructura vertical, es el terraplén a base de escollera o todo uno que define la superficie sobre la que se asienta la misma, mejorando la transmisión de cargas al terreno. Su estructura es similar a la de un dique en talud, adaptada a la función que debe realizar. Sus elementos básicos son: Núcleo, Capas filtro, Capas exteriores de protección, Bloque de guarda, Berma de protección de pie de banqueta, Capa de enrase para apoyo de la estructura.
- **ESTRUCTURA VERTICAL DE GRAVEDAD:** formada por uno o un conjunto de elementos yuxtapuestos que trabajan de forma monolítica. Reciben la acción del oleaje y la transmiten a la banqueta. Su estabilidad se entiende por su similitud con un sólido rígido apoyado sobre un material deformable.

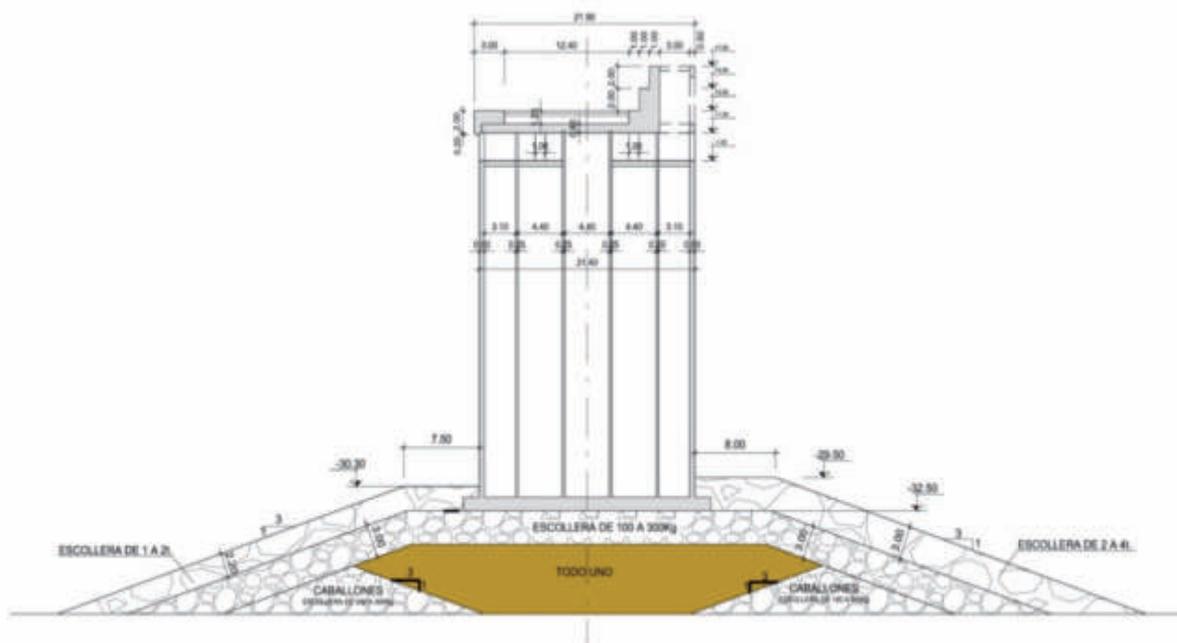


Figura 4.

Superestructura

- **ESPALDÓN:** estructura de coronación exterior del dique que incrementa su altura para reducir los rebases del mismo.
- **PAVIMENTO:** remate del cajón, ejecutado con hormigón in situ, y que sirve como camino y área de operaciones, en su caso, de la alineación interior que el dique define.

La figura 4 es la sección tipo de dique de abrigo Exterior de Isla Verde. Puerto de Algeciras. En esta encontramos los elementos básicos descritos. Aparece además un diseño singular para la superestructura y las celdas exteriores “celdas antireflejantes o de disipación”.

NORMATIVAS, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Antes de introducirnos en aspectos más concretos de la conservación de las infraestructuras de abrigo, debemos indicar que el diseño, construcción, explotación y conservación de cualquier infraestructuras tiene una base teórico-técnica común, que se particulariza para cada una de esas etapas de la vida de obra. Esta base teórica común se expone en la *ROM 0.0*, con independencia de su planteamiento probabilista. Por ello, detallamos a continuación bibliografía básica de aplicación para los responsables de conservación de obras portuarias:

- *Normativa/Recomendaciones para obras marítimas (Programa Normativo ROM).*
- *Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas (Organismo Público Puertos del Estado).*
- *Diseño de diques rompeolas - Vicente Negro Valdecantos, Ovidio Varela Carnero (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).*
- *Diseño de diques verticales (Vicente Negro Valdecantos, Ovidio Varela Carnero, Jaime H. García Palacios, José Santos López Gutiérrez (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).*

Como complemento de la necesidad de estos conocimientos técnicos, cada vez más amplios, deseo resaltar la importancia de la experiencia y el conocimiento, que de una infraestructura en concreto pueda tener el ingeniero portuario responsable de la misma. Él, mejor que nadie, conoce su vida pasada, sus luchas contra los elementos, las heridas que le produjeron e, incluso, si la gravedad de las mismas obligaron a amputar y/o reponer parte de sus miembros.

Por último, y aunque es obvio, la conservación no sólo debe tener el enfoque del medio físico. La conservación debe ser una actividad más de la planificación portuaria.

PATOLOGÍAS Y MODOS DE FALLO EN LAS OBRAS DE ABRIGO

Para la definición y descripción de los modos de fallo de las obras de abrigo continuaremos utilizando la división de las dos tipologías básicas de estas obras. Además, dividiremos cada una de ellas en infraestructura y superestructura.

En la bibliografía que hemos dado aparecen descritos los modos de fallo. Resaltamos por su concreción el apartado 4.7 de la ROM 0.5-0.5, en el que además se detallan los criterios de verificación de los mismos.

Dique en talud

Como complemento al apartado 4.7 de la ROM 0.5-0.5, damos, literalmente, la descripción de los modos de fallo que en el libro "Diseño de diques rompeolas" aparece en su capítulo III:

"De acuerdo con los elementos de un dique en talud descritos en el capítulo anterior, es posible distinguir los modos de fallo principales del mismo.

Estos son:

- *Pérdida de las unidades del manto principal y/o rotura- de los mismos al ser desplazados o arrastrados por la acción de las olas. Los elementos pueden ser macizos, masivos, pesados, voluminosos, dispuestos aleatoriamente; esbeltos, distribuidos de forma compleja o en malla funcionando por fricción o trabazón; o perforados, también colocados de manera concertada, debiendo ser calculada su estabilidad mediante fórmulas empíricas y comprobaciones experimentales.*

Esta modalidad de fallo es generalmente gradual, progresiva en las piezas masivas, aumentando en rigidez en función de los tipos de unidades de trabazón hasta alcanzar un grado casi absoluto como en el ejemplo de los elementos monocapa tipo acrópodo o core-loc.

- *Pérdida de material de filtro o todo uno por el movimiento del agua en el interior del macizo, por el flujo y reflujo que puede lavar los distintos elementos de las capas y extraerlos entre los huecos de las suprayacentes. Es un modo de fallo gradual.*
- *Estabilidad de banquetas y bermas, que refuerzan y sujetan el pie del talud, y controlan los posibles efectos erosivos y de socavación progresiva, con niveles de daño admisible dentro de su riesgo de iniciación de avería. Es un modo de fallo gradual.*
- *Movimiento del espaldón, condicionado por la acción directa de la altura de ola máxima o los efectos del oleaje transmitido a través de los huecos del manto en el movimiento libre del fluido entre las capas. Es un modo de fallo instantáneo.*

- *Socavación del terreno natural en las proximidades del pie del dique, conectando con la estabilidad de bermas y banquetas. Esta acción erosiva no solamente puede deberse al oleaje, sino a corrientes inducidas por la interacción del propio dique, siendo notables en los puntos singulares (queiebros y morros). Los fondos de material incoherente (arenosos, fangos, limos, entre otros) pueden sufrir notables modificaciones durante los temporales, cambiando las condiciones de ataque de las olas sobre banquetas y manto, y aumentando con ello la acción sobre los mismos. Es un modo de fallo de naturaleza gradual.*
- *Asientos derivados del enorme volumen dispuesto sobre el lecho, condicionando la cota de coronación y el efecto sobre la superestructura, el firme, la explanada o el espaldón. Es un modo de fallo gradual, pudiendo ser de las capas o del terreno.*
- *Estabilidad profunda-global del macizo granular a nivel de deslizamiento geotécnico del mismo. Debe considerarse como un modo de fallo de naturaleza instantánea.*
- *Pérdida o desplazamiento de unidades o elementos del material de protección situado en el trasdós del dique, generalmente causado por problemas hidráulicos derivados de una escasa determinación de la cota de coronación y un caudal de rebase excesivo que arrastra las piezas del manto de protección en su zona interna. El modo de fallo es gradual y puede ser por erosión o deslizamiento.*

Los modos de fallo descritos anteriormente corresponden al concepto de fallo estructural como estado límite último, pudiendo condicionar otros estados funcionales, o de servicio, que incluso conducen al colapso de la instalación.”

Resaltemos los capítulos III y IV de este libro por la claridad y concreción de los temas que aborda. Resumirlos o reproducirlos no aportaría valor al presente documento.

Diques verticales

En la bibliografía básica aparecen igualmente detallados y descritos. Tanto en la ROM 0.5-0.5, apartado 4.7, en el libro “*Diseño de diques verticales*” y en la ROM 1.0-0.9, en su apartado 2.3.2. De esta última destacamos su diagrama de árbol para los modos de fallo.

Con independencia de ello, presentamos una descripción de los mismos en la que básicamente hemos agrupado en un único modo los fallos de hundimiento y plastificación local, vuelco plástico, rotura de la banqueta y estabilidad global. Entendemos que todos ellos, e incluso el de deslizamiento horizontal de la estructura de gravedad, responden a la plastificación del conjunto banqueta cimientto por una superficie y el consiguiente desplazamiento relativo a lo largo de la misma.

La división de modos de fallo que la *ROM 0.5-0.5*, emplea, responde a la definición de unos criterios de verificación lo más simplificados posible, que pueden analizarse con superficies de rotura circulares. Esta división es la que encontramos, igualmente, en la mayoría de la bibliografía teórica.

Con las actuales aplicaciones informáticas podemos verificar de una forma general el conjunto o combinación de estos modos de fallo. La realidad es el fallo banqueteta cimientto y su correcta verificación es la rotura por superficie sin forma predefinida.

- Fallo del terreno-banqueta cimientto por plastificación de los materiales granulares y/o terreno por una en superficie de rotura, que puede percibir como vuelco del sólido rígido.
- Fallo de banqueteta-berma por la acción del oleaje, que se manifiesta en el movimiento de bloques exteriores y rotura de los mantos.
- Fallo por socavación del pie y terreno de apoyo que se extiende a la banqueteta y al conjunto del dique.
- Fallo por deslizamiento o desajuste de los elementos, que constituyen la estructura vertical de gravedad.
- Fallo estructural de los elementos de fábrica o partes de la estructura vertical de gravedad.
- Fallo en la superestructura como sólido rígido o como estructura de fábrica.

Tenemos que resaltar que a las obras de abrigo verticales se las asocia una rotura rígida, si la acción del oleaje supera un determinado umbral. Esto no presente dudas. Ahora bien, no menos cierto es que dado que el terreno-banqueta tiene una leyes constitutivas no elásticas, el terreno y los materiales de la banqueteta están rotos, compuestos por infinidad de elementos sueltos, la respuesta de la obra a las distintas acciones se traduce en deformaciones no recuperables y, por tanto, el seguimiento de las mismas nos avisa de la posible rotura futura.

Ensayando una muestra de arcilla podemos conocer los parámetros básicos de los estados tenso-deformacionales que ha soportado. Se dice que la arcilla tiene "memoria". Estudiando el comportamiento que ha tenido una obra de abrigo frente a los sucesivos temporales que ha recibido, podemos verificar los parámetros básicos que se emplearon en su diseño y construcción y realizar un diagnóstico del estado de la misma.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA CONSERVACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE ABRIGO

Como ideas básicas generales, todas las actuaciones de conservación, tanto preventivas como correctivas, deben estar presididas por:

La utilidad prevista de la obra (explotación y planificación)

Por utilidad entendemos la necesidad y funcionabilidad de la misma. Para su definición y concreción debemos de introducirnos en los campos de la explotación y la planificación portuaria, en un horizonte temporal no menos de veinte años, aunque resulte complejo.

El estado de la obra (indicadores físicos)

Por estado de la obra, y su previsible evolución, entendemos el comportamiento que se espera de la misma frente a la acción de los temporales que debe soportar en el resto de su vida útil, en términos más técnicos, la probabilidad asociada a los posibles modos de fallo.

Vida útil prevista

A partir de la utilidad, del estado de la obras, de los recursos financieros disponibles para acometer, si es necesario, obras de mejora y refuerzo, etc... debemos definir cuál es el periodo de tiempo en el que la infraestructura cumplirá la función para la que fue construida. El final de este periodo, definido en un momento de la vida de la obras, no tiene por qué coincidir con el que se estimó cuando fue diseñada.

Concluimos, por tanto, entre otros, los siguientes aspectos son elementos a considerar cuando los presupuestos de conservación superan unos determinados niveles, que deben fijarse para cada infraestructura.

- Vida de la obra. Plazo transcurrido desde su finalización hasta la fecha.
- Cambios en la actividad del transporte marítimo.
- Inadecuado diseño de la infraestructura.
- Acciones que han actuando, o que se espera que actúen, superiores a las previstas.
- Deterioro y/o patologías detectadas.
- Modificación, redefinición o ampliación de la planta general del puerto o de sus áreas de actividad.
- Recursos financieros disponibles.
- Rentabilidad de las obras a acometer.

INVENTARIO DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE ABRIGO

Tal como se comentó en el correspondiente apartado de la Metodología General, el objeto principal de la realización de un inventario es el conocimiento sistematizado de los elementos que configuran las infraestructuras a mantener, registrando para ello el estado en el que se encuentra cada uno en el momento de elaboración del mismo. Por ello, al inventariar una infraestructura la dividiremos en elementos que consideramos homogéneos y recopilamos para cada uno de ellos los datos relevantes, desde que se proyectó hasta el día de la fecha.

Para las obras de abrigo emplearemos dos niveles en la división que proponemos:

1º Nivel

Se divide la obra en sentido longitudinal en tramos de doscientos a cuatrocientos metros (200 a 400 mts), aproximadamente. Para esta división nos apoyaremos en parámetros tales como:

- Fecha de construcción.
- Altura de ola de cálculo.
- Sección constructiva.
- Profundidad de fondo.
- Perfil geotécnico del terreno de apoyo de la sección del dique.
- Averías que se han producido y reparaciones realizadas....
- El morro del dique se suele considerar un tramo individual.

2º Nivel

Por cada tramo se dividirá la sección en los distintos elementos que la componen identificando todos aquellos que tengan especial relevancia para la conservación y explotación de la obra. Este segundo nivel se subdividirá en infraestructura y superestructura, atendiendo a la justificación anteriormente expuesta:

Infraestructura

- Núcleo.
- Capas de filtro.
- Manto de protección exterior.
- Bermas, banquetas...
- Estructura de gravedad.

Superestructura

- Muro espaldón.
- Viga – cantil.
- Pavimentos y firmes.
- Bolardos, defensas...
- Alumbrado.
- Redes, etc.

Para realizar esta división y subdivisión deberemos recopilar la información disponible. El resultado será la elaboración de fichas de inventario o catalogación de cada tramo de obra.

Estas fichas y las sucesivas inspecciones que se realicen, nos permitirán diagnosticar el estado de la obra de abrigo y, a partir de éste, programar las actuaciones de mantenimiento y conservación que procedan.

METODOLOGÍA

Las fases o etapas para la realización del inventario o catálogo de la obra son:

- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.
- DIVISIÓN DE LA OBRA EN TRAMOS Y ELEMENTOS.
- INSPECCIONES Y CONTROLES.
- INFORME DEL ESTADO DEL TRAMO DE LA OBRA Y DE SUS ELEMENTOS.

La recopilación consiste en resumir y ordenar el historial del tramo de dique. Por resumir se entiende seleccionar los sucesos y datos relevantes. Por ordenar entendemos clasificar esa información relevante de forma que sea fácilmente interpretable por otros técnicos y otros operarios que tengan necesidad de trabajar con la misma.

La división que se propone, basada en los parámetros de estado y de cálculo, persigue descomponer la obra en tramos y elementos con una respuesta y comportamiento esperado similar para cada uno de ellos, pero, además, con diferencias claras entre sí.

Al tener cada tramo diferencias significativas entre sus parámetros de estado y de cálculo, los reconocimientos, posibles patologías y diagnósticos tienen que estar particularizados.

Estas fichas de inventario se deberán ir completando de forma periódica con las inspecciones, las patologías que se detecten y con las intervenciones realizadas.

Se deberá documentar el historial de temporales que han actuado sobre la obra de abrigo, cuantificado la altura de ola que ha incidido sobre la misma. Con independencia de que en aguas profundas próximas al dique se tengan instaladas boyas de medida del oleaje, recopilar otra información complementaria es esencial para futuros trabajos, como por ejemplo:

- Fotografías de: olas incidiendo sobre la obra de abrigo, donde se aprecie el rebase.
- Duración del temporal.
- Nivel del mar.
- Detalles de inicio y evolución de las averías.

En la construcción del "Dique Sagrado Corazón" del Puerto de Tarifa, años 40, se emplearon por primera vez en obras de abrigo españolas cajones celulares de hormigón armado. Adjuntamos fotografías de temporal soportado por este dique que nos han permitido analizar su comportamiento.



Figura 5. Fotografía temporal "Dique Sagrado Corazón," Puerto de Tarifa.



Figura 6. Fotografía temporal "Dique Sagrado Corazón," Puerto de Tarifa.



Figura 7. Fotografía temporal "Dique Sagrado Corazón", Puerto de Tarifa.

INSPECCIONES

Objeto

Las inspecciones a llevar a cabo en los diques se acogerán a lo descrito en la Metodología General, si bien para la organización y programación adecuada de las inspecciones será fundamental el establecimiento previo de unos indicadores de estado y unos niveles de servicio de las instalaciones que permitan priorizar las actuaciones y por tanto elaborar un eficiente programa de inspecciones anual.

Tipos y periodicidad

Una vez fijados dichos índices y niveles de servicio, se establecen tres tipos de inspecciones posibles en diques:

- *Inspecciones rutinarias*, son aquellas que se realizan por parte del equipo conservación del puerto como consecuencia de la realización de las operaciones de mantenimiento, y en ocasiones por la policía del puerto. Deben realizarlas los encargados o capataces. La periodicidad de estas depende del elemento y del plan de mantenimiento que se lleve a cabo.
- *Inspecciones programadas*, son aquellas que se planifican en base a los indicadores de estado y niveles de servicio de forma sistemática. Son inspecciones realizadas por personal especializado del equipo de conservación del puerto.

La periodicidad de estas será variable, si bien se propone como criterio general el siguiente:

- **Infraestructura.** Se contemplan dos casos:
 - Zona emergida del dique: una inspección visual cada 6 meses.
 - Zona sumergida del dique, una inspección con equipos submarinos con posterioridad a los temporales de $H_s \geq 0,7 H_d^5$ del dique, y en todo caso al menos una vez cada 2 años.
- **Superestructura:**
 - Espaldón: una inspección anual de estructura, fisuraciones, grietas, estado de juntas, etc.
 - Firmes: una inspección después de cada temporal (para valorar el efecto de los rebases) y en general una inspección cada 2 años en firmes flexibles y una inspección cada 3 años en firmes rígidos.
- **Elementos auxiliares:**
 - Bolardos: una inspección cada 2 años del estado de los anclajes de los bolardos, así como su estado exterior; pintura, oxidación superficial, etc.
 - Sistema de defensas: una inspección anual.
 - Escaleras metálicas: una inspección anual.
- **Redes:**
 - Alumbrado: una inspección anual del sistema; red, lámparas, luminarias y báculos.
- **Inspecciones específicas o de emergencia,** son aquellas que se realizarán en el dique ante circunstancias excepcionales que se produzcan, y que den como resultado serias averías en éste. Deben ser llevadas a cabo por personal cualificado externo al equipo de mantenimiento del puerto.

Información mínima de las inspecciones

Las inspecciones a llevar a cabo en un dique han de cumplir el objetivo de documentar el estado de conservación de los principales elementos o sistemas del dique (manto principal, cajones, defensas ...), mediante una serie de procedimientos establecidos previamente por parte del equipo de conservación, de manera que se definan que elementos hay que inspeccionar, que procedimiento es el adecuado para cada tipo de elemento (visual, ensayos específicos, etc.), y si se requiere la participación de expertos en ella o solo el equipo de conservación.

La información obtenida tras las inspecciones ayudará posteriormente a la programación de las inspecciones del siguiente año y, gestionada a través de un software, proporcionará información relativa al estado de conservación de las diferentes partes del puerto, sus instalaciones, detectando sus fortalezas y debilidades e indican-

⁵ H_d : profundidad a pie de dique a la altura de la banqueta.

do al equipo de conservación aquellas áreas o elementos que requieren una mayor atención dentro del Puerto, permitiendo en última instancia realizar una adecuada programación de las actuaciones a realizar.

Toda la información obtenida se deberá recoger debidamente en su correspondiente ficha de inspección del elemento. Esta ficha será distinta de la definida anteriormente como ficha de elementos, si bien es conveniente que esté vinculada informáticamente a la anterior a través del historial de actuaciones que se recoge en la misma.

Métodos de inspección

Los métodos de inspección pueden ser variados y diversos y muchas veces estarán condicionados por la posibilidad de medios técnicos y económicos. Los más representativos se citan a continuación:

Las inspecciones visuales: son útiles para comprobar los daños puntuales. El número de unidades rotas/desplazadas en la sección del dique y el tipo de ruptura (importante para el análisis estructural de las unidades) se puede comprobar visualmente, pero este trabajo requiere más tiempo que los métodos fotográficos. Sin embargo, este tipo de trabajo no cuantifica el alcance del daño y no es apropiado para el seguimiento de todo el talud.

- *Inspecciones con buzos:* son un complemento de las inspecciones visuales por debajo del agua, siempre que la visibilidad sea buena. La grabación se puede hacer por video o fotografía.
- *Monitoreo fotográfico,* es otro método que podría basarse en realizar un seguimiento fotográfico desde posiciones fijas para generar fotografías superpuestas que cubren todo el estado de la parte emergida del dique, estos son los métodos más útiles y de menor coste en la vigilancia para la conservación y mantenimiento de un dique. Este método implica el uso de técnicas de superposición para comprobar daños. Las fotografías pueden ser tomadas desde un barco (vista horizontal), o una grúa o de la aeronave (vista vertical), o desde algún punto fijo con visual al dique, según la disposición de medios y posibilidad de coste. El helicóptero puede ser el más adecuado, aunque más costoso, ya que podría permanecer estacionado (esperar a la retirada de la onda) y moverse rápidamente entre las estaciones de monitoreo. El modo de determinar la situación del helicóptero se realiza normalmente mediante el uso de GPS diferencial, que tiene una precisión de 1 metro.

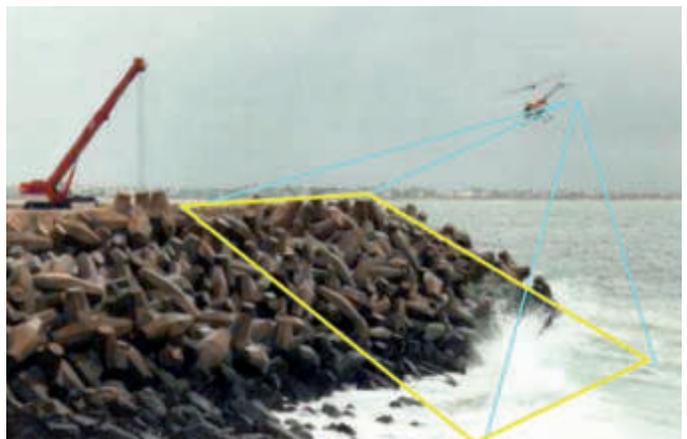


Figura 8. Seguimiento fotográfico mediante sistema GPS en helicóptero.

- *Contraste con bola:* se utiliza para controlar el perfil del dique en intervalos predefinidos. Se utiliza normalmente una grúa móvil para el posicionamiento de la bola, y el nivel de la bola se mide con medios topográficos (Ver figura 7). El tamaño de la bola obviamente debe mantenerse constante durante las sucesivas tomas en el tiempo. El método suele resultar óptimo para el registro de daños bajo el agua, pero el alcance de la grúa podría ser un factor limitante, en la medida que necesitamos de barrer el pie y el talud del dique. Este hecho nos condicionaría el tamaño de la grúa y, por tanto, la necesidad de accesos a la zona.



Figura 9. Seguimiento topográfico mediante el sistema de contraste con bola.

- *Sonar sísmico, de barrido lateral y levantamientos batimétricos multihaz:* se puede utilizar como complemento al contraste con bola cuando por problemas de medios y posibilidades el alcance de la inspección no puede abarcarse. Los perfiles obtenidos, incluso se pueden utilizar para comprobar el perfil

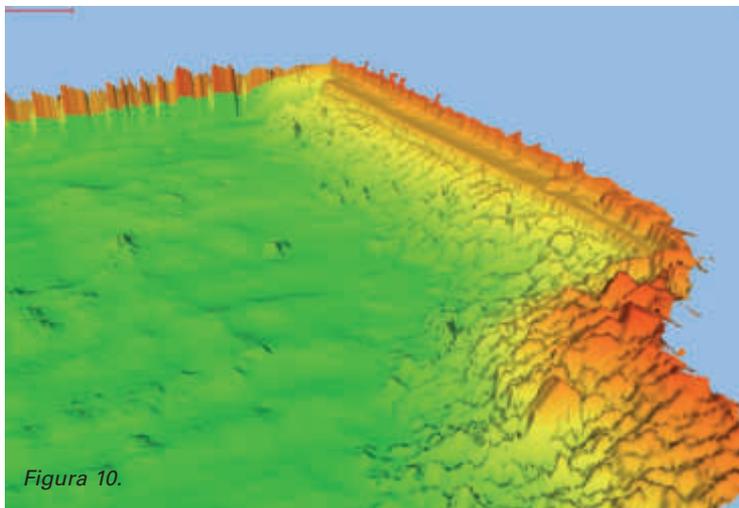


Figura 10.

de la escollera original, que ahora pueden estar enterrados por la arena. Este detalle es muy importante para el diseño de reparaciones en diques incluyendo la berma de pie. El equipo de inspección puede operar desde una grúa o un barco en función de las condiciones del mar adyacente a la escollera. La visibilidad siempre debe ser buena y cualquier duda o necesidad de contraste puede ser investigada por buceadores.

- *Barrido láser o métodos taquimétricos*, se puede utilizar para controlar con precisión las posiciones y la nivelación de la superestructura, así como grietas en las losas, asientos, desplazamientos,...

Otras formas de inspección que están a disposición de las técnicas de inspección en diques, y que pueden estar relacionado con el análisis de daños, son los siguientes:

- Grabación de onda (por boya-altura de la ola, período y dirección)
- Campañas batimétricas alrededor del dique para controlar la erosión de los elementos de cimentación.
- Muestreo de sedimentos junto a la escollera para comprobar el tamaño de grano.
- Agua/movimiento de sedimentos a través de la escollera (pruebas de tinte) para comprobar la porosidad.
- Control del deterioro del hormigón, agresividad del ambiente.
- Monitoreo de grietas en la superestructura.

PARÁMETROS E INDICADORES QUE DEFINEN LA FIABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA RESPECTO A LA VIDA ÚTIL PREVISTA. INFORME DE SU ESTADO

Para realizar un diagnóstico del estado de una obra de abrigo debemos de contar, en la medida de lo posible, con la siguiente información:

- Los documentos del proyecto, los anejos de clima, geotécnico, de cálculo de las secciones, los planos finales de las obras y cuantos más detalles posibles de la construcción de la misma.
- Las series históricas de temporales que se han producido en el ámbito de la obra de abrigo, si es posible, mediante simulación matemática obtener las alturas de olas que han alcanzado a la misma en cada temporal significativo.
- La respuesta, movimientos y asientos, roturas, etc., de cada parte de la obra para los temporales que ha recibido.
- La patología o fallo que se detectó y justificó actuación de reparación o refuerzo.

La correlación entre acciones que los temporales han producido y el comportamiento que ante los mismos la infraestructura ha tenido, nos permiten estimar, de una forma experimental, cuál será la respuesta futura frente a los futuros temporales previsibles.

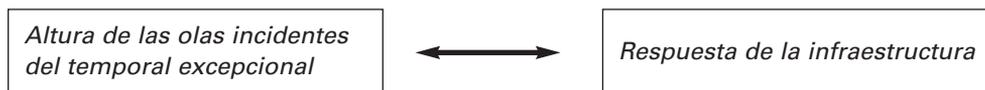
Este planteamiento conceptualmente simple, que es el que se emplea en los ensayos a modelo reducido, no es fácil de aplicar en el seguimiento de una obra real.

Diques en talud

En lo referente a diques en talud, el movimiento de un número reducido de elementos del manto exterior o de la banquetta, no es fácil de cuantificar, incluso es difícil

de percibir. El inicio de averías puede confundirse con reajustes o recolocación de bloques.

Aunque concluyamos en la complejidad de su seguimiento, los avances técnicos de las últimas décadas facilitan esta labor. La ortofotogrametría de alta resolución y las batimetrías con sonda multihaz nos permiten obtener unas imágenes, datos de posición y formas que, comparados con un estado anterior a un temporal excepcional, nos posibilitan realizar el estudio comparado:



Con este planteamiento metodológico trataremos de definir los parámetros básicos, en la bibliografía técnica aparecen, que nos permitan realizar el diagnóstico del estado de la infraestructura.

Como faro que nos oriente a los actuales y futuros profesionales, reproduciremos algunos párrafos del capítulo IV del libro "Diseño de diques rompeolas":

"Don Fernando Rodríguez, en carta cordial y afectuosa a don Pedro Suárez Bores de fecha 16 de septiembre, le explicaba la campaña de perfiles efectuada para diagnosticar la avería (cada 20 metros), comentándoles que, a priori, los daños habían sido mucho mayores de lo pensado, ya que existían perfiles con un volumen de bloques desplazados en el entorno del 25 por ciento, alcanzando algunos perfiles hasta el 50 por ciento. La altura de ola de cálculo según la fórmula de Iribarren se situó en los 11 metros, los ensayos del Laboratorio alcanzaron los 12 metros, lo que correspondía a alturas de ola significantes de 7,60 a 8,30 metros, por lo que no llegaba a comprender lo acaecido."

"Los ensayos en el Laboratorio de Puertos de Madrid, así como múltiples investigaciones del profesor Suárez Bores, donde se estudió la importancia de la irregularidad del oleaje, el efecto de la duración de los temporales asociado al número de olas activas, la correlación altura de ola y periodo, la direccionalidad, entre otras variables, lo que le permitió definir sus funciones multivariadas de fallo (Método Sistemico Multivariado de las variables de diseño, Isla de Wight, P. Suárez Bores, 1977)."

"Los análisis desembocaron en dos soluciones, siempre basadas en que, cuando se produce una avería en el mar, el último recurso debe ser desescombrar y volver al perfil de proyecto."

Ideas básicas:

- La comparativa de perfiles como primera forma de realizar un diagnóstico. La geometría es el primer nivel de análisis de un problema mecánico.
- Conocer variables que intervienen en el fallo concreto de la obra de abrigo.
- Reforzar y no desescombrar, como idea básica en toda obra de reparación de una infraestructura de abrigo en talud.

- La importancia de la banquetta en la estabilidad del manto principal.

Cuando se detecten averías graves que no respondan al comportamiento esperado previsto en el diseño del proyecto, procede reproducir en modelo físico la sección dañada sometiéndola a los temporales que ha soportado.

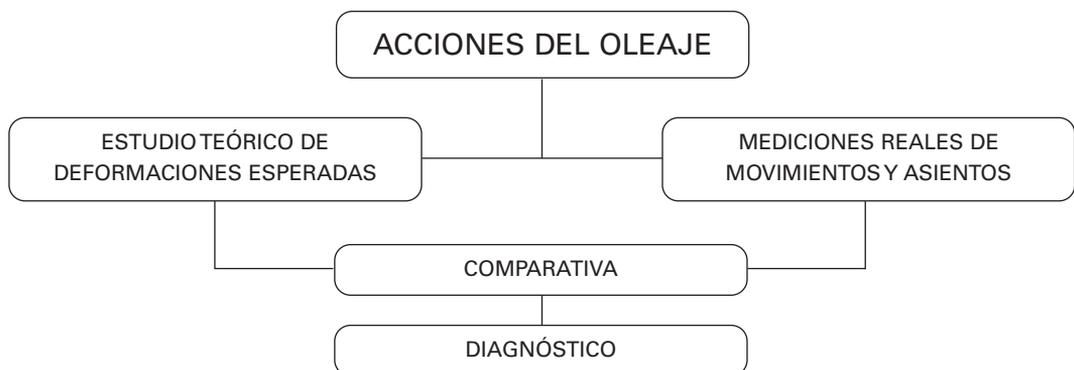
Diques verticales

Cuando un dique vertical recibe las acciones del oleaje de un temporal se producen movimientos y asientos del conjunto de la sección del dique terreno. También pueden producirse movimientos de los bloques del manto exterior de la banquetta, de la berma o socavación del fondo.

Con los actuales medios técnicos, podemos realizar:

- 1º Mediciones de altura de ola con boyas instaladas en las proximidades del dique.
- 2º Medición de movimiento del sólido-rígido cajón superestructura con telemetría.
- 3º Simulaciones en modelos matemáticos del comportamiento del conjunto dique-terreno sometidos a las acciones del oleaje.

El análisis de las acciones del oleaje y la respuesta del conjunto dique-terreno nos dará un diagnóstico del dique frente al fallo de banquetta cimiento (agrupa a varios modos de fallo que en a bibliografía aparece).



Lo expuesto lo podemos resumir en los siguientes grupos de parámetros y/o indicadores del estado de las infraestructuras de abrigo:

Indicadores geométricos

Se obtienen comparando los perfiles ejecutados y los actuales del conjunto terreno de la obra de abrigo. De esta comparativa obtendremos conclusiones relativas al ini-

cio de algún modo de fallo o incluso la avería, rotura o fallo de parte de la obra de abrigo.

En las zonas donde se detecten inicios de averías se podrán realizar inspecciones submarinas para detectar con mayor detalle movimientos de bloques, áreas donde el manto principal se haya dañado, escape de elementos de capas interiores, socavaciones de pie de cajones, etc.

Para los diques rompeolas en talud y para las banquetas de los diques verticales, la realización de batimetrías y las inspecciones submarinas nos dan la información geométrica necesaria para realizar la comparativa descrita.

Para diques verticales, actualmente podemos obtener los movimientos de la superestructura del dique a tiempo real con los nuevos avances en la telemetría. Esto nos permite realizar el análisis de la respuesta de la infraestructura frente a las acciones del oleaje, que habremos medido con boyas instaladas en las proximidades de la obra.

Parámetros de las acciones soportadas por la infraestructura

Es el historial de los temporales que la obras ha soportado, parametrizados en relación con la ola de cálculo de diseño o en relación con su periodo de presentación.

Debemos de tener fijados para cada tramo de obra cual es la altura de ola máxima a partir de la cual se debe inspeccionar la infraestructura.

Más aún, deberemos tener establecido unas especificaciones que detallen las inspecciones a realizar y los niveles de las mismas en función de periodo del temporal que se ha producido.

Los temporales son las pruebas de carga de nuestras obras de abrigo.

Averías o patologías que se han producido

Debemos de datarlas y detallarlas indicando los niveles o magnitudes de las causas o hechos que las han generado y los daños que se han producido.

Las causas o hechos traducidos a acciones nos servirán para:

- a) Comparar las acciones que han producido la avería con las empleadas en el diseño de la obra.
- b) Introducir estas acciones de avería en las ecuaciones de verificación.

Por ambos métodos podremos dar el diagnóstico del estado de la obra, entendiendo por tal, la altura de ola que estimamos que puede soportar sin sufrir una gran avería.

Dado que las averías no tienen una única causa, recomendamos el apoyo en expertos y la realización de nuevos cálculos y ensayos cuando en una infraestructura de abrigo se detecte un fallo anormal o no esperado.

Indicador de la degradación de bloques y/o elementos estructurales

Degradación de bloques o piezas artificiales del manto exterior de una obra de abrigo: el propio enunciado es suficiente para describirlo. Las inspecciones submarinas o incluso las inspecciones en marea baja del manto exterior, y principalmente de sus elementos, nos definirán su estado.

Degradación de elementos estructurales: Nos referimos a los elementos tipo pared y tipo tabique de los cajones de diques verticales. Las últimas ampliaciones portuarias han utilizado esta tipología de diques, con cajones de mayores dimensiones. El comportamiento durante su vida útil prevista tiene que ser inspeccionado y validado. Deberán realizarse las actuaciones de conservación que procedan.

Inspecciones submarinas, obtención de testigos, mediciones de fisuras, de oxidación de armaduras, etc. nos darán los indicadores que necesitamos para definir el estado de las estructuras.

ANEXO I: MODELO NUMÉRICO DEL COMPORTAMIENTO DE UN DIQUE VERTICAL

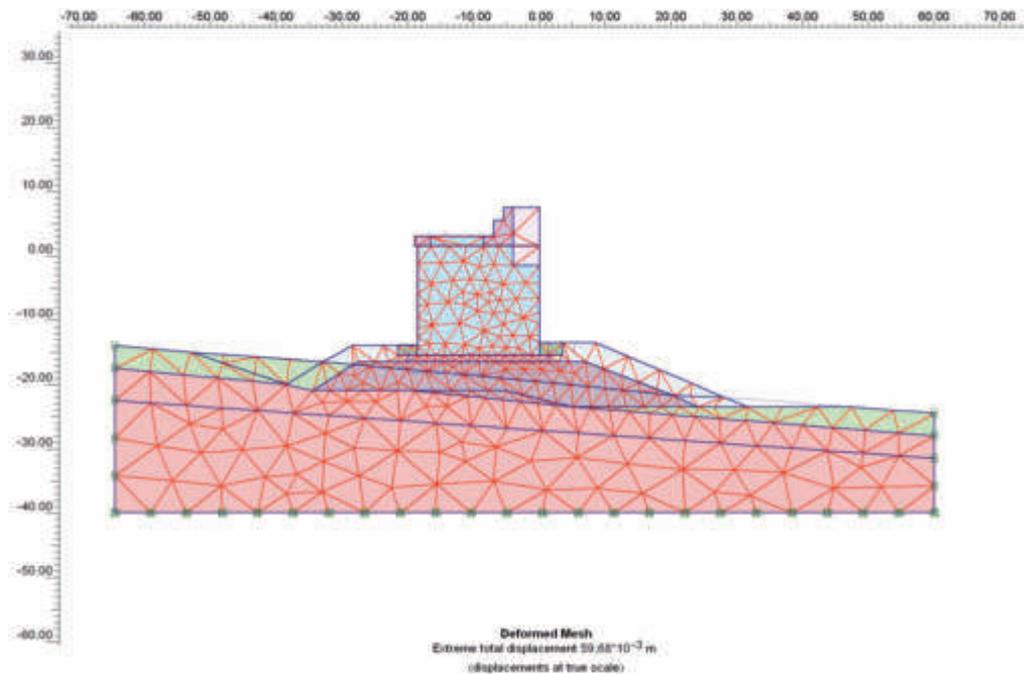


Figura 11.

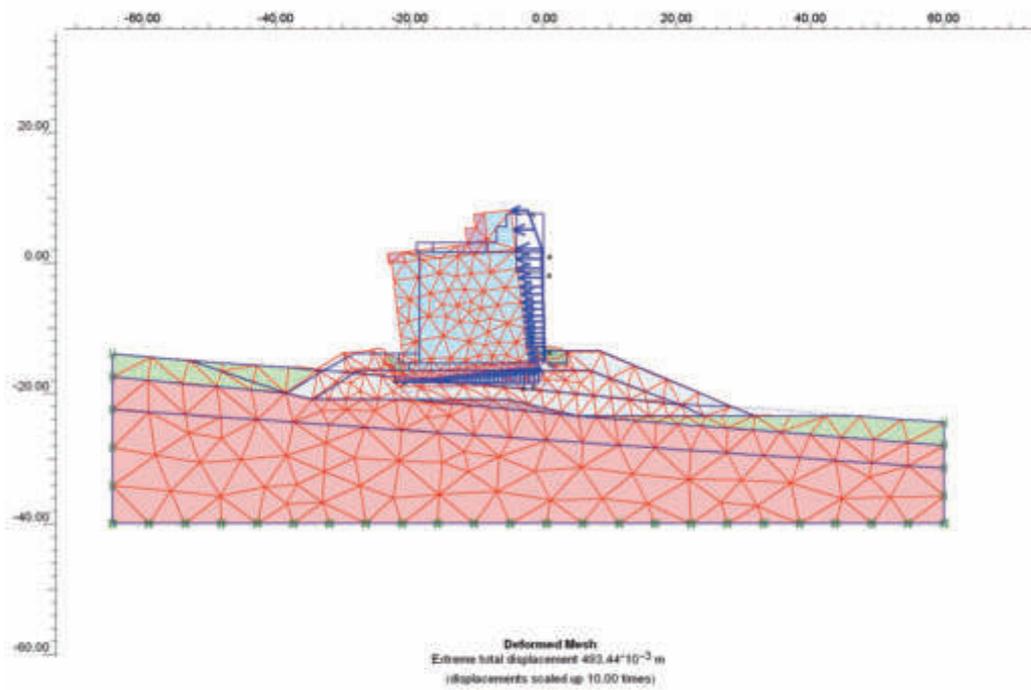


Figura 12.

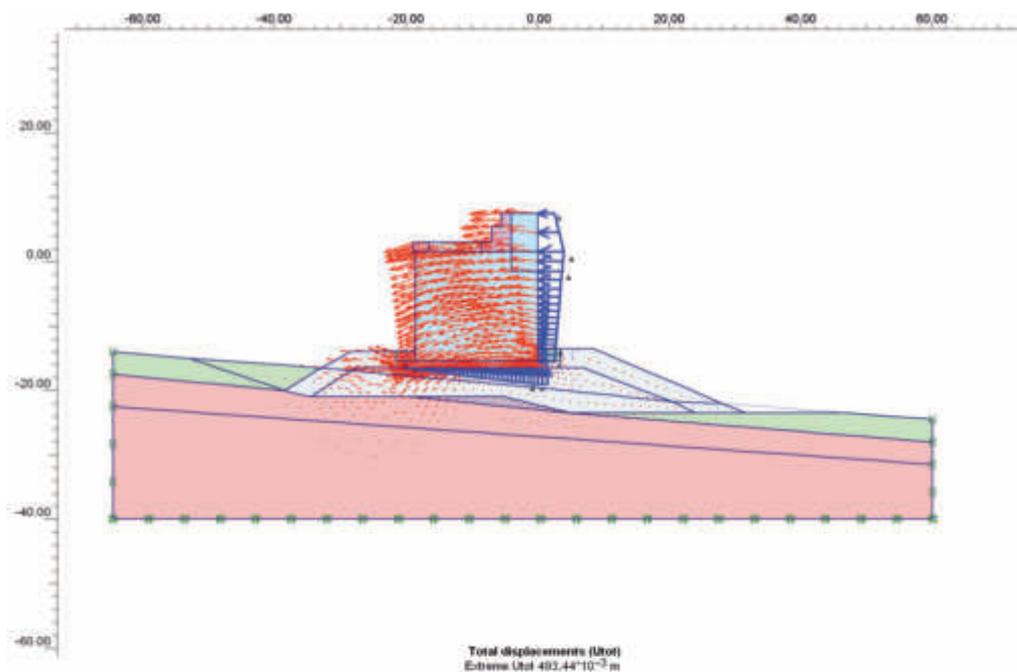


Figura 13.

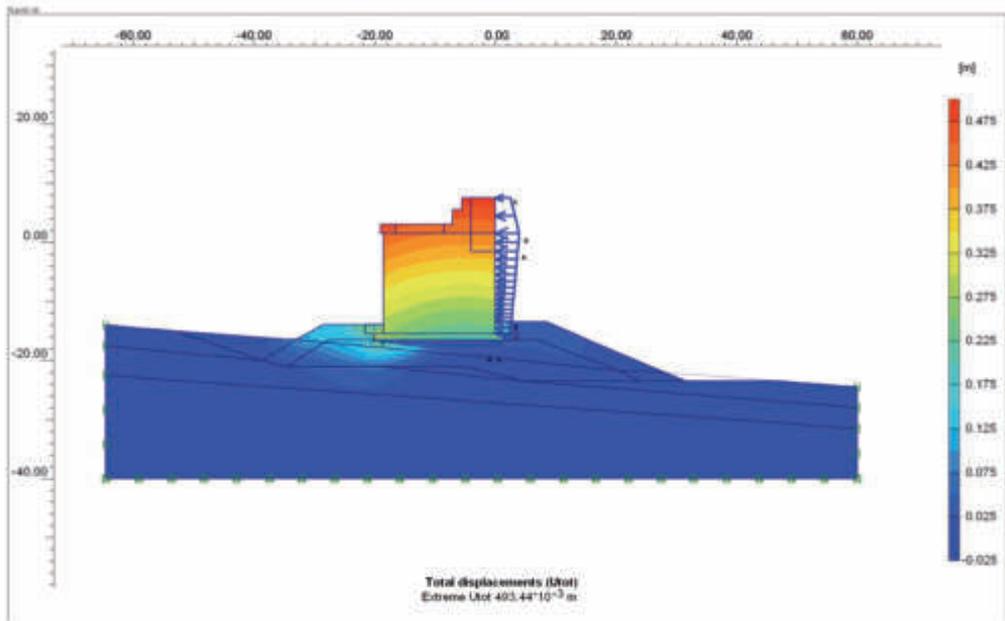


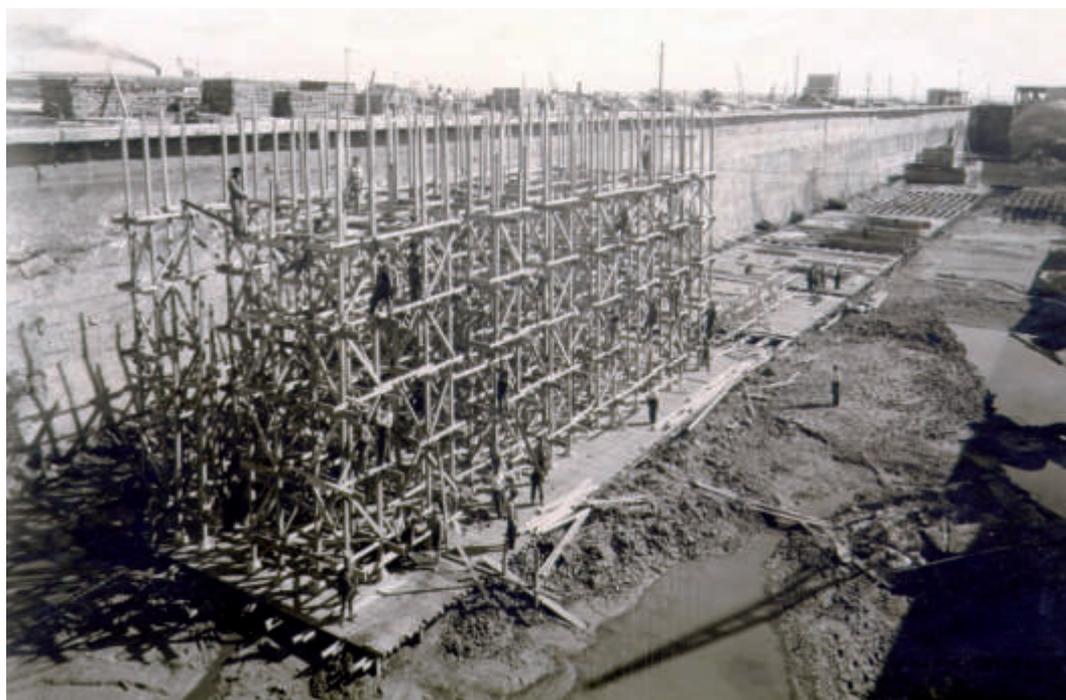
Figura 14.

Se adjunta, como complemento, un reportaje fotográfico donde se detallan las fases de ejecución del dique de abrigo del Puerto de Tarifa, primera obra nacional con tipología de dique vertical.

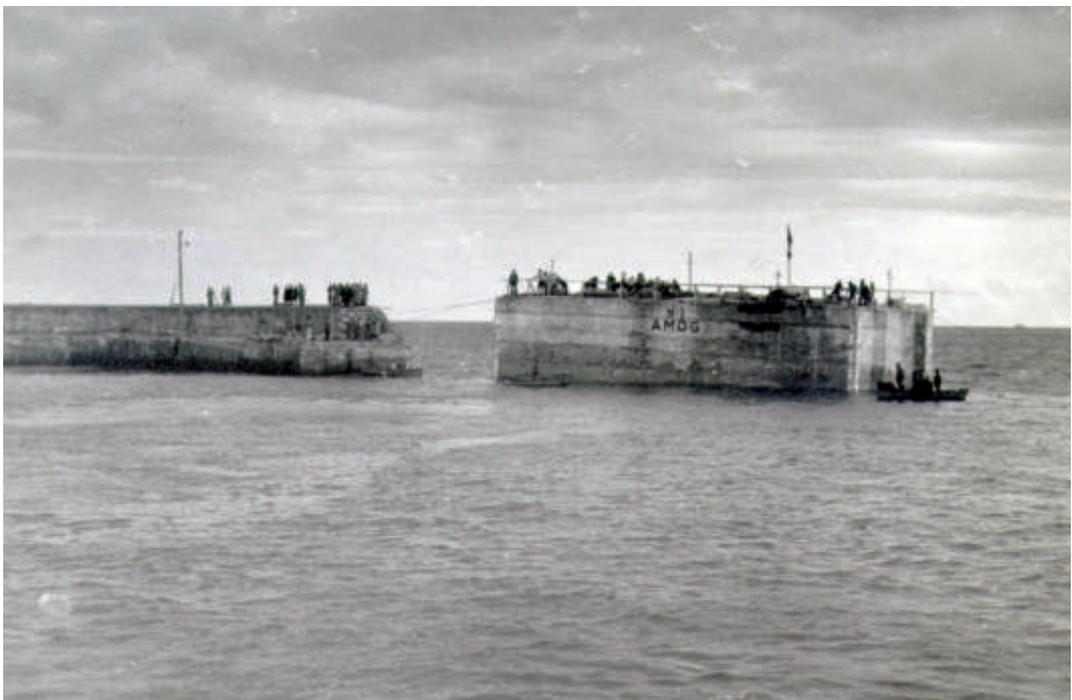
Como puede observarse, aunque los medios de ejecución son muy limitados, en comparación con los actuales, las fases de ejecución son las mismas que en la actualidad se realizan.



Figura 15. Fabricación de bloques y colocación con grúa "Titán" en avance de dique vertical.



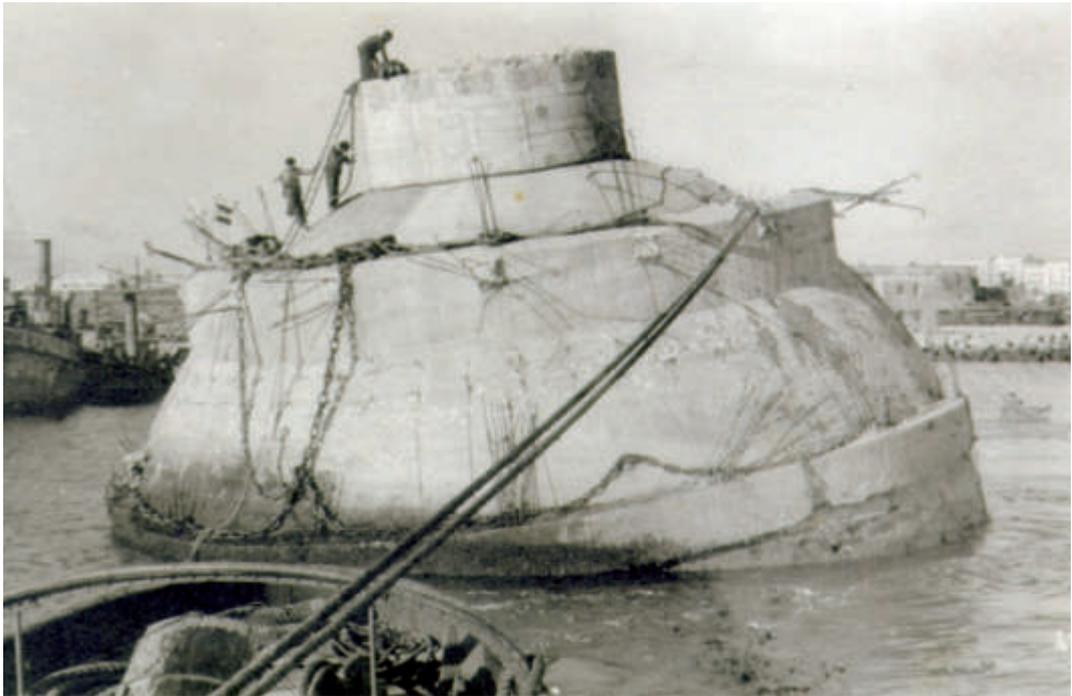
Figuras 16 y 17. Fabricación de cajones de hormigón armado en dique seco de Cádiz.



Figuras 18 y 19. Traslado de cajones flotantes desde Cádiz a Tarifa.



Figuras 20 y 21. Fondeo de cajón en prolongación de dique.



Figuras 22 y 23. Traslado y fondeo de elemento singular que define la infraestructura del morro del dique.

Destacamos de esta primera obra de dique vertical, con más de sesenta y cinco años de vida, los siguientes aspectos:

1. El dique de abrigo ha soportado temporales próximos a los de cálculo, no habiéndose producido grandes daños, a excepción de roturas en áreas localizadas del muro espaldón, realizado con fábrica de mampostería.
2. La banquetta y cajones, elementos fundamentales de la infraestructura de abrigo, no han necesitado de actuaciones de refuerzo o conservación, a excepción de tratamiento de cierre de las juntas entre cajones.
3. Una obra bien proyectada y bien construida presenta unos costes de conservación reducidos.
4. El dique de abrigo y el puerto en su conjunto tienen un diseño justificado para sus iniciales funciones pero obsoleto en la actualidad, principal limitación para que su vida pueda prolongarse dando rentabilidad social.

Este ejemplo nos ilustra en la necesidad de enmarcar a la conservación dentro de una gestión más amplia cuya línea debe ser: *“Alargar la vida o minimizar los costes de mantenimiento de infraestructuras realizando previamente los correspondientes estudios de rentabilidad.”*

NOTA: las fotografías de las figuras 15 a la 23 son propiedad de Juan A. Patrón Sandoval, que ha autorizado su edición exclusivamente para esta publicación, queda prohibida su reproducción para cualquier uso distinto del indicado.



Dique del puerto exterior de Langosteira. Puerto de A Coruña.

Modos de fallo de diques en taludes		Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
1.- ROTURA DEL MANTO EXTERIOR Y			
Movimientos en bloques de manto de protección exterior. Los bloques se salen de la estructura de capas del manto, las capas deslizan por fallo de la berma, las capas se desarman por deformación excesiva de la sección del dique.	Por fallo del manto exterior, por fallo de la berma de apoyo, por deformación excesiva de la sección del dique en su conjunto.	Acción del oleaje, datos de alturas de ola obtenidos por boyas instaladas. La acción del oleaje puede combinarse con patologías generadas por incorrecta ejecución de las capas, incorrecto diseño de la berma y deformaciones excesivas del conjunto de la sección dique terreno.	Rotura de capa exterior y capa filtro.
Rotura de capa exterior y capa filtro.			Erosión en sección de núcleo todo uno.
Erosión en sección de núcleo todo uno.			Rotura total de la sección del dique.
Rotura total de la sección del dique.			La rotura se extiende a zonas colindantes.
2.- INESTABILIDADES EN LA BERMA			
Movimientos de los bloques de la berma por falta de peso o por deslizamiento conjunto de esta por no soportar los empujes que recibe.	Por movimientos de los bloques individuales que componen la berma o por presentar superficie de deslizamiento interior a la berma o en el apoyo berma terreno.	Acción del oleaje. La acción del oleaje puede combinarse con patologías generadas por incorrecta ejecución de la berma, incorrecto diseño de la berma y deformaciones excesivas en el contacto berma terreno.	Desarme de las capas que componen el manto exterior.
La sección de la berma se tiende reduciéndose su salud exterior.			Rotura de capa exterior y capa filtro.
La sección de la berma no cumple la función de calzar el manto exterior.			Erosión en sección de núcleo todo uno.
El conjunto berma manto exterior se movilizan produciéndose deformaciones excesivas de la parte externa del dique.			Rotura total de la sección del dique.

Anexo II. Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
DAÑOS EN LAS CAPAS INTERIORES			
Deformación de la sección con desplazamientos de elementos hacia el pie del dique.	Comparativa evolutiva de los de perfiles del dique diferenciando deformaciones por asentos o reajuste de movimientos de elementos. Inspecciones de la zona emergida. Reconocimiento con buzos de la zona sumergida. Batimétricas con multihaz del dique.	Reestudio de la sección del dique con las acciones del oleaje que se obtengan a partir de la vida útil prevista para la obra.	URGENTE.
Socavón en la sección que muestra un inicio claro de la rotura de la misma.		Refuerzo inmediato de la sección con elementos de peso igual o superior a los de proyecto inicial y recálculo para redacción de futuro proyecto de refuerzo.	EMERGENCIA.
Rotura pronunciada de la sección del dique.			
Rotura total de una sección del dique.			
DE APOYO DEL MANTO EXTERIOR			
Deformación de la sección con deslizamientos de elementos hacia el pie del dique.	Control de asentos y deformaciones. como medidas preventivas realización del dique por fases. Parte inferior vertido con ganguiles y parte superior vertido terrestre. La detección de esta patología es complicada al ser roturas bruscas.	Reestudio de la sección del dique con las acciones del oleaje que se obtengan a partir de la vida útil prevista para la obra. Aumentar igualmente el ancho de la berma.	URGENTE.
Socavón en la sección que muestra un inicio claro de la rotura de la misma.		Refuerzo inmediato de la sección con elementos de peso igual o superior a los de proyecto inicial y recálculo para redacción de futuro proyecto de refuerzo. Aumentar ancho de berma.	EMERGENCIA.
Rotura pronunciada de la sección del dique.			
Rotura total de una sección del dique.		Refuerzo inmediato de la sección aumentando su anchura, tendiendo los taludes o reforzando el pie del talud con una berma de mayores dimensiones.	EMERGENCIA.

Modos de fallo de diques en taludes	Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
3.- INESTABILIDADES GLOBAL		
Rotura de la sección del dique por deslizamiento profundo.	Por falta de resistencia de las capas de terreno donde se apoya el dique o por mala calidad del material que define el núcleo del dique.	Presencia de capas de terreno blandas bajo el dique o mala calidad de los materiales de cantera que define el núcleo del dique.
La superficie de rotura penetra en capa de terreno blando.		Deformaciones superiores a las inicialmente previstas.
La superficie de rotura se inscribe en la sección de dique propiamente dicho.		Formación de círculos de rotura con escalón de asiento en superficie exterior. Rotura global de la sección con importantes desplazamientos de basculamiento.
4.- EROSIÓN INTERNA		
Escape de materiales de capas interiores hacia el exterior.	No se cumplen las condiciones de filtro entre las capas que definen el dique.	Inadecuada granulometría de los elementos que componen las capas y el núcleo del dique o mala calidad de los mismos que se alteran o evolucionan a elementos de menores dimensiones.
De las capas filtro.		Desarme de las capas inferiores y contaminación de las exteriores.
De los materiales del núcleo.		Escape generalizado de materiales por la succión del oleaje. Rotura de la sección con formación de simas o chimeneas que las atraviesan.

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
DE LA SECCIÓN DEL DIQUE			
La rotura global es una rotura brusca, asociada a cambios rápidos, durante al fase constructiva o durante un temporal, debemos predecirla a partir del control de asientos.	Reconocimiento in situ del avance de la obra por técnico experto. Análisis de la evolución de las deformaciones. Análisis de las formas de rotura que se han presentado y sus circunstancias.	En función de la gravedad de la patología puede decidirse: 1 Parar el avance de la obra. 2 Redefinir fase-ado de la misma. 3 Aumentar la sección de la misma para que en la zona de terrenos blandos tengamos un coef. aceptable.	EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA.
Rotura de la sección por superficie interior se traduce en desarme de las capas exteriores e interiores.		Refuerzo inmediato de la sección aumentando su anchura, tendiendo los taludes o reforzando el pie del talud con una berma de mayores dimensiones.	EMERGENCIA.
Al perder el dique su estructura interna se ha debilitado su resistencia a la acción del oleaje.			
DEL DIQUE			
Presencia de materiales de capas inferiores en capas externas. Contaminación con finos. Pueden ser arrastrados y no detectados.	Inspecciones con buzos y detección de asientos localizados cuyo estudio nos permite concluir que su origen son socavaciones o arrastres de materiales hacia el exterior.	Desmontaje o demoliciones localizadas para reconstruir la sección del dique en zonas críticas. campaña geotécnica para definición del alcance.	URGENTE.
Deformaciones que evolucionan a asientos en la superestructura en forma de cráteres.		Problemática compleja que debe ser estudiada por expertos para cada caso concreto. Balizar zonas conflictivas.	EMERGENCIA.
Se suelen manifestar geiseres por donde las subpresiones se disipan.		Problemática compleja que debe ser estudiada por expertos para cada caso concreto. Balizar zonas conflictivas.	EMERGENCIA.

Modos de fallo de diques en taludes	Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
5.- ROTURA DE MURO ESPALDÓN		
Inadecuado diseño del espaldón		Inoperatividad de la zona interior del dique.
Insuficiente sección estructural.		
Insuficiente altura de coronación.	Acción del oleaje unida a mareas altas y acción del viento, datos de alturas de ola, mareas y viento, obtenidos por instrumentos instalados.	Rotura en manto exterior interior.
El oleaje puede ser inferior al de cálculo.		Rotura de superestructura del dique incluyendo pavimentos.
Coincidencia con mareas altas y acción del viento.		Progresión de la rotura de manto interior. La rotura alcanza al núcleo y desencadena. Rotura generalizada de la sección.
6.- ASIENTOS Y DEFORMACIONES IMPORTANTES		
Por deformación de la propia sección.	Por reajuste de los materiales granulares que componen fundamentalmente la sección del núcleo del dique.	
Por deformación de los terrenos de apoyo del dique.	Consolidación del terreno sobre el que se asienta el dique. El problema se reduce a largo plazo aunque puede generar rotura a corto plazo.	En mantos exteriores monocapas pueden producir el desarme de la estructura de trabazon de los elementos que la componen reduciendo drásticamente su estabilidad frente a la acción del oleaje. Afecta a la superestructura introduciendo esfuerzos e incluso descalces.
Lo normal es que tengamos ambas deformaciones coincidentes en el tiempo y no podamos separar sus efectos.		

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
O REBASE SEVERO DEL OLEAJE			
Deformaciones o deterioro de la sección del espaldón.	Reconocimiento técnico de la superestructura del espaldón, de las capas de material donde se apoya y de las subpresiones que se generan en su cimiento.	Actuaciones de reparación y refuerzo definidas en proyecto elaborado previamente.	URGENTE.
Rebase excesivo con temporales inferiores a los de cálculo. Hay que dejar inoperativo el dique con mayor frecuencia de la prevista.	Medición de los volúmenes y frecuencia de los rebases, comparándolos con las alturas de olas que los han generado.	Si hay una rotura importante en el espaldón la actuación debe ser inmediata y urgente.	EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA.
EN LA SECCIÓN DEL DIQUE			
Las deformaciones y asentamientos se pueden detectar por la aparición de fisuras en elementos rígidos o por abertura de juntas entre elementos. Realizando levantamientos topográficos periódicos podemos cuantificar su evolución.	Mediciones de asentamientos durante la fase de construcción y su vida útil, definiendo a partir de los estudios geotécnicos las deformaciones previsible admisibles.	Si son admisibles rediseñar los elementos de la superestructura y canalizaciones para que puedan soportar estas deformaciones.	NO URGENTE.
		Si no son admisibles para la condiciones de explotación se debe plantear estudios de mejora de la sección y /o terreno de apoyo de la misma para reducir sus asentamientos.	URGENTE.

Modos de fallo de diques en taludes		Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
7.- DETERIORO DE LA			
MURO ESPALDÓN	Como sólido rígido.	Por la acción del oleaje, por corrosión de armaduras o por deformaciones no admisibles reflejo de la deformación del conjunto de la sección del dique.	Rotura total de la sección del espaldón por la acción de un temporal inferior al de cálculo haciendo rebasable al dique.
	Como estructura de hormigón armado.		
PAVIMENTOS	Por la acción de las subpresiones del oleaje que penetra por las capas del dique y alcanza la base de los pavimentos.	Por la acción del oleaje.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.
	Por la mala calidad de las explanadas.	Inadecuado diseño.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.
	Baja capacidad de carga.		
	No diseñadas para disipar las subpresiones que le llegan.		
	Por cargas de tráfico superiores a las de diseño.		
	Cargas repartidas.	Cargas de explotación.	Deterioro progresivo.
	Cargas concentradas.		
	Por las deformaciones de la sección del propio dique en su conjunto que se reflejan en los distintos elementos de la superestructura.	Deformaciones de la sección del dique no admisibles para los pavimentos.	Las roturas comienza en zonas de mayores asientos y se extienden a zonas colindantes.
Por la unión de estos efectos con asientos del conjunto de la sección del dique en caso de pavimentos rígidos.	Combinación de causas.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.	

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
SUPERESTRUCTURA DEL DIQUE			
<p>Las deformaciones y asientos se pueden detectar por la aparición de fisuras en elementos rígidos o por abertura de juntas entre elementos. Realizando levantamientos topográficos periódicos podemos cuantificar su evolución.</p>	<p>Reconocimientos visuales de los elementos. Seguimiento de movimientos de puntos de puntos de control.</p>	<p>Si la patología no es grave, proyecto de refuerzo o reparación. Si la patología muestra que estamos próximos a la rotura o ya se ha producido la rotura del espaldón actuación urgente de reconstrucción.</p>	<p>EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA</p>
<p>Se detectan puntos en la parte interior de la superestructura donde sale agua a presión coincidiendo con momento en que la ola rompe contra el dique.</p>		<p>Estudio de la sección conjunta. La obra puede ser de alto coste. Este coste nos puede llevar a decidirnos por reparaciones periódicas de los socavones. Las reparaciones deben diseñarse para reducir los efectos de la causa que las origina.</p>	<p>NO URGENTE.</p>
<p>Patologías típicas de pavimentos.</p>	<p>Reconocimientos de los pavimentos y de las patologías detectadas.</p>		
<p>Patologías típicas de pavimentos.</p>		<p>Estudio de la sección del firme y de las sobrecargas de explotación a soportar.</p>	<p>NO URGENTE.</p>
<p>Patologías típicas de pavimentos.</p>			

Modos de fallo de diques verticales		Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
1.- DAÑOS DE LA BANQUETA,			
Movimientos en bloques de manto de protección exterior de banqueteta.	Por fallo del manto exterior de la banqueteta que progresa produciendo el descalce del cajón y su vuelco.	Acción del oleaje, datos de alturas de ola obtenidos por boyas instaladas.	Rotura de capa exterior y capa filtro.
Rotura de capa exterior y capa filtro.			Erosión en sección de núcleo todo uno.
Erosión en sección del núcleo de banqueteta.			Descalce de la losa de cajones, puede desencadenar el vuelco o la plastificación excesiva de la sección de la banqueteta que circunda al descalce.
Rotura total de la sección y vuelco del cajón.			La rotura se extiende a zonas colindantes.
2.- INESTABILIDADES GLOBAL			
Rotura de la sección del dique por superficie de plastificación o deslizamiento.	Por tensiones en banqueteta y/o terreno de asiento superiores a las admisibles. Puede originarse por una o varias causas concomitantes: 1- Acción del oleaje. 2- Socavación en pie de cajón. 3- Por presencia de capas blandas no detectadas. 4- Por insuficiente sección de banqueteta. 5- Por combinación de alguna varias causas anteriores.	Acción del oleaje interacción de estructura de cajón de dique con banqueteta y terreno de apoyo.	Plastificación de la zona de la banqueteta donde se apoya la puntera de la losa de los cajones coincidiendo con temporal. Giro excesivo del cajón.
La superficie de rotura penetra en terreno de asiento blando.			Al producirse un nuevo temporal de mayor altura de ola el asiento y el giro de los cajones aumenta curva exponencial asiento altura de ola.
La superficie de rotura se inscribe en la sección de la banqueteta.			Si el temporal supera un umbral inferior al de cálculo puede producirse el hundimiento de la sección de apoyo y el vuelco de los cajones.

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
ROTURA DE SU MANTO EXTERIOR			
Deformación de la sección con deslizamientos de elementos hacia el pie de la banqueta del dique.	Comparativa evolutiva de los de perfiles del dique diferenciando deformaciones por asentos o reajuste de movimientos de elementos. Reconocimiento con buzos de la zona sumergida. Batimétricas con multihaz del dique.	Reestudio de la sección del dique con las acciones del oleaje que se obtengan a partir de la vida útil prevista para la obra.	URGENTE.
Socavón en la sección que muestra un inicio claro de la rotura de la misma.		Refuerzo inmediato de la sección con elementos de peso igual o superior a los de proyecto inicial y recálculo para redacción de futuro proyecto defuerzo.	EMERGENCIA.
Asientos excesivos en el dique o incluso fisuras en los cajones.		Inyecciones de relleno de zona descalzada y reconstrucción de la banqueta dañada.	EMERGENCIA.
Rotura total de una sección del dique.		Refuerzo inmediato de la sección con elementos de peso igual o superior a los de proyecto inicial y recálculo para redacción de futuro proyecto defuerzo.	EMERGENCIA.
DE LA SECCIÓN DEL DIQUE			
Giro de los cajones como elementos rígidos. Este giro es el reflejo de la plastificación de la banqueta.	Comparativa evolutiva de los movimientos y de perfiles del dique diferenciando deformaciones por asentos o reajuste de movimientos de elementos. Reconocimiento con buzos de la zona sumergida. Batimétricas con multihaz del dique.	Reestudio de la sección del dique con las acciones del oleaje que se obtengan a partir de la vida útil prevista para la obra. Campaña geotécnica de caracterización de materiales de banqueta y terreno.	URGENTE.
Las deformaciones se acumulan y se detectan descalces en los bordes de la losa de los cajones.		Refuerzo inmediato de la sección con elementos de peso igual o superior a los de proyecto inicial y recálculo para redacción de futuro proyecto defuerzo.	EMERGENCIA.
Las deformaciones son alarmantes y anuncian el posible vuelco de los cajones.		Proyecto de mejora y refuerzo de la sección del dique en su conjunto.	EMERGENCIA.

Modos de fallo de diques verticales	Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
3.- ROTURA DE MURO ESPALDÓN		
Inadecuado diseño del espaldón.	Acción del oleaje, datos de alturas de ola obtenidos por boyas instaladas.	Rotura de superestructura del dique incluyendo pavimentos.
Insuficiente sección estructural.		
Insuficiente altura de coronación.		
El oleaje puede ser inferior al de cálculo.		
Coincidencia con mareas altas y acción del viento.		
4.- ASIENTOS Y DEFORMACIONES		
Por deformación de la sección de la banquetta.	Por reajuste de los materiales granulares que componen fundamentalmente la sección del núcleo de la banquetta.	Deformaciones que pueden superar los valores admisibles para estados de servicio. El análisis de las mismas nos da información del comportamiento del dique frente a acciones superiores.
Por deformación de los terrenos de apoyo del dique lo normal es que tengamos ambas deformaciones coincidentes en el tiempo y no podamos separar sus efectos.	Consolidación del terreno sobre el que se asienta el dique. El problema se reduce a largo plazo aunque puede generar rotura profunda cuando un nuevo temporal supere el umbral de los anteriores, aun siendo inferior al de cálculo.	

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
O REBASE SEVERO DEL OLEAJE			
Deterioro de la sección del espaldón.	Reconocimiento técnico de la superestructura del espaldón, de las partes del cajón donde se apoya o ancla. Medición de las subpresiones que se generan en el cimiento de la superestructura.	Actuaciones de reparación y refuerzo definidas en proyecto elaborado previamente.	URGENTE.
Rebase excesivo con temporales inferiores a los de cálculo. Hay que dejar inoperativo el dique con mayor frecuencia de la prevista.	Medición de los volúmenes y frecuencia de los rebases, comparándolos con las alturas de olas que los han generado.	Si hay una rotura importante en el espaldón la actuación debe ser inmediata y urgente.	EN FUNCIÓN DE LA GRAVEDAD DE LA PATOLOGÍA.
IMPORTANTES DE LA SECCIÓN DEL DIQUE			
Las deformaciones y asentos se pueden detectar por la aparición de fisuras en elementos rígidos o por abertura de juntas entre cajones. Realizando levantamientos topográficos periódicos podemos cuantificar su evolución.		Si son admisibles rediseñar los elementos de la superestructura y canalizaciones para que puedan soportar estas deformaciones.	NO URGENTE.
	Mediciones de asentos durante la fase de construcción y su vida útil, definiendo a partir de los estudios geotécnicos las deformaciones previsibles admisibles.	Si no son admisibles para la condiciones de explotación se debe plantear estudios de mejora de la sección y/o terreno de apoyo de la misma para reducir sus asentos.	URGENTE

Modos de fallo de diques verticales		Agente o causa de la patología	Fallos que se desencadenan
5.- DETERIORO DE LA			
Muro espaldón	Como sólido rígido.	Por la acción del oleaje o por corrosión de armaduras.	Rotura total de la sección del espaldón por la acción de un temporal inferior al de cálculo haciendo rebasable al dique.
	Como estructura de hormigón armado.		
Pavimentos	Por la acción de las subpresiones del oleaje que penetra por las juntas de cajones y alcanza la base de los pavimentos.	Por la acción del oleaje.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.
	Por la mala calidad de las explanadas.	Inadecuado diseño.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.
	Baja capacidad de carga.		
	Por cargas de tráfico superiores a las de diseño.		
	Cargas repartidas.	Cargas de explotación.	Deterioro progresivo.
	Cargas concentradas.		
	Por la unión de estos efectos con asientos del conjunto de la sección del dique en caso de pavimentos rígidos.	Combinación de causas.	Las roturas se extienden a zonas colindantes.
6.- LÍNEA DE ATRAQUE			

Ver apartado sobre gestión de la conservación en muelles y obras de atraque.

Anexo II (Cont.). Patologías y sus indicadores, medios de detección y acciones

Indicadores de la patología	Medios para su detección	Actuaciones a poner en marcha	
SUPERESTRUCTURA DEL DIQUE			
Las deformaciones y asientos se pueden detectar por la aparición de fisuras en elementos rígidos o por abertura de juntas entre cajones. Realizando levantamientos topográficos periódicos podemos cuantificar su evolución.	Reconocimientos visuales de los elementos. Seguimiento de movimientos de puntos de control.	Si la patología no es grave, proyecto de refuerzo o reparación. Si la patología muestra que estamos próximos a la rotura o ya se ha producido la rotura del espaldón actuación urgente de reconstrucción.	NO URGENTE.
Se detectan puntos en la parte interior de la superestructura donde sale agua a presión zonas próximas a juntas de cajones, coincidiendo con momento en que la ola rompe contra el dique.	Reconocimientos de los pavimentos y de las patologías detectadas.	Formación de losas biapoyadas en junta de cajones, reconstrucción de la junta entre cajones y elementos de la superestructura.	NO URGENTE.
Patologías típicas de pavimentos.		Estudio de la sección del firme y de las sobrecargas de explotación a soportar.	NO URGENTE.
Patologías típicas de pavimentos.			
Patologías típicas de pavimentos.			
INTERIOR			

MUELLES Y OBRAS DE ATRAQUE



Eduardo González Sánchez¹, Leia Ortego Valencia²
y Héctor Martínez Calls³

INVENTARIOS

Objeto

El objetivo de un inventario de obras de atraque de un puerto es catalogar los muelles y elementos asociados con la máxima información posible y con el objetivo final de planificar las tareas de mantenimiento. El objetivo intermedio del inventario será el de realizar tareas de inspección para la obtención del estado estructural y de servicio de la estructura. Así, el inventario supondrá el listado de los elementos clave para el atraque y amarre cuyo estado de conservación pueda condicionar los niveles de seguridad y/o la operatividad de la infraestructura de atraque.

El inventario deberá realizarse de forma que los elementos incluidos en él sean de fácil identificación tanto para quien realice el inventario como para quien lo consulte. Además, se ha de pensar que los datos del inventario deberán mantenerse y actualizarse, por lo que un exceso de datos tampoco es conveniente.

Para una fácil identificación será necesario realizar una codificación clara de los elementos incluidos. La claridad también es necesaria para permitir reconocer, de forma aproximada y simplemente por el código, de que tipo de elemento se trata y su ubicación.

Por otro lado, dadas las tecnologías actuales y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su cada vez mayor implantación en sistemas de gestión integral de conservación, es recomendable que la codificación utilizada para el inventario esté enfocada a su posterior gestión mediante esta tipología de software.

¹ Autoridad Portuaria de Barcelona.

² SENER.

³ TECNOAMBIENTE, S.L.

Metodología

Para la realización del inventario de obras de atraque de un puerto se catalogarán todos los elementos que facilitan el atraque y amarre dentro de un puerto. El inventario se realizará en base al conocimiento previo de los elementos que configuran las instalaciones y en base al análisis exhaustivo de los proyectos de las distintas infraestructuras que se han ido realizando a lo largo de los años.

Asimismo, deberán realizarse inspecciones iniciales de las instalaciones, que permitirán corroborar la existencia de los elementos previamente listados así como obtener un mayor detalle de su descripción (dimensiones, tipología, fabricante, modelo, tipología de materiales). En estas inspecciones iniciales, se deberá obtener la máxima información gráfica posible, localizando el elemento en plano y tomando fotografías, georeferenciadas si es posible, con el objetivo de facilitar su posterior localización en fase de inspecciones posteriores de detalle y también para permitir apreciar la evolución del estado del elemento o estructura.

Entendemos que, como mínimo, deberá realizarse un inventario de los siguientes elementos o estructuras:

- muelles
- pantalanés fijos
- bolardos
- defensas
- pasarelas
- escaleras
- **pavimentos de poza**

A medida que se vayan realizando las inspecciones periódicas de las estructuras, se deberán incluir en los inventarios el registro de dichas inspecciones: código de inspección, fecha e inspector, así como los índices de estado resultantes derivados del resultado de éstas (ver apartado 2/ 2-D.)

Contenido mínimo del inventario: registros y codificación

Con el objetivo de elaborar el inventario de los elementos que configuran las obras de atraque y amarre, se recomienda realizar inicialmente una ficha madre para cada una de las tipologías de elementos. Esta ficha será rellenada para todos los elementos que conforman una tipología, obteniendo las fichas finales del inventario para cada uno de los elementos del inventario. A modo de ejemplo, se realizará una ficha para los elementos "bolardo", si bien, se rellenarán tantas fichas "bolardo" como la cantidad existente de estos elementos.

La codificación deberá hacer referencia básicamente a la tipología y subtipología del elemento y a su ubicación.

En el caso de elementos puntuales, tales como escaleras, bolardos, defensas, etc. la identificación se podrá realizar haciendo referencia, además de a la tipología del ele-

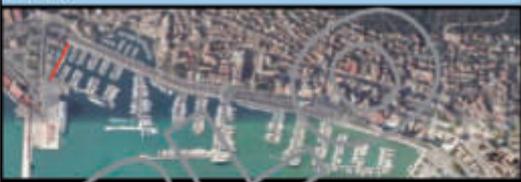
mento, a una zona y a un número dentro de esta zona, siempre buscando el sentido del orden. El objetivo es permitir, de forma sencilla, conocer aproximadamente el elemento y su ubicación aproximada únicamente con la codificación.

Los elementos lineales tales como muelles o pantalanes podrán ser divididos en distintos alineaciones que, a su vez se subdividirán en módulos, considerando cada uno de estos tramos como un único elemento. Para la realización de la codificación de estos elementos es recomendable, en la medida de lo posible, mantener las codificaciones utilizadas por el gestor de infraestructuras o de explotación del puerto pues facilitará la comunicación con estos gestores y evitará confusiones en la consulta de información existente.

El contenido de la ficha madre, a manera de ejemplo, podrá incluir los siguientes aspectos:

- Espacio para fotografía general del elemento. Se dejará el espacio para situar una fotografía general del elemento, de forma que facilite su identificación in situ durante las posibles inspecciones. Asimismo, se incluirán fotografías de las partes elementales de estos elementos, a fin de poder actualizar su estado y facilitar la comprensión del diagnóstico.
- Planos o esquemas del elemento. Se incluirá un plano o esquema de la estructura tipo, a fin de proporcionar mayor información de la geometría de éste.
- Situación en planta del elemento. Se incluirá un plano en planta de la ubicación del elemento dentro de la infraestructura portuaria.
- Características técnicas del elemento. Se incluirán en la ficha una serie de aspectos técnicos generales y específicos, tales como:
 - Posición
 - Año de construcción/instalación
 - Ingeniero/Instalador responsable
 - Uso actual del elemento
 - Intervenciones realizadas
 - Información sobre inspecciones anteriores
- Características constructivas (descripción estructural)
 - Tipo de elemento
 - Materiales del que está compuesto
 - Partes esenciales del elemento (ver apartado siguiente)
 - Patologías básicas del elemento (ver apartado siguiente)
 - Dimensiones en planta y alzado
 - Tipo y cota de cimentación (en el caso de muelles)
 - Otros datos de interés como características del terreno.
 - Calado nominal teórico (en el caso de muelles)
 - Cota superior
- Inspecciones realizadas e índices de estado resultantes (ver apartado correspondiente).

- Nivel de Alerta.
- Listado de vínculos o referencias usados para obtención de información (proyectos, planos, memorias, etc.).

Modelo de ficha de inventario de muelles				
MUELLE		CODIGO		
MUELLE XX CLUB DE MAR		02		
				
		TIPOLOGÍA (1)	Hormigón en masa	
		AÑO DE CONSTRUCCIÓN		
		LONGITUD (m)	147	
		GALGAO (m)	3-4	
		ANCHO (m)		
		EMPLEOS		
		REVISIÓN SFG (2)		
HISTORIAL DE ACTUACIONES DE MANTENIMIENTO O DE REFUERZO				
PROYECTO	AÑO	CODIGO	DESCRIPCIÓN GENERAL	
EJEMPLO 1	AAAA	XXX	CONSTRUCCIÓN DEL MUELLE	
EJEMPLO 2	AAAA	XXX	REPARACIÓN DE SOCAVACIONES	

Ejemplo de ficha para inventario.

INSPECCIONES

Objeto

El objetivo básico de las inspecciones es el conocimiento de la situación real de los muelles y de los elementos que lo componen para determinar su estado de conservación. Este conocimiento es un paso inicial indispensable para poder establecer un mantenimiento preventivo eficiente y consecuentemente un nivel óptimo de servicio. Así mismo, un mantenimiento preventivo eficiente disminuye las acciones de mantenimiento correctivo y, como resultado final, prolonga la vida útil del mismo.

Además, el establecimiento de programas de inspección inicial permite determinar una óptima periodicidad en las inspecciones y dar prioridad a la realización de éstas o de acciones de conservación y reparación.

Tipos y periodicidad

Para poder hablar de forma más concreta y no tan genérica hemos preferido referirnos al elemento más complejo y a la vez más importante en la conservación de los muelles, que son los propios muelles.

Para poder definir los tipos y la periodicidad de las inspecciones en éstos de forma correcta no nos podemos centrar únicamente en dicho concepto, hemos de ir más allá, pensando de forma global en todo el proceso de mantenimiento de este tipo de infraestructuras.

El proceso planteado se inicia con la realización del inventario comentado en el capítulo anterior. Mediante los datos obtenidos será posible establecer unos índices que, finalmente, nos permitirán establecer los tipos y periodicidad de las inspecciones a realizar. La concepción global de la metodología se establece en el capítulo 4 del presente documento.

Para nuestro objetivo, en esta ocasión, en relación a los tipos de inspecciones, de forma general, y sin entrar en la metodología utilizada en las inspecciones, podemos clasificar éstas en 2 tipos. *Inspecciones ordinarias e inspecciones especiales*. A su vez, ambos tipos se podrían subdividir, en función del grado de inspección, en *inspecciones básicas o detalladas*.

Como línea general, las inspecciones ordinarias serán habitualmente básicas y las inspecciones especiales serán mayoritariamente detalladas.

Los objetivos de las inspecciones ordinarias

Los objetivos de las inspecciones ordinarias son determinar la realidad del muelle en el momento de la inspección, analizando diferentes aspectos, de forma que sea posible determinar finalmente el estado de conservación de los muelles.

Por otro lado es de vital importancia la posibilidad de poder comparar el estado del muelle en diferentes fechas, identificando cambios relevantes que nos permitan ver tendencias o evoluciones de las posibles patologías.

Como ejemplo a lo anterior comentar que en un muelle de bloques de hormigón, el hecho de que denotemos en una inspección que un bloque esté desplazado respecto al resto de la alineación de un muelle podría ser considerado grave si suponemos que se ha producido recientemente. Sin embargo, comparando estados en diferentes fechas, esta percepción inicial puede variar, por ejemplo si podemos confirmar que lleva en esa posición desde que se construyó.

Así pues, la comparación entre la situación en diferentes inspecciones realizadas en diferentes fechas es una gran herramienta para poder determinar prioridades de actuación.

Para poder realizar las inspecciones, previamente es conveniente determinar, para cada tipología estructural de muelle, un programa de inspecciones determinado, el cual se deberá adaptar a las condiciones de cada muelle.

El tipo y alcance de las inspecciones, así como la frecuencia dependerá principalmente del tipo de estructura, de la estrategia de mantenimiento adoptada, de las condiciones de explotación y seguridad y de la importancia del muelle respecto a la explotación portuaria. Los intervalos más frecuentes de las inspecciones subacuáticas son entre 3 a 5 años.

Los métodos de inspección son muchos, se puede realizar una inspección visual de deterioros o asientos, medida de potencial en los sistemas de protección catódica, ensayos no destructivos, la extracción de testigos, revisar el estado de la cimentación, por ejemplo eventuales sacavamientos en cimientos. La elección del método es muy importante para que los resultados sean fiables.

Los muelles que no hayan sido inspeccionados regularmente, deben de ser sometidos a un examen detallado con vistas a la valoración de su estado previo de conservación.

Inspecciones especiales

Se requieren inspecciones especiales cuando, después de una inspección ordinaria, no es posible determinar el origen o el alcance de la patología observada. Al mismo tiempo son necesarias este tipo de inspecciones en el caso de eventos extraordinarios como es el caso de una colisión de un buque.

Normas o requisitos de referencia

El principal requerimiento para determinar la validez de una técnica para una inspección específica es que obtenga la precisión necesaria (con un margen de error que no invalide la propia medida) para identificar con seguridad cada patología o avería descrita. Deben proporcionar la información mínima para un diagnóstico fiable a emplear para un óptimo mantenimiento de las infraestructuras portuarias y deben poder ser reproducibles permitiendo, como ya se ha comentado anteriormente, la comparación temporal a partir de una inspección inicial.

En función de la patología y la tipología del elemento a reconocer los requerimientos en cuanto a precisión pueden variar, por lo que algunas inspecciones permitirán el uso de técnicas menos precisas pero suficientemente fiables para la finalidad y otras requerirán técnicas más precisas para su correcta valoración.

Las técnicas indirectas tienen unas prestaciones concretas que se pueden testar y calibrar de forma objetiva y cuantificable. Las técnicas directas, principalmente aquellas basadas en la medida y posicionamiento de un buzo, son más subjetivas y, en general, pueden prestarse a un mayor error.

La metodología a aplicar para la inspección aplica estándares a cada técnica por separado y no la inspección en sí. Por ejemplo, en las prescripciones técnicas de las sondas multihaz se cumple con estándares del International Hydrographic Organization (IHO). En cambio, si bien la práctica del buceo profesional está regulada, las

fichas empleadas para la inspección no están estandarizadas y cada compañía, en función de su experiencia y criterio, emplea las propias.

Información mínima de las inspecciones

La realización de una buena inspección, así como el plasmar correctamente la información obtenida en ella, es el punto clave para poder tener los datos mínimos que permitan gestionar de forma correcta la conservación y el mantenimiento de la infraestructura portuaria. Dado asimismo la complejidad en la inspección de algunos elementos (estructuras sumergidas, gran diversidad de patologías...) es importante disponer de personal específicamente formado para tales tareas.

Información preliminar

A modo de poder conocer con detalle cuales han sido los condicionantes de la inspección, se deberá proporcionar primeramente información acerca de la autoría, medios utilizados, calibración y fecha de inspección así como los condicionantes ambientales existentes: temperatura, visibilidad, nivel del mar (en inspecciones submarinas).

Descripción del estado de los elementos

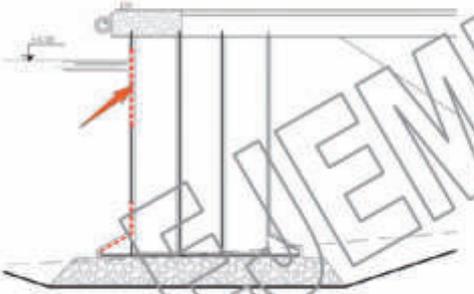
El objetivo principal de la inspección es describir el estado estructural del elemento que se inspecciona. Para tal fin, será necesario detallar primeramente la geometría del elemento inspeccionado según mediciones in situ (a pesar de que existan planos previos). Esta geometría deberá ser obtenida con la mayor precisión posible y dentro de los medios disponibles (desde medición con cintas métricas a uso de equipos avanzados de topografía) y servirá para contrastar posibles movimientos o deformaciones respecto a la geometría inicial.

Asimismo, se deberán detectar y medir todas las patologías significativas, según rangos definidos previamente. La definición de estos rangos (mediciones de longitud de juntas, fisuras, superficie expuesta a la corrosión) es muy importante para poder cuantificar el grado de las patologías y poder definir posteriormente el estado del elemento (ver apartado correspondiente). Sin embargo, esta definición no es trivial, pues el determinar si el tamaño de un determinado deterioro es peligroso o no, depende de muchos factores.

Para ello, se recomienda establecer criterios en base a porcentajes de presencia de patologías por unidad de superficie o longitud y en función del tamaño de éstas. Sin voluntad de establecer un criterio, la Figura 3 muestra un ejemplo de rangos de daños.

Para la correcta descripción de las patologías y para su posterior ubicación, se deberán describir en texto así como adjuntar esquemas del elemento inspeccionado. Asimismo se deberá también incluir la mayor información gráfica posible (fotografías, videos, etc.).

Grado de corrosión en la armadura del cajón



Satisfactorio	Fluoración puntual en las caras del cajón que no llega a descubrir la armadura del cajón con anchos menores a 0,1 mm en caras expuestas al agua o 0,2 mm en el resto de caras.
Regular	Fluores generalizadas con anchos menores a 0,2 mm en las caras del cajón. Aparecen puntualmente las barras de armado con evidencias de corrosión.
Malo	Fluores con anchos comprendidos entre 0,1 y 0,5 mm en caras expuestas o entre 0,2 y 0,5 mm en el resto de paredes junto con pérdida del recubrimiento de hormigón y corrosión del armado en una superficie menor al 10% del cajón.
Crítico	Fluores con anchos comprendidos entre 0,2 y 0,5 mm en caras expuestas o entre 0,2 y 0,5 mm en el resto de paredes junto con pérdida del recubrimiento de hormigón y corrosión del armado en una superficie mayor al 10% del cajón.

Establecimiento de grado de corrosión de armadura de un cajón de hormigón armado.

Registro y trazabilidad. Fichas de inspección

La inspección de cada elemento deberá resultar en una ficha de inspección. Esta ficha no deberá confundirse con la ficha de inventario, pues ésta describe el elemento en cuestión mientras que la ficha de inspección sólo describe los resultados obtenidos en la inspección estructural del elemento. Sin embargo, se recomienda anexar o, mejor, vincular informáticamente, las fichas de inspección con el listado de inspecciones presente en las fichas de inventario.

Principalmente, las fichas de inspección deberán recoger la presencia de patologías en dos formatos:

- Cuadro resumen de patologías detectadas y grado de éstas
- Plano del elemento con las patologías detectadas y dimensiones de éstas. Las patologías serán indicadas mediante simbología representativa y fácilmente identificable.

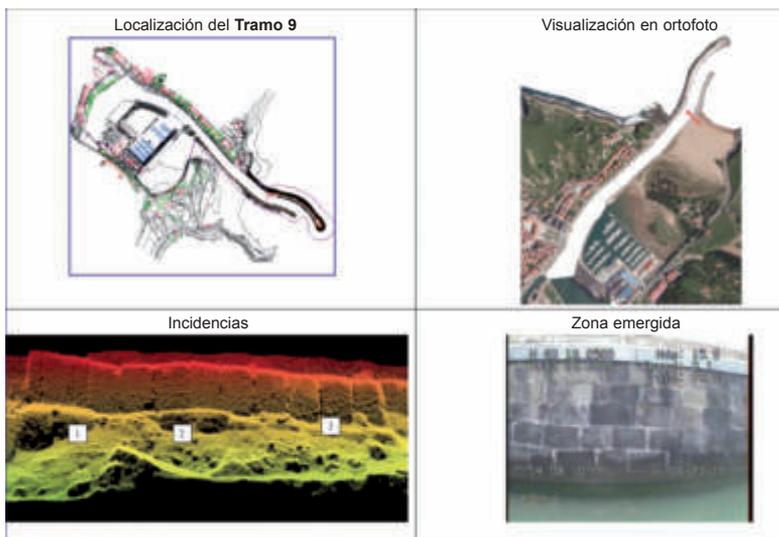
De forma más general, las fichas deberán recoger la siguiente información:

- Codificación elemento (acorde a codificación inventario)
- Fecha
- Nombre inspector
- Medios utilizados
- Ubicación elemento
- Número o tramo de elemento
- Fotografía general del elemento en el día de inspección
- Parte del elemento inspeccionada y grado de inspección (básica o detallada)
- Cuadro resumen de patologías detectados
- Plano del elemento con patologías detectadas. .
- Fotografías de patologías detectadas

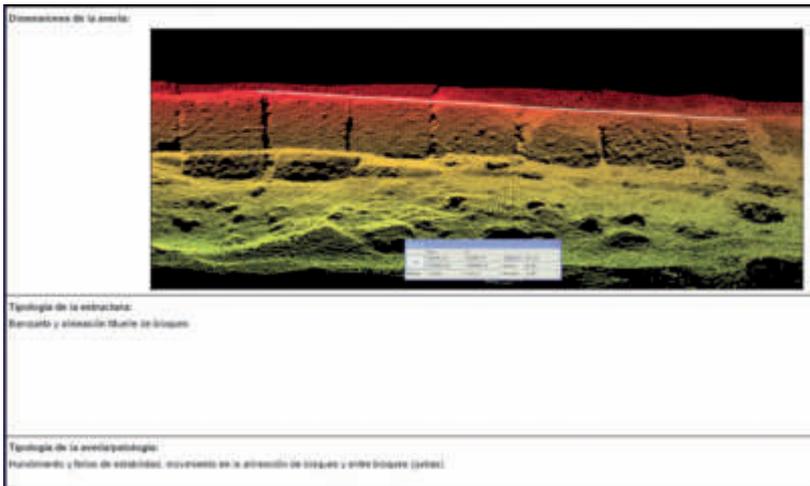
- Observaciones (dificultades en inspección, patologías sin determinar, obstáculos en fondo...)
- Conclusiones Estado global por parte del inspector
- Conclusiones estado global a partir de datos medibles (parámetros)

El formato de las fichas de inspección deberá ser lo más claro y sencillo posible, para poder trabajar in situ con facilidad.

Ejemplo de ficha de inspección de muelles.



Ejemplo de detalle de la información que puede contener una ficha de inspección de muelles.



Ejemplo de detalle de la información que puede contener una ficha de inspección de muelles.

Monitorización: Técnicas y equipos

En función de la estructura y elementos a inspeccionar así como del tipo de patología a detectar se deberá plantear una estrategia de monitorización específica para cada caso. La monitorización requerirá de una metodología y medios diferenciados que también deberá tener en cuenta las condiciones ambientales y la configuración propia de cada emplazamiento.

La aproximación a dar a la monitorización puede venir definida por los equipos y técnicas de inspección o bien por el elemento a inspeccionar y los condicionantes de su ubicación. En este sentido se considera oportuno describir *grosso modo* las técnicas existentes, su aplicación potencial según la tipología de elemento y la precisión necesaria de detección de sus posibles patologías así como sus restricciones generales, información que proveen y observaciones a considerar.

Hay que tener en cuenta que en algunos casos será necesario emplear combinaciones de varias técnicas y equipos. Asimismo en muchas de las técnicas será necesario un procesado empleando software y modelos específicos.

Con objeto de llevar a cabo una clasificación de las técnicas y equipos existentes se distinguirá entre aquellas directas e indirectas, además en función del ámbito de estudio se propone la distinción entre zona sumergida y zona emergida.

Sonda multihaz

Este tipo de sondador está formado por elementos basados en el estado del arte de la última tecnología internacionalmente aceptada para multihaz de alta precisión, así como sistemas de tratamiento de imagen digital. Este equipo permite realizar traba-

Zonificación	Medida	Descripción técnica	Aplicación	Patologías	Cobertura y Precisión ¹	Restricciones	Información y observac.
Sumergida	Indirecta	Multihaz	Paramentos verticales, taludes y fondos		Total < 5 en Z <1 en XY	Alta concentración de finos en suspensión. Penetración en oquedades profundas	XYZ, imágenes y modelos 3D Asociado a software y a equipos periféricos.
		Sónar	Paramentos verticales, taludes y fondos		Total	Densidad de las capas de agua. Penetración en oquedades profundas	Asociado a software y a equipos periféricos. Proporciona información geomorfológica
		Video Sub.	Paramentos verticales, taludes y fondos		Parcial en recorrido. Gráfica a referenciar	Operatividad. Turbidez. Fondo oquedades.	Información gráfica georreferenciada
		ROV's	Paramentos verticales, taludes y fondos		Parcial en recorridos. Gráfica a referenciar	Operatividad. Turbidez en video. Fondo oquedades.	Depende del equipo instalado: Image sonar o video
		Sísmica	Taludes y fondos		Puntual transecto. <15 cm espesor	Penetración en función del tipo de material de fondo. Límite basamento rocoso.	Espesores de material hasta límite rocoso o muy consolidado Tipo de material y configuración perfil sísmico.
		Buzos	Paramentos verticales, taludes y fondos		Puntual. Interpretación espacial y medidas directas (regla,...)	Turbidez, profundidad, rendimiento y morfología de la patología	
		Fotogrametría					
	Láser 3D	Todos los paramentos verticales		Total = 5 cm			
	Topografía						
Directa	Sensores Movimiento						
	Medidas geometría						

Factor seguridad-costo

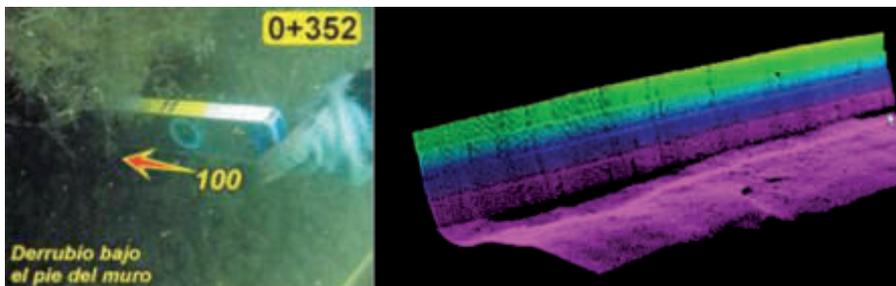
¹ Dependerá de los equipos de posicionamiento (DGPS, RTK; USBL,...) y periféricos (mareógrafos, sensores de movimiento,...).

jos de alta resolución según los más altos estándares internacionales, incluyendo el de la Organización Hidrográfica Internacional. Dispone de un nº de haces (óptimo entre 128 y 256) que enfocados lateralmente mediante la nube de puntos genera imágenes georreferenciadas fieles a la realidad de los paramentos verticales.

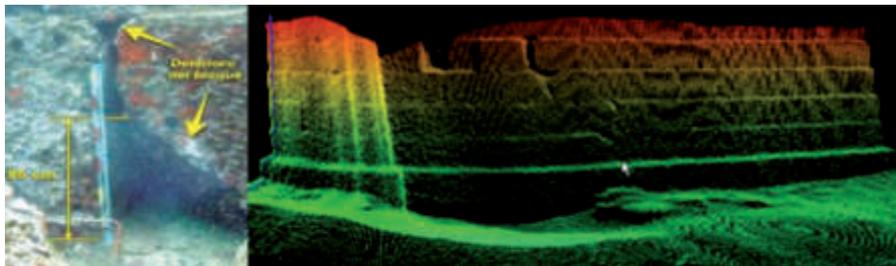
Este sistema, gracias a su sistema de haces enfocados y a tener un barrido compuesto de gran nº de haces, formando un ángulo determinado ángulo (óptimo de 100 a 140°, puede obtener una resolución en vertical de 6 mm y de 2,5 cm en campos próximos.

El registro de datos obtenido se procesará con objeto de disponer de mediciones en los distintos planos, principalmente los verticales, con las precisiones requeridas para realizar un diagnóstico de patologías existentes.

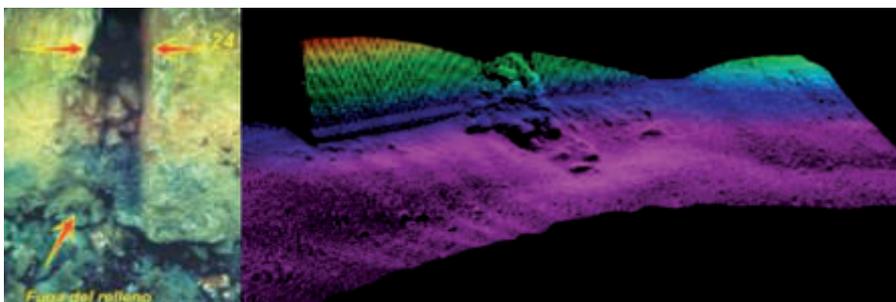
Ejemplos de Monitorización de patologías y averías de los diferentes elementos



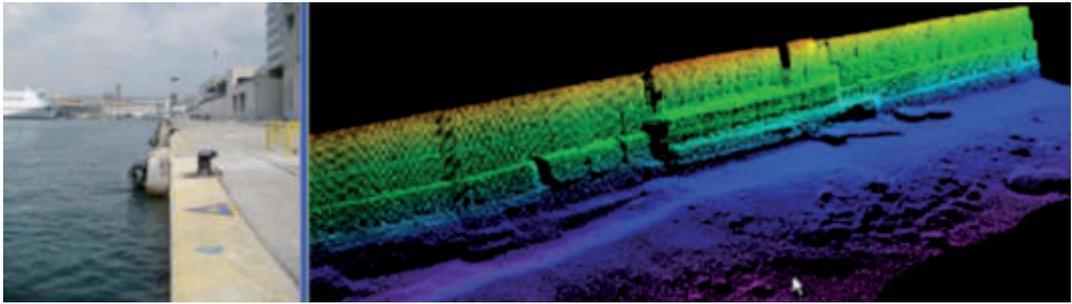
Descalce bajo cimentación.



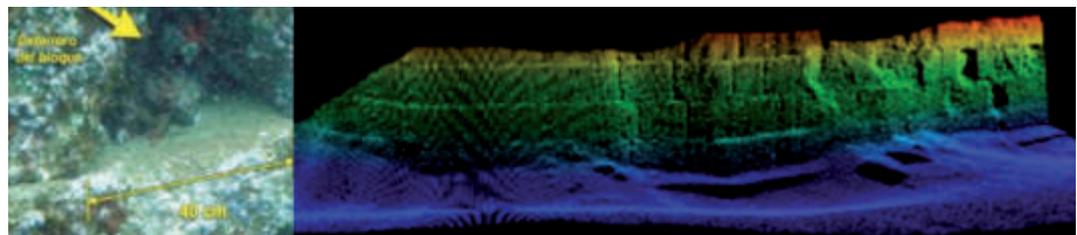
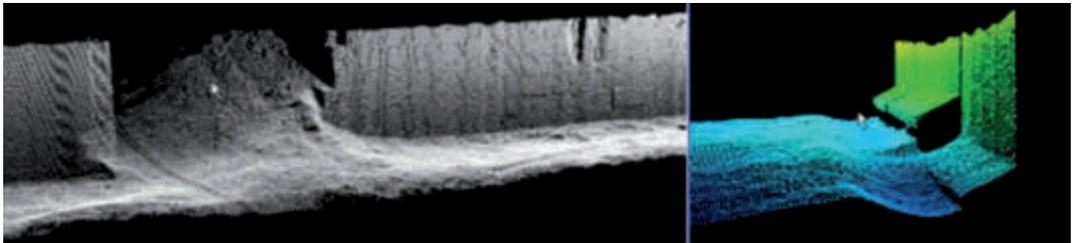
Fisuración de un bloque.



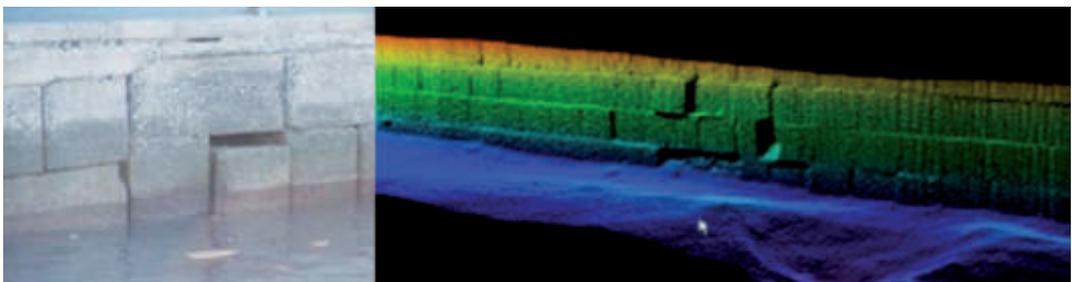
Salida de relleno a través de juntas.



Desalineación de un muelle de bloques.

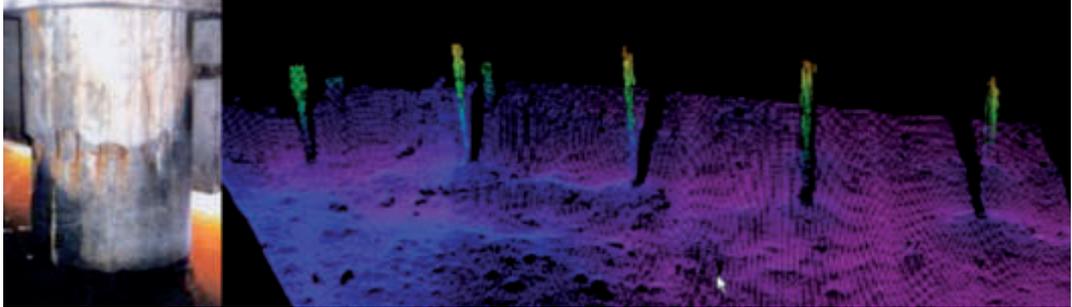


Pérdida de sección de un bloque.



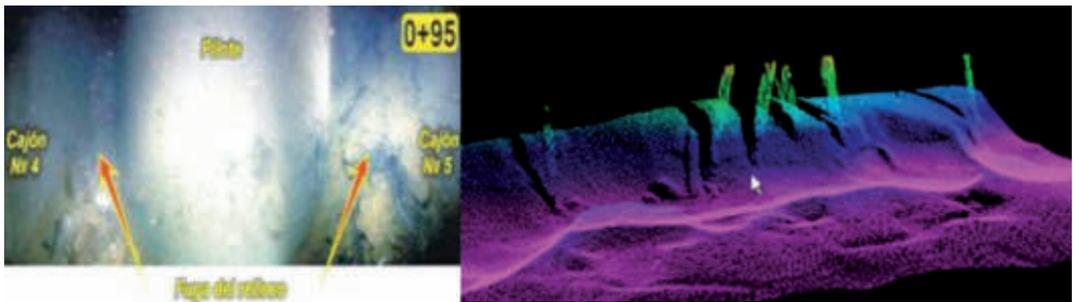
Movimiento individual de un bloque.

Muelles de pilotes



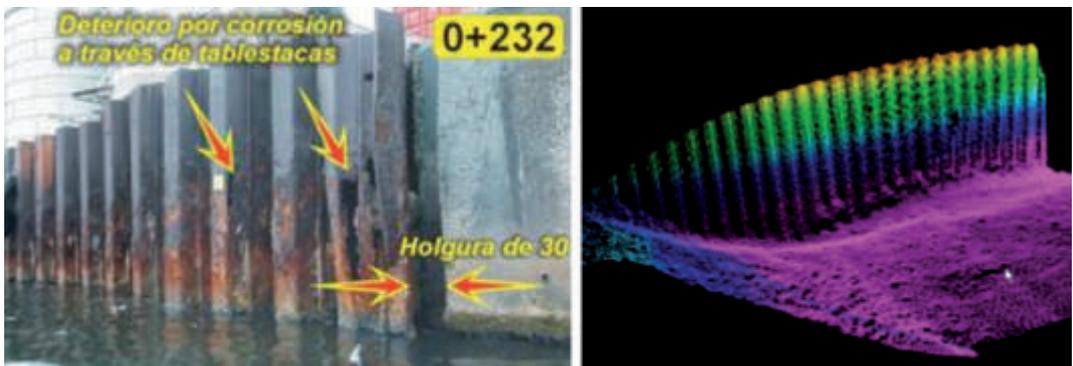
Corrosión de armadura de un pilote.

- Fuga relleno trasdós



Fuga del relleno de trasdós.

Muelles de tablestacas



Corrosión de tablestacas.

PATOLOGÍAS Y AVERÍAS FUNCIONALES: CLASIFICACIÓN, CAUSAS Y EFECTOS

A continuación se realiza una descripción de las patologías básicas de distintos elementos relacionados con los muelles o estructuras de atraque de un muelle. Las patologías descritas son las más utilizadas por los autores de este documento en el análisis estructural de estos elementos, si bien es recomendable investigar para ampliar el abanico propuesto.

MUROS DE MUELLE Y PANTALANES

Las tipologías de muelles más habituales en los puertos españoles son: muelles de gravedad (de bloques de hormigón o cajones de hormigón armado), muelles pantalla (tablestacas, muros de hormigón) y muelles de pilotes.

La resistencia de los muelles de gravedad es proporcionada por el peso propio de la estructura así como el empuje pasivo del terreno en la cimentación del muelle. Por otro lado, la resistencia de los muelles pantalla es proporcionada en parte por el empuje pasivo del terreno y en parte por la propia resistencia estructural de la pantalla o posibles anclajes. Los muelles de pilotes transmiten la carga normalmente desde una losa hacia los pilotes, cuya fuerza es resistida por la acción del terreno (fuste o punta).

Los problemas de estabilidad de muelles podrán venir provocados por patologías que comporten disminución de la capacidad resistente del muelle, tanto por disminución de la capacidad de la propia estructura (pérdidas de sección de hormigón, corrosión de pilotes o tablestacas, etc), como por disminuciones de la capacidad portante del terreno (socavaciones). También por patologías derivadas de errores de diseño o de construcción, que supongan fallos estructurales (rotura de secciones) como por fallos del terreno (hundimientos, fallos de estabilidad global).

Los problemas de disminución de la operatividad del muelle podrán venir derivados por asentamientos de la superficie (presencia de cavernas, pérdida de relleno, asiento de pilotes, etc.), desalineaciones del muelle (movimientos diferenciales del muelle, pérdidas de sección, etc.) o cualquier tipo de irregularidad geométrica que pueda dificultar las operaciones habituales.

En base a lo anteriormente citado, a continuación se realiza una descripción de las distintas patologías que pueden afectar las distintas tipologías de muelles así como las causas y efectos de éstas.

Muelles de bloques

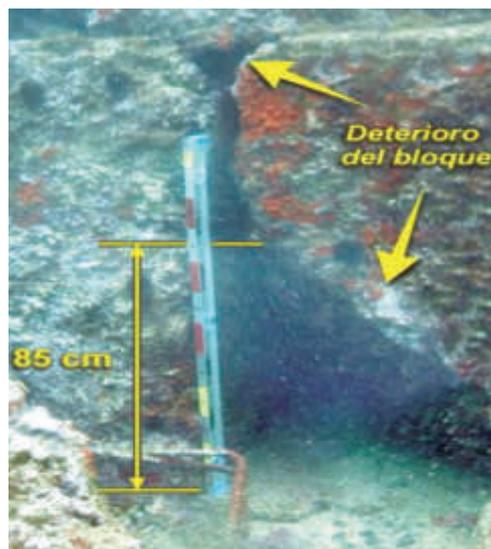
- Descalces bajo cimentación
 - Causas: efectos corrientes y hélices, movimientos y asentamientos, errores de diseño, errores de construcción.
 - Efectos: pérdida de estabilidad, asiento de explanada.



Descalce bajo cimentación.

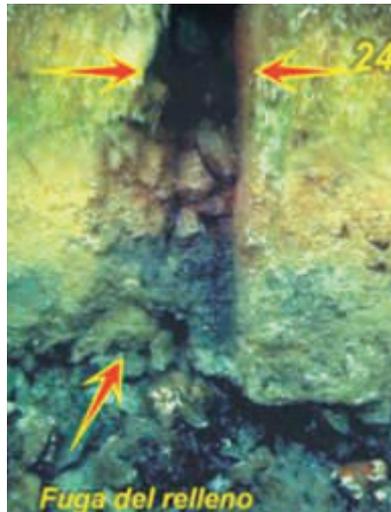
● Fisuración bloques

- Causas: movimientos y asentamientos, solicitaciones excesivas de la estructura, retracción en fase de construcción, abrasión, errores de construcción.
- Consecuencias: pérdida de relleno, pérdida de estabilidad, asientos de explanada.



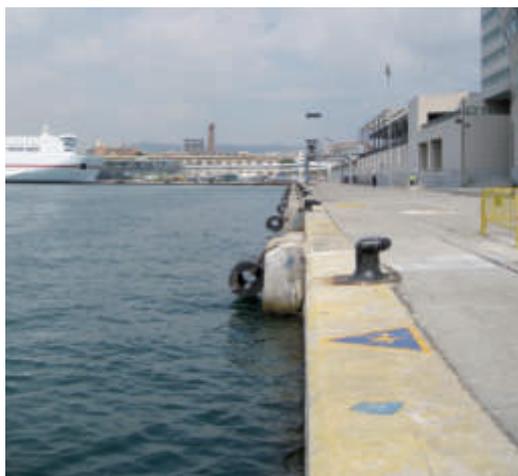
Fisuración de un bloque.

- Salida relleno a través juntas
 - Causas: errores de construcción, asentamientos, rotura de bloques, falta de trasdós adecuado, errores de diseño.
 - Consecuencias: pérdida de relleno, asientos explanada, formación de cavernas bajo pavimentos rígidos.



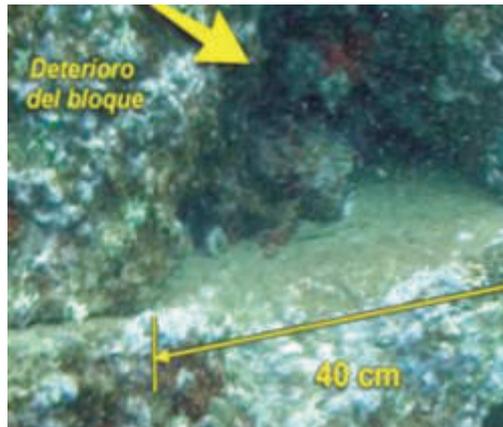
Salida de relleno a través de juntas.

- Inclinación o deslizamiento muelle
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, existencia de terreno con baja capacidad portante, sollicitaciones excesivas de la estructura, descalce del muelle.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, inestabilidades locales, asientos locales.



Desalineación de un muelle de bloques.

- Pérdida sección bloques
 - Causas: ataque químico, abrasión, errores de construcción, errores de diseño, retracción en fase de construcción, movimientos y asentamientos, sollicitaciones excesivas de la estructura.
 - Consecuencias: deformación, inestabilidades, rotura y propagación del daño por mal asiento de los bloques superiores.



Pérdida de sección de un bloque.

- Movimiento individual bloque
 - Causas: movimientos y asentamientos, efecto corrientes, errores de construcción.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, asientos explanada, deslizamiento bloques individuales por falta de cargas verticales.



Movimiento individual de un bloque.

- Hundimiento y fallos estabilidad global
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, existencia de terreno con baja capacidad portante, sollicitaciones excesivas de la estructura.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, inestabilidades locales, asentos locales

Muelles de pilotes

- Deterioro de armadura pilotes
 - Causas: corrosión, ataque químico, abrasión, errores de construcción.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad.



Corrosión de armadura de un pilote.

- Corrosión armadura losas superiores
 - Causas: ataques químicos, abrasión, errores de construcción
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad



Corrosión de armadura de una losa superior en muelle.

- Fuga relleno trasdós
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, movimientos y asentamientos, rotura de elementos de contención del trasdós, falta de filtro de relleno del trasdós.
 - Consecuencias: pérdida de relleno, asientos explanada, formación de cavernas bajo pavimentos rígidos.



Fuga del relleno del trasdós.

- Erosión fondo alrededor pilotes
 - Causas: efecto corrientes y hélices.
 - Consecuencias: pérdida estabilidad.
- Hundimiento y fallos estabilidad geotécnica
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, existencia de terreno con baja capacidad portante, sollicitaciones excesivas de la estructura.
 - Consecuencias: pérdida estabilidad, inestabilidades locales, asientos locales.

Muelles de tablestacas

- Deterioro por corrosión
 - Causas: corrosión acero
 - Consecuencias: pérdida estabilidad, pérdida durabilidad



Corrosión de tablestacas.

- Rotura anclajes
 - Causas: corrosión acero, errores de construcción, sollicitaciones excesivas de la estructura, errores de diseño, punzamiento del tirante.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad.



Corrosión de tablestacas.

- Movimientos y flechas excesivas tablestacas
 - Causas: corrosión acero, errores de construcción, solicitaciones excesivas de la estructura, errores de diseño
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad
- Salida relleno a través juntas o agujeros
 - Causas: corrosión acero, errores de construcción, solicitaciones excesivas de la estructura, errores de diseño, salida de relleno por válvulas de drenaje
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad



Corrosión de tablestacas.

- Erosión de fondo
 - Causas: efecto corrientes y hélices.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad.

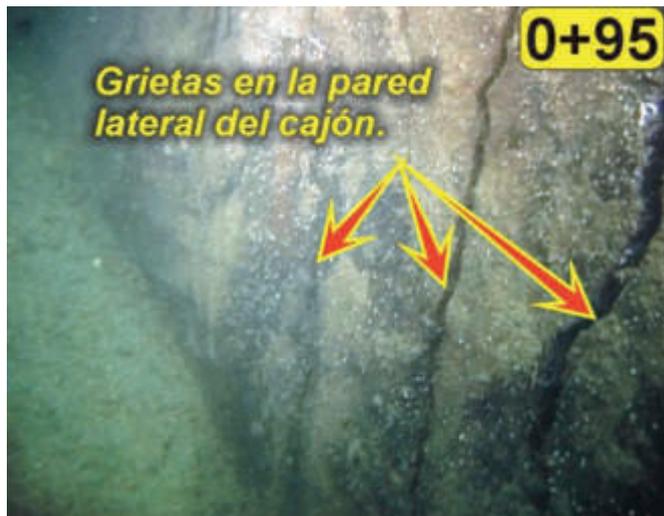
Muelles de cajones de hormigón armado

- Descalces bajo cimentación
 - Causas: efecto corrientes y hélices, movimientos y asentamientos, errores de diseño, errores de construcción.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, asientos explanada.
- Salida relleno a través juntas
 - Causas: errores de construcción, asentamientos.
 - Consecuencias: pérdida de relleno, asientos explanada, formación de cavernas bajo pavimentos rígidos.
- Corrosión de la armadura del cajón
 - Causas: corrosión, errores de construcción, errores de diseño, abrasión.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad.



Corrosión de la armadura del cajón.

- Roturas en la pared del cajón
 - Causas: corrosión, ataque químico, errores de construcción, errores de diseño, sollicitaciones excesivas, movimientos y asentamientos, impacto de un buque.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, pérdida de durabilidad.



Roturas en la pared del cajón.

- **Inclinación o deslizamiento muelle**
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, existencia de terreno cohesivo.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, asientos explaineda.



Inclinación de un muelle hacia la dársena.

- **Hundimiento y fallos estabilidad geotécnica**
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, existencia de terreno con baja capacidad portante, solicitaciones excesivas de la estructura.
 - Consecuencias: pérdida de estabilidad, inestabilidades locales, asientos locales.

ELEMENTOS DE ATRAQUE Y AMARRE

Los elementos de atraque y amarre son elementos clave en los muelles. Dado su uso continuado, y el tipo de acciones que estos reciben (cargas elevadas en general de impacto), éstos están sometidos a procesos de fatiga. La correcta inspección y mantenimiento de estos elementos es clave para evitar problemas de operatividad o incluso de seguridad en el atraque de buques.

Bolardos y ganchos de escape rápido

- Rotura de anclajes
 - Causas: solicitaciones excesivas, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo del bolardo, pérdida de operatividad.
- Pérdida de sección en anclajes
 - Causas: protección inadecuada, errores de diseño, falta de mantenimiento.
 - Consecuencias: fallo del bolardo, pérdida de operatividad.
- Rotura de sección principal del bolardo
 - Causas: solicitaciones excesivas, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo del bolardo, pérdida de operatividad.
- Pérdida de sección principal del bolardo
 - Causas: protección inadecuada, errores de diseño, falta de mantenimiento.
 - Consecuencias: fallo del bolardo, pérdida de operatividad.

Defensas

- Rotura de anclajes o cadenas
 - Causas: solicitaciones excesivas, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo de la defensa, pérdida de operatividad.
- Deformación excesiva de los elementos amortiguadores
 - Causas: mal apoyo de buques, atraques de buque de mayor porte a los previstos, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo de la defensas, pérdida de operatividad.
- Rotura de los elementos amortiguadores
 - Causas: mal apoyo de buques, atraques de buque de mayor porte a los previstos, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo de la defensa, pérdida de operatividad.
- Disgregación o deterioro de los elementos amortiguadores
 - Causas: protección inadecuada, errores de diseño.
 - Consecuencias: fallo de la defensa, pérdida de operatividad.

EXPLANADAS ASOCIADAS A MUELLES

Las patologías presentes en explanadas de muelles serán aquellas que afectan al pavimento (de hormigón, mezcla bituminosa, etc.) o a la base de éste. Las patologías de las explanadas podrán venir generadas por problemas de pérdida de relleno, movimientos del muelle o patologías propias de los pavimentos. La presencia de patologías en las explanadas derivará generalmente en fallos operacionales, si bien puede suponer también el colapso de estructuras en él apoyadas y consiguientemente fallos de estabilidad.

- Fisuración pavimento
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, solicitaciones excesivas en el muelle, asientos en la base, lavado del relleno de base.
 - Consecuencias: pérdida de durabilidad, pérdida de operatividad, inestabilidad



Fisuración de pavimento.

- Asientos en superficie
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, solicitaciones excesivas en el muelle.
 - Consecuencias: pérdida de durabilidad, pérdida de operatividad.
- Presencia de cavernas
 - Causas: lavado de relleno, errores de construcción, errores de diseño.
 - Consecuencias: pérdida de durabilidad, inestabilidad, pérdida de operatividad.



Asiento en superficie.



Caverna en un muelle.

- Rotura elementos drenaje
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño.
 - Consecuencias: pérdida de operatividad.



Rotura de un elemento de drenaje.

- Apertura junta entre elementos constructivos
 - Causas: errores de construcción, errores de diseño, solicitaciones excesivas en el muelle, asientos en la base.
 - Consecuencias: pérdida durabilidad, pérdida operatividad, inestabilidad.

PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES

Planteamiento general del proceso de priorización

El texto se vuelve a centrar en la propia infraestructuras de los muelles, puesto que el resto de elementos (bolardos, defensas, etc.) permiten una priorización más simple.

El proceso planteado se inicia con la recopilación de los datos de inventario mediante la creación de unas fichas descriptivas generales de cada uno de los muelles. El inventario se sintetiza en fichas que describen las características principales de los muelles así como un historial de uso y mantenimiento.

Mediante los datos establecidos en dichas fichas se definen unos índices que finalmente son los que nos permiten establecer prioridades y crear un orden de actuación para las inspecciones o para las actuaciones de conservación en el caso de muelles.

En este caso, a estos índices los hemos nombrado como:

- **Índice de Actividad:** indica el grado de actividad del muelle, midiendo el grado de ocupación del mismo con los datos más actuales posibles.
- **Índice de uso:** pretende valorar cuatro conceptos relacionados con el uso que se le da al muelle.

Existencia de grandes cargas que incidan o afecten directamente a la estructura del muelle.

Uso actual del muelle en relación al uso para el que fue concebido, especialmente si el uso actual genera mayores solicitaciones sobre el muelle que el que provocaba el tipo de utilización para el que fue dimensionado.

Utilización del muelle por parte de embarcaciones con hélices laterales, factor determinante en la socavación de los pies de la banqueta de los muelles.

Utilización del muelle de forma habitual por las mismas embarcaciones, hecho que puede suponer daños localizados por fatiga, producidos por acciones repetitivas sobre zonas localizadas.

- **Índice Estructural:** indica la tipología estructural del muelle.
- **Índice de Antigüedad:** indica el tiempo transcurrido desde la construcción de la infraestructura.
- **Índice de Mantenimiento:** indica si se han realizado históricamente actuaciones de mantenimiento, refuerzo o reparación sobre el mismo.

Dando valores a éstos índices y ponderando esos valores obtenemos un índice global que hemos denominado Vulnerabilidad en el cual nos basamos para crear el Cuadro de Periodicidad Inicial de las Inspecciones. Este cuadro es el que nos establece finalmente el Programa de Inspecciones, o la necesidad de estudiar acciones específicas de conservación.

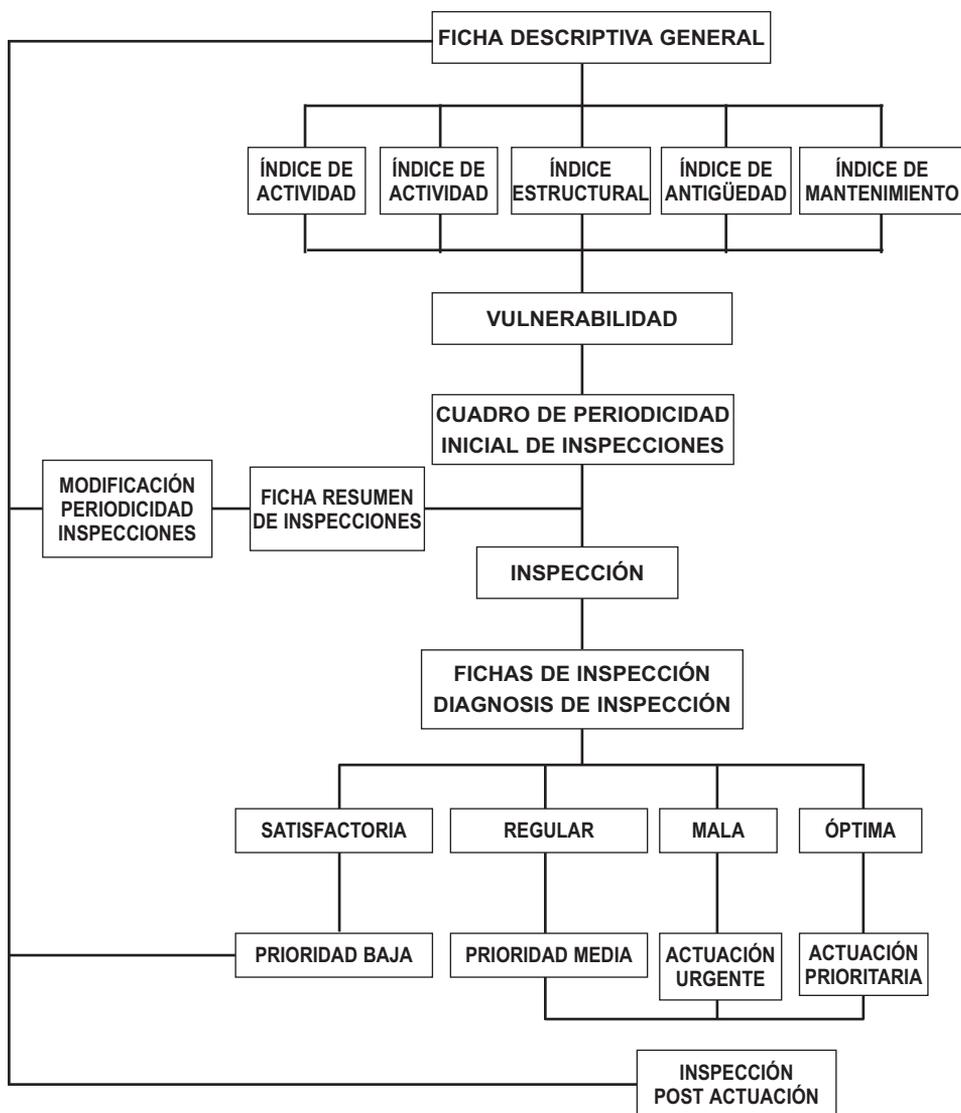
El proceso permite establecer también como debería variar la periodicidad de las inspecciones en función del resultado de la propia inspección.

Para ello hemos definido una Ficha tipo para una inspección ordinaria que nos da, de forma sintética, una diagnosis de la inspección. Esta diagnosis puede, de forma

muy simplificada, establecer cuatro posibilidades en el resultado obtenido en la inspección: inspección satisfactoria, regular, mala o crítica.

Este resultado genera, por un lado, la necesidad o no de planificar una actuación que resuelva o minimice las posibles patologías encontradas y, por otro, puede modificar la periodicidad de las inspecciones a realizar en relación al Cuadro de Periodicidad Inicial de las Inspecciones.

Todo lo anteriormente explicado se puede apreciar de una forma más gráfica en la siguiente esquema:



Establecimiento de índices de estado

Índice de antigüedad

Se determinan tres niveles:

- G1 para muelles de antigüedad inferior a los 10 años
- G2 para antigüedades comprendidas entre los 10 y los 30 años
- G3 para antigüedades mayores de 30 años

Índice estructural

Se establecen cinco posibilidades con la siguiente denominación:

- T1 para muelles de bloques
- T2 para muelles de tablestacas metálicas
- T3 para muelles de cajones de hormigón armado
- T4 para muelles ejecutados con hormigón sumergido
- T5 que engloba cualquier tipología diferente a las anteriores

Índice de actividad

Existirán cuatro valores diferentes en función del porcentaje de ocupación medio del muelle en un periodo temporal correspondiente a un año natural, para coincidir con los periodos habituales en los que se establecen habitualmente dichas estadísticas. Los valores serán los siguientes:

- A1: muelles con una ocupación baja, inferior al 5%
- A2: muelles de ocupación media, entre el 5 y el 15%
- A3: muelles de ocupación alta, entre el 15 y el 25%
- A4: muelles de ocupación muy alta, mayor del 25%

Índice de mantenimiento

Se ha considerado suficiente la diferenciación de únicamente 2 valores por este concepto, en función de si, durante la vida del muelle se ha realizado alguna acción de mantenimiento preventivo o correctivo, para tener en cuenta el hecho de que ya existieron patologías.

De esta forma denominamos que un muelle tiene un índice de mantenimiento:

- M1: se ha realizado alguna acción de mantenimiento o reparación
- M2: nunca se han realizado reparaciones o mantenimiento correctivo

Índice de uso

El Índice de Uso, tal y como se ha comentado anteriormente, contempla tres conceptos: la utilización de maquinaria pesada sobre el muelle, el atraque de embarcacio-

nes con hélices laterales, y el atraque repetitivo de los mismos buques en las mismas zonas y de la misma forma.

Se han establecido cuatro coeficientes de uso, del U1 al U4, en función de las posibles consecuencias, de menor o mayor gravedad, de la combinación de dichas acciones sobre un mismo muelle.

La determinación del Índice se realiza según la siguiente tabla:

	Maquinaria pesada	Atraques repetitivos	Hélices laterales
Maquinaria pesada	U2	U4	U3
Atraques repetitivos	U4	U2	U3
Hélices laterales	U3	U3	U1

Identificación del déficit de conservación. Vulnerabilidad

Las inspecciones realizadas a los distintos elementos deberán concluir definiendo conclusiones cuantitativas (índices de estado) así como cualitativas (estado estructural general del elemento).

Conclusión cuantitativa: presencia y grado de patologías e índices de estado

En base a los grados de las patologías se deberá poder describir el estado general de las estructuras, tanto en lo que refiere a estado estructural (estabilidad) como operativo (funcionalidad). Para ello, es recomendable diseñar dos índices distintos:

- Índice de estado estructural: hará referencia al estado estructural del elemento, describiendo si este puede fallar o colapsar.
- Índice de estado operativo: hará referencia a la operatividad del elemento, describiendo si este puede seguir siendo usado.

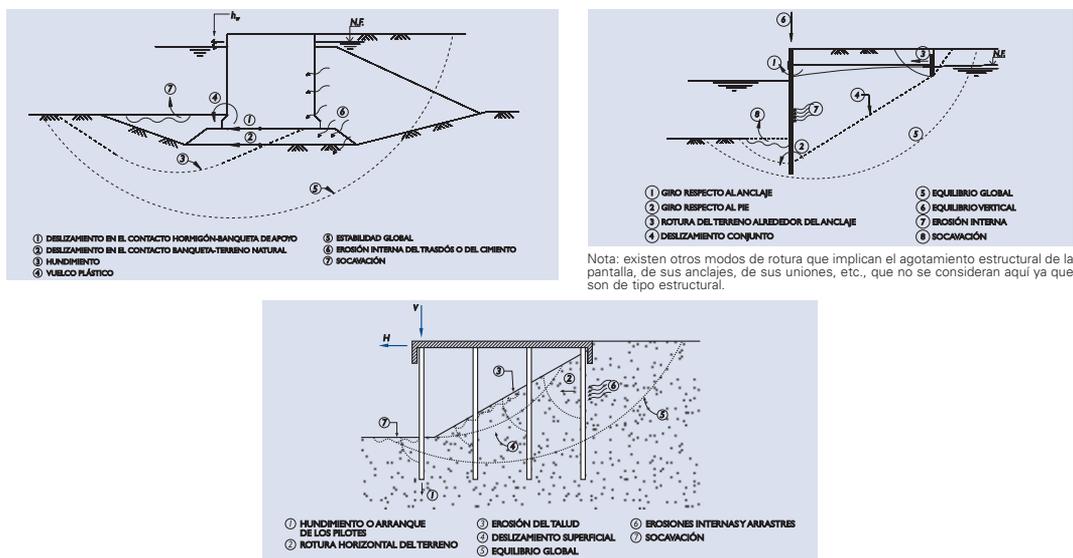
Cada uno de estos índices podrá tomar, por ejemplo, cuatro estados, tales como:

- Satisfactorio
- Regular
- Malo
- Crítico

Para el cálculo de estos índices se deberán desarrollar las fórmulas de obtención de éstos. Éstas fórmulas tendrán en cuenta el estado de las distintas partes que configuran un elemento (por ejemplo, en el caso de un muelle de bloques: banqueteta, bloques, trasdós, explanada...) y en base a los criterios de combinación de patologías

establecido, se determinará el estado general de la estructura (por ejemplo: elevada presencia de juntas abiertas y pérdida de relleno + desniveles en explanada = estado estructural malo o estado operativo crítico).

Para la realización de estas formulaciones de índices de estado, es muy recomendable estudiar, a partir de diagramas de árbol, los distintos modos de fallo que puedan aparecer en un muelle (ver figura siguiente) y las consecuencias de su ocurrencia y combinación. Así, se podrá desarrollar una fórmula de mínimos en la que la aparición de un “estado crítico” para una de las partes suponga definir el “estado crítico” para el elemento. Se podría asimismo, definir también “estado crítico” cuando existan dos elementos en “estado malo”.



Modos de fallo habituales por distintas tipologías de muelles. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: muelles de gravedad, muelles pantalla, muelles de pilotes. Fuente: ROM 0.5-05.

Conclusión cualitativa: estado general del elemento

Dado el hecho que el inspector estará llevando a cabo la inspección de todos, o la mayoría, de los elementos de una misma tipología, así como su posible experiencia en inspecciones previas (es muy recomendable formar personal en la realización de inspecciones) es importante disponer de una conclusión por su parte del estado estructural de cada uno de los elementos, que permitirá ser comparado con las conclusiones cuantitativas obtenidas a partir de los grados de las patologías presentes así como de las formulaciones para las obtenciones de índices de estado.

Una vez obtenidos los índices de estado de las estructuras inspeccionadas, y con la vulnerabilidad asociada a éstas, se podrá proceder a definir el nivel de alerta de la estructura (identificación del déficit de conservación). Éste nivel de alerta permitirá

priorizar las actuaciones de reparación o incrementar la cadencia en las inspecciones a realizar. A continuación se muestra un ejemplo de cálculo del nivel de alerta en la evaluación de muelles, si bien es muy aconsejable estudiar en profundidad el diseño de estos niveles de alerta.

Nivel de alerta		Vulnerabilidad (asociada al riesgo de fallo)			
		Alta	Media	Baja	Muelle fuera de uso
Estado asociado al riesgo de fallo	Satisfactorio	Verde	Verde	Verde	Verde
	Regular	Rojo	Amarillo	Amarillo	Verde
	Malo	Rojo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
	Critico	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

Tabla 5. Vulnerabilidad		Criterio
Alta		Maquinaria pesada con uso intenso de las instalaciones
Media		Maquinaria pesada con uso normal de las instalaciones Maquinaria ligera con uso intenso de las instalaciones
Baja		Maquinaria ligera con uso normal de las instalaciones
Muelle fuera de uso		No operatividad de la infraestructura

Tabla 6. Niveles de alerta		Color
Alto		Rojo
Medio		Amarillo
Bajo		Verde

Ejemplo de tabla de índices de estado en la evaluación de muelles.

Parte tercera

ALGUNOS CASOS PRÁCTICOS:

- Descripción de los trabajos realizados en la Autoridad Portuaria de Baleares para la implantación de un sistema de gestión integral para la conservación (Fernando Berenguer Reula)
- Sistema de gestión de firmas de la Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras (Manuel Díaz Gómez)
- Esquema del sistema de gestión para la conservación y mantenimiento del puerto deportivo Isla Canela (Manuel Germain Bravo y Jesús Rebollo Ruiz)
- Gestión de la red industrial de telecomunicaciones de la Autoridad Portuaria de Málaga (José Manuel López Chorro)

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LA AUTORIDAD PORTUARIA DE BALEARES PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA CONSERVACIÓN



Fernando Berenguer Reula¹

ANTECEDENTES

La Autoridad Portuaria de Baleares inició hace unos diez años los trabajos para implantar en el Departamento de Conservación un Sistema de Gestión de las actividades que facilitara, por un lado, el seguimiento de los partes de incidencias y de trabajo y, por otro, la gestión de las distintas operaciones de conservación realizadas. Esto exigía, además de un cambio de mentalidad en la forma de trabajar, una inversión en ingeniería y en nuevas herramientas informáticas que finalmente se solventó con la firma el 3 de octubre de 2003 del “Convenio de cooperación técnica y científica, entre el Ente Público Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de Baleares, para el desarrollo y aplicación de una metodología para la gestión de la conservación portuaria”. Es de justicia reconocer que fue la decisión de los dos Organismos la que impulsó el desarrollo de esta nueva forma de gestionar la conservación que, a pesar de estar implantada en los países de nuestro entorno, no se había contemplado hasta entonces entre nuestras Autoridades Portuarias.

La implantación del “Sistema Integral” como indicamos en el título de esta presentación, se ha llevado a cabo en dos etapas: la primera se inició en el año 2004 y consistió en sistematizar los trabajos de conservación, lo que nos permitió gestionar la conservación correctiva y, la segunda, se ha contratado en el año 2008, está prácticamente terminada y ha consistido en la implantación de un sistema de gestión de las inspecciones que nos permitirá acometer con garantía la conservación preventiva.

PRIMERA ETAPA: SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN

Los trabajos correspondientes a esta primera etapa se realizaron con motivo del Convenio firmado con Puertos del Estado citado anteriormente. En resumen los trabajos consistieron en lo siguiente:

¹ Jefe del Departamento de Explotación.



- Homogeneizar y codificar tanto los elementos de la instalación como las distintas operaciones de conservación.
- Definir los flujos del sistema de trabajo estableciendo las responsabilidades de los distintos departamentos para validar las etapas del procedimiento.

Con la implantación del Sistema se consiguió una gran mejora en la gestión de toda la conservación correctiva, no solamente mejorando el seguimiento de las incidencias sino, también, facilitando la planificación anual pues a través de los partes de operaciones se fue adquiriendo un conocimiento más exacto de la distribución del gasto y de las necesidades reales en personal, materiales y maquinaria para la conservación de la instalación portuaria.

Es importante destacar la colaboración e implicación del personal en la implantación del Sistema, especialmente celadores, oficiales y peones, que en todo momento vieron en el nuevo sistema una ayuda y no una amenaza a su puesto de trabajo.

A continuación presentamos algunas pantallas del programa informático que da soporte al Sistema de gestión que se desarrolló en esta primera etapa.

PANTALLAS DEL PROGRAMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA APB

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MALLORCA

SALIR: Informes de Incidencias, Informes de Partes de Operaciones, Elementos, Mantenimiento de tablas, Listados de las tablas, Usuario activo, Borrados

Gestión | **Parte de Incidencias** | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

Situación actual de la incidencia nº 0/04 : ACTIVA

1.- Solicitud | 2.- Autorización | 3.- Recepción y encargo | 4.- Inicio de Proceso | 5.- Ordenes de Trabajo | 6.- Parte de Operaciones

Contratación (Celadores) | Contramaestres Vigilancia | Jefatura de Conservación | Encargado | Ordenes de Trabajo marcadas | Parte de Operaciones

Incidencias entre:		
01/01/2007	y	04/09/2007
Nº Incidencia	Fecha	E.
004	01/01/2004	5

Ordenes de Trabajo procedentes de incidencias		
Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
0-104	01/09/2004	C.
0-204	06/09/2004	N.C.
0-304	04/11/2004	C.

Programa de Contrataciones

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
0-104	01/09/2004	C.
0-204	06/09/2004	N.C.
0-304	04/11/2004	C.

VALORACIÓN

PARTE DE OPERACIONES

Revisar trabajos pendientes de ...

NUEVA INCIDENCIA | BORRAR INCIDENCIA | CREAR ORDEN DE TRABAJO PARA UN EXPEDIENTE DEL PROGRAMA

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MALLORCA

SALIR: Informes de Incidencias, Informes de Partes de Operaciones, Elementos, Mantenimiento de tablas, Listados de las tablas, Usuario activo, Borrados

Gestión | **Parte de Incidencias** | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

IMPRIMIR INCIDENCIA

Fecha: 01/01/2004 Hora: 00:00 Procedencia: DIRECCIÓN INCIDENCIA Nº: 0/04

Zona: 0 - PUERTO DE MALLORCA Subzona: 0.- PUERTO

Descripción: Situación y Observaciones:

Urgencia: Departamento encargado: DIRECCIÓN

Instrucción: Cumplimentación y Observaciones: Juan Sitjar

Solicitado por: (Celadores) Autorizado por: (Contramaestres) Recibido encargo: (Jefatura de Conservación) Procesado: (Encargados)

Juan Sitjar Juan Sitjar Juan Sitjar Juan Sitjar

Fecha: 01/01/2004 Fecha: 01/01/2004 Fecha: 01/01/2004 Fecha: 01/01/2004

1.- Solicitud | 2.- Autorización | 3.- Recepción y encargo | 4.- Inicio de Proceso

Contratación (Celadores) | Contramaestres | J. Conservación | Encargado

GENERAR NUEVA ORDEN DE TRABAJO

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MAYORICA

SALIR: [Informes de Incidencias](#) [Informes de Partes de Operaciones](#) [Elementos](#) [Mantenimiento de tablas](#) [Listados de las tablas](#) [Libro activo](#) [Borrados](#)

Gestión | **Parte de Incidencias** | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

IMPRIMIR ORDEN DE TRABAJO

Fecha: 01/01/2003 Procedencia: _____ Nº: _____

Zona: _____ Subzona: _____

Prioridad: _____ Equipo: _____

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
0.104	01/09/2004	C.
0.204	06/09/2004	N.C.
0.304	04/11/2004	C.

Descripción:

Observaciones:

Conforme Encargado: _____

Aceptar Fecha: 01/01/2003

BORRAR ORDEN DE TRABAJO

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MAYORICA

SALIR: [Informes de Incidencias](#) [Informes de Partes de Operaciones](#) [Elementos](#) [Mantenimiento de tablas](#) [Listados de las tablas](#) [Libro activo](#) [Borrados](#)

Gestión | **Operaciones** | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

Operaciones
 Personal

Gasto total de operaciones, por grupo
 Gasto total de operaciones, por zona
 Gasto total de personal, por zona
 Gasto total de materiales, por zona
 Gasto total de Maquinaria, por zona
 Gasto total contratación externa, por zona

1 - Solicitudes 2 - Adu. 4 - Inicio de Proceso 5 - Ordenes de Trabajo 6 - Parte de Operaciones

Comisaría (Coladores) Contramaestres Vigilancia Jefatura de Conservación Encargado Ordenes de Trabajo cursadas Parte de Operaciones

Incidencias entre:
 01/01/2007 y 04/08/2007

Nº Incidencia	Fecha	E.
1404	24/02/2004	B
1604	24/02/2004	B

Ordenes de Trabajo procedentes de Incidencias

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
--------------	------------	----

Programa de Contrataciones

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
--------------	------------	----

VALORACIÓN

PARTE DE OPERACIONES

Revisar trabajos pendientes de _____

NUEVA INCIDENCIA BORRAR INCIDENCIA CREAR ORDEN DE TRABAJO PARA UN EXPEDIENTE DEL PROGRAMA

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MAYORCA

SALIR: Informes de Incidencias | Informes de Partes de Operaciones | Elementos | Mantenimiento de tablas | Listado de las tablas | Usuario activo | Borrado

Gestión | Operaciones | Personal | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

Desglose Operaciones por empleado: (DIN A-3)
Coste de Operaciones realizadas, por empleado.

1.- Solicitud | 2.- Autorización | 3.- Recepción y encargo | 4.- Inicio de Proceso | 5.- Ordenes de Trabajo | 6.- Parte de Operaciones

Comisaría (Celadores) | Contramaestres Vigilancia | Jefatura de Conservación | Encargado | Ordenes de Trabajo cursadas | Parte de Operaciones

Incidencias entre: 01/01/2007 y 04/09/2007

Nº Incidencia	Fecha	E.
1404	24/02/2004	9
1604	24/02/2004	9

Ordenes de Trabajo procedentes de Incidencias

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
--------------	------------	----

Programa de Contrataciones

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
--------------	------------	----

VALORACIÓN

PARTE DE OPERACIONES

Revisar trabajos pendientes de ...

NUEVA INCIDENCIA | BORRAR INCIDENCIA | CREAR ORDEN DE TRABAJO PARA UN EXPEDIENTE DEL PROGRAMA

GESTIÓN DE INCIDENCIAS DEL PUERTO DE PALMA DE MAYORCA

SALIR: Informes de Incidencias | Informes de Partes de Operaciones | Elementos | Mantenimiento de tablas | Listado de las tablas | Usuario activo | Borrado

Gestión | **Parte de Incidencias** | **Orden de Trabajo** | **Parte de Operaciones**

1.- Solicitud | 2.- Autorización | 3.- Recepción y encargo | 4.- Inicio de Proceso | 5.- Ordenes de Trabajo | 6.- Parte de Operaciones

Comisaría (Celadores) | Contramaestres Vigilancia | Jefatura de Conservación | Encargado | Ordenes de Trabajo cursadas | Parte de Operaciones

Incidencias entre: 01/01/2007 y 04/09/2007

Nº Incidencia	Fecha	E.
1404	24/02/2004	9
1604	24/02/2004	9

Ordenes de Trabajo procedentes de Incidencias

Nº O.Trabajo	Fecha O.T.	E.
--------------	------------	----

Metadatos - Datos Generales de la Orden de Trabajo

Zona:

Subzona:

Urgencia:

Encargado:

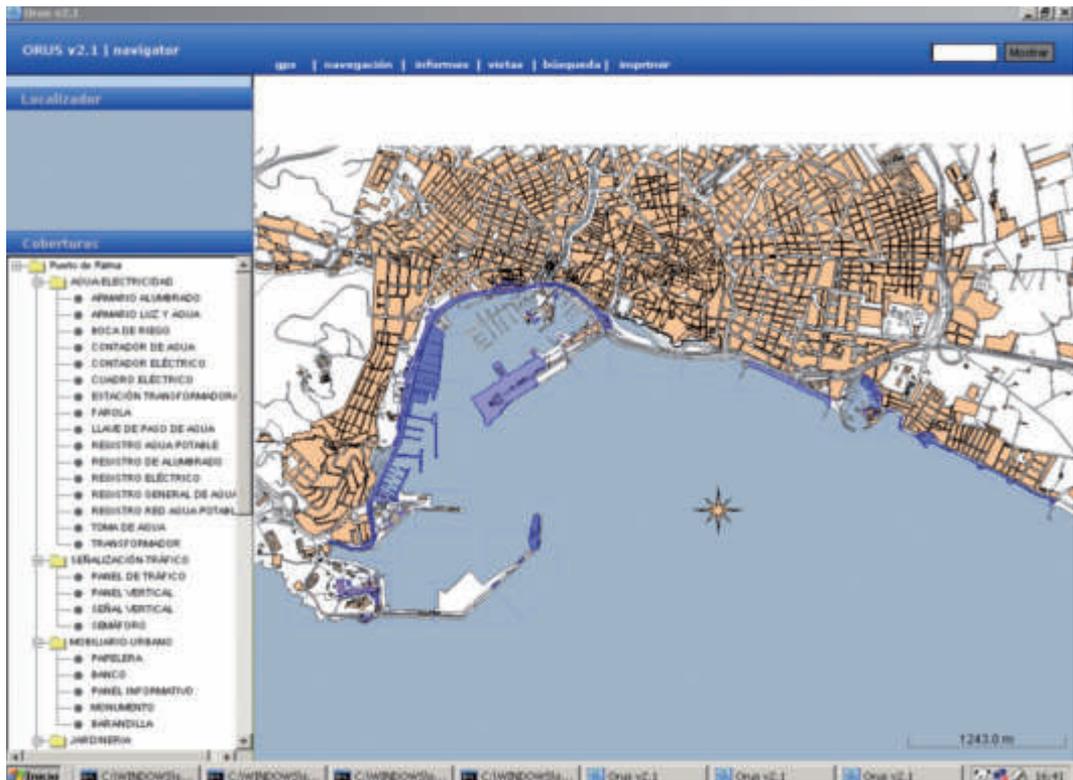
ACEPTAR | CANCELAR

VALORACIÓN

PARTE DE OPERACIONES

Revisar trabajos pendientes de ...

NUEVA INCIDENCIA | BORRAR INCIDENCIA | CREAR ORDEN DE TRABAJO PARA UN EXPEDIENTE DEL PROGRAMA



SEGUNDA ETAPA: SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS INSPECCIONES

Planteamiento general del proyecto

Las grandes inversiones que la Autoridad Portuaria de Baleares ha venido realizando Durante los últimos años verían reducida sensiblemente su eficacia si el resto de la instalación, que se compone de elementos que en muchos casos han superado ya la expectativa de vida para la que fueron proyectadas, no sigue prestando el servicio requerido. Aunque la Autoridad Portuaria dispone de unos equipos de mantenimiento fundamentalmente correctivo, estos resultan, a veces, insuficientes para atender las averías inevitables en algunos elementos de la instalación.

Por lo tanto, surgió la necesidad de implantar un sistema de mantenimiento preventivo que asegurara en todo momento, dentro de lo posible, el servicio que se espera de las distintas instalaciones del puerto, pues solamente las actuaciones de mantenimiento que se adelantan a las inevitables averías de los elementos de la instalación portuaria, tienen posibilidades de evitar que aquellas se produzcan.

Además, hay que resaltar que es precisamente en tiempos de crisis económica, cuando está más indicado acometer estas actuaciones destinadas a la optimización de las inversiones en infraestructuras, tanto en lo que se refiere a la ampliación del

periodo de vida de las mismas como a la disminución de sus costos de mantenimiento.

La APB ha optado por aplicar para su proyecto de mantenimiento preventivo la metodología más moderna que viene utilizándose en los países de alto nivel tecnológico, que es la de gestión de las inspecciones por índices de estado. El método de trabajo se compone de dos partes: la primera consiste en establecer un Sistema que permita disponer de una buena información sobre el estado físico y funcional de los distintos elementos que constituyen la instalación portuaria (inspecciones) y, la segunda, en crear otro Sistema para definir criterios objetivos que permitan establecer un orden de prioridades para justificar las inversiones o los gastos de conservación (priorización), con el fin de optimizar los recursos. Lógicamente, ambos sistemas deben estar perfectamente interrelacionados.

Para lo primero, resulta imprescindible implantar un plan sistemático de inspecciones que garantice la fiabilidad de la información disponible de forma actualizada y, para lo segundo, definir unos índices que de manera objetiva ordenen la urgencia de las actuaciones de conservación de acuerdo con las políticas establecidas por la Autoridad Portuaria.

Este plan para priorizar las actuaciones de conservación, se integrará dentro del sistema de gestión que tiene implantado la APB para gestionar todos los trabajos de conservación, tanto provenientes de la conservación preventiva como de la correctiva. Además de completar el plan integral de conservación, este sistema de gestión de inspecciones tendría entre otras muchas ventajas, la de facilitar la contratación exterior de todo o algunos de los trabajos de conservación que en la actualidad son llevados a cabo por el personal propio de la APB. Se sabe que sólo desde el conocimiento del nivel de estado de la instalación y, por la tanto, del costo real de los trabajos de conservación para mantener un determinado nivel de servicio, se puede preparar un pliego de condiciones para contratar los servicios de empresas privadas de conservación. También facilitará la redacción de los pliegos para la licitación de concesiones y su posterior seguimiento para garantizar el buen uso que el concesionario esté haciendo de la misma. Finalmente, recordar que solamente desde el conocimiento derivado de las inspecciones sistemáticas de todos los elementos del puerto se puede elaborar un Plan Anual de Conservación fiable.

Desarrollo del proyecto

El principal objetivo para el desarrollo del proyecto ha sido establecer un sistema de trabajo que permita que todas actuaciones derivadas del mismo se incorporen al plan de trabajos diario de la División de Conservación de la A P. En éste sentido se ha venido trabajando de la siguiente manera:

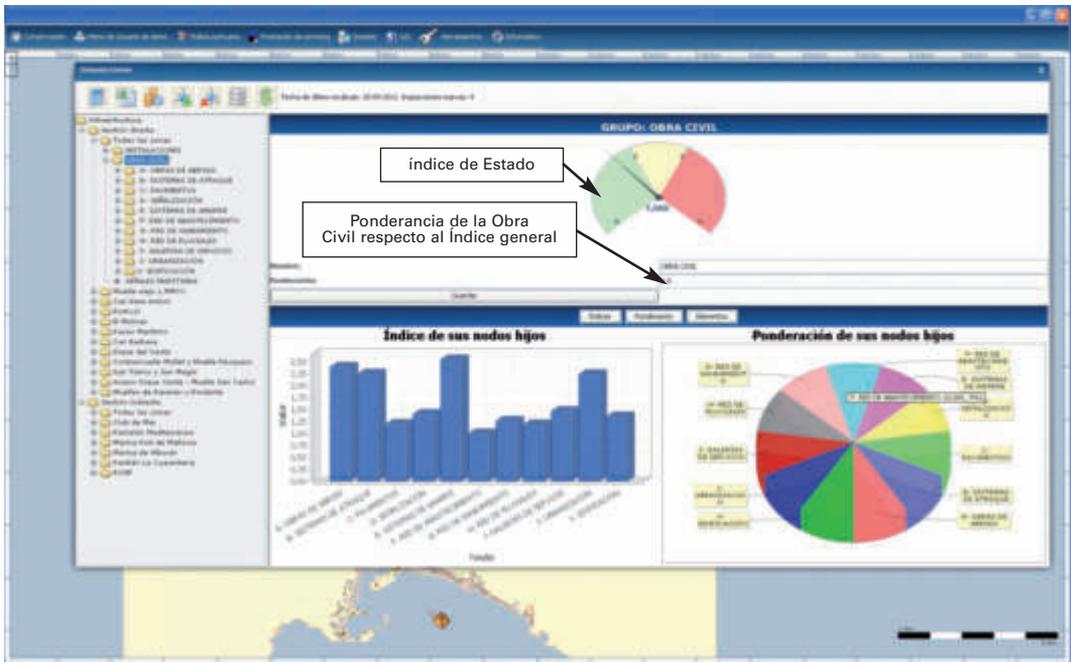
- Con relación a la forma de realizar las inspecciones, se han mantenido consultas continuas con los responsables de Mantenimiento de Obra Civil e Instalaciones, respectivamente, para que, aunque en una primera fase las realicen empresas externas, las inspecciones sean asumidas en el futuro por el personal técnico dependiente de sus departamentos.

- Respecto a los criterios que se han aplicado para la obtención de los índices de estado derivados de las citadas inspecciones, han sido, igualmente, fijados por los responsables de los distintos departamentos del puerto.
- Además, el programa informático que se ha realizado para soporte de este Sistema de Gestión de Inspecciones es totalmente interactivo, de manera que permite que se puedan rectificar los criterios de evaluación de los índices, todas las veces en que cambien las circunstancias en las que se definieron.
- Existen muchos métodos para obtener estos índices de estado, la APB se ha elegido uno muy práctico y sistemático, consistente en valorar de 1 a 5 el estado de las partes esenciales de cada uno de los elementos del puerto. A continuación, mediante ecuaciones ponderadas se deducen los índices de estado de cada uno de los elementos del puerto.
- Con esta representación numérica objetiva que son los índices de estado se consigue, por un lado, poder priorizar los trabajos de conservación, emitiendo, de manera planificada y hasta donde llegue el presupuesto, los partes de trabajo para las reparaciones de aquellos elementos que estén en peor estado, y, por otro lado, disponer en un solo documento de un inventario, perfectamente organizado, de todos los elementos de la instalación con todas sus características determinadas en la última inspección realizada, incluyendo el índice de estado y el historial de reparaciones.
- En nuestro proyecto hemos introducido, también, una peculiaridad que consiste en definir un sistema que permite obtener los índices de estado de agrupaciones de elementos a partir de los índices de cada uno de ellos. El último nivel de estas agrupaciones sucesivas deberá ser, lógicamente, el índice de estado del conjunto de la instalación de la Autoridad Portuaria.

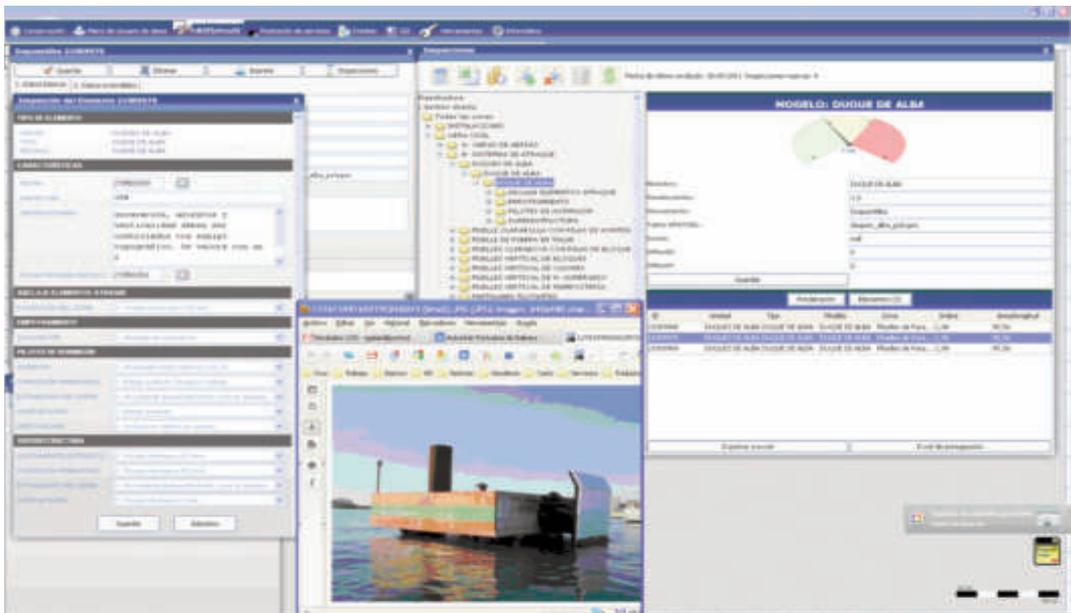
Los coeficientes para estas ponderaciones sucesivas y, sobre todo a medida que correspondan a niveles superiores, se rigen por criterios que cada vez se van separando más de los puramente técnicos y se van acercando más a otros de tipo económico, de seguridad, logísticos, de estacionalidad, políticos, etc. Por ello, también debe fijarlos la Dirección.

A continuación presentamos algunas pantallas del programa informático que da soporte al Sistema de gestión de las inspecciones y de obtención de índices de estado que se ha desarrollado en esta segunda etapa.

PANTALLAS DEL PROGRAMA INFORMÁTICO PARA LA GESTIÓN DE LAS INSPECCIONES DE LA APB

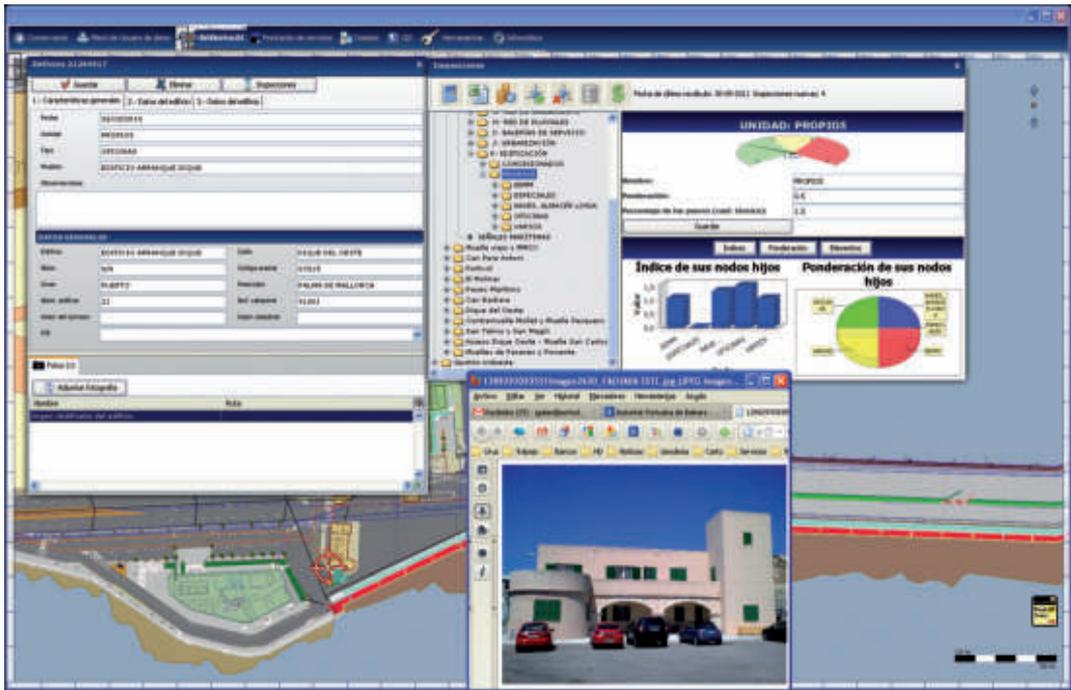


Ponderaciones.

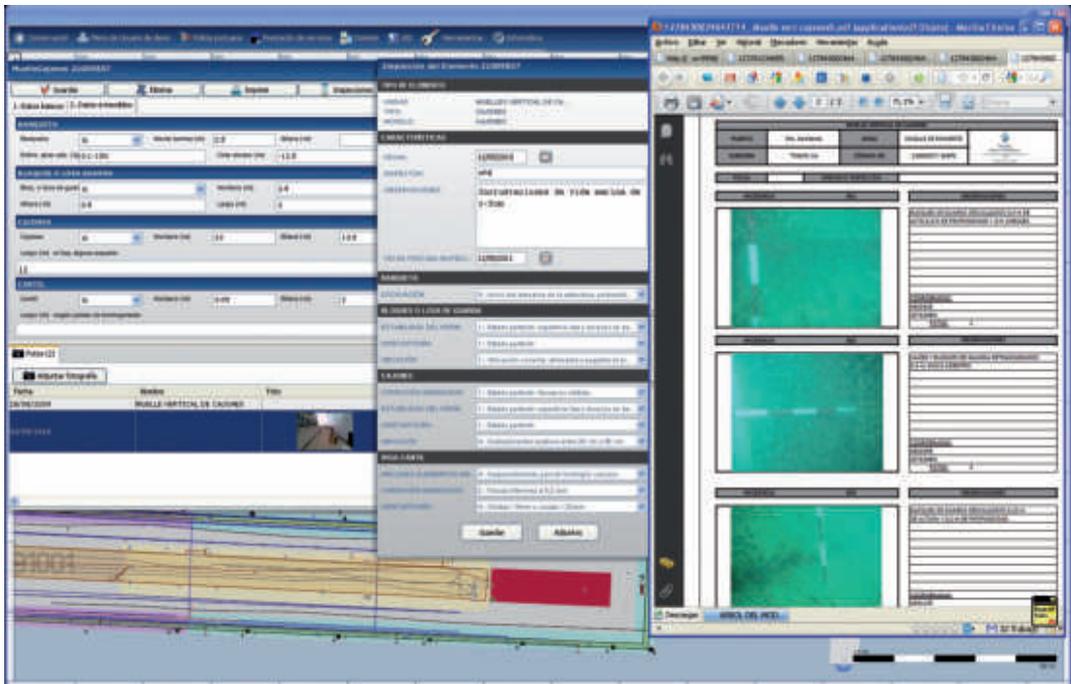


Ficha completa de un elemento (Duque de Alba).

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN



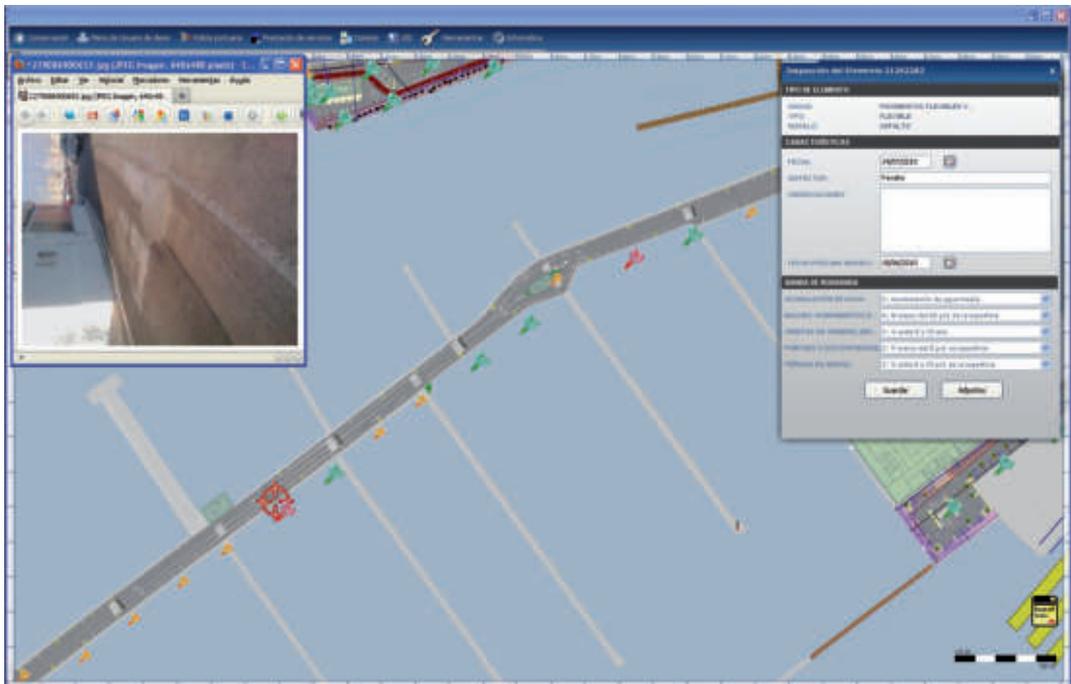
Ficha completa de un edificio.



Ficha completa de Muelle de cajones.

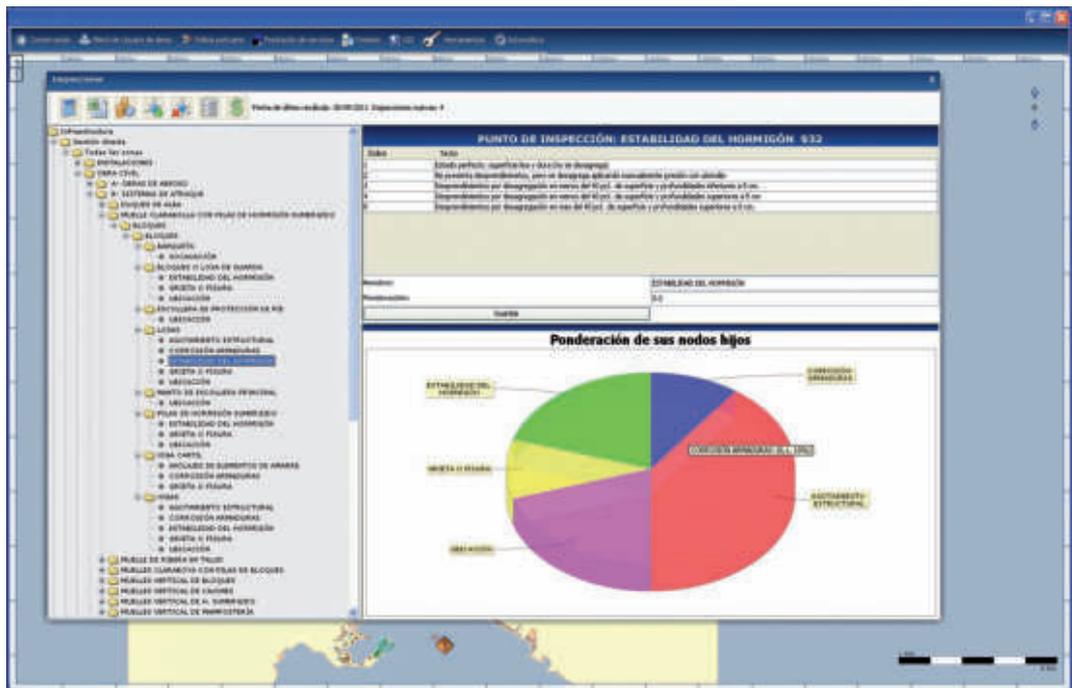


Ficha completa de Defensa de escudo.



Ficha completa de Pavimento asfáltico.

Descripción de los trabajos realizados en la Autoridad Portuaria de Baleares / 205 para la implantación de un sistema de gestión integral para la conservación



Muelle en claraboya. Puntos de inspección y ponderaciones.

CONCLUSIONES

La implantación del sistema de gestión de la conservación integral que hemos descrito someramente en los párrafos anteriores, ha supuesto un importante esfuerzo económico y de trabajo por parte de la Autoridad Portuaria y, especialmente, de todo el personal del Departamento de Conservación, pero lo hemos llevado a cabo desde el convencimiento de que no solamente será de una gran ayuda para la gestión del puerto, sino que también supondrá un gran ahorro en la inversión destinada a la reparación y reposición de las infraestructuras, de nuestro puerto considerando el demostrado alargamiento del periodo de vida que para todos los elementos de la instalación portuaria supone la conservación preventiva.

Finalmente, es importante destacar un valor añadido que también tiene este conocimiento del estado de la instalación, nos referimos a un factor difícil de valorar pero que es la mayor preocupación para todos los que tenemos responsabilidades en los organismos públicos, nos referimos a la seguridad de las personas y a la de los bienes defendidos por nuestras instalaciones.

SISTEMA DE GESTIÓN DE FIRMES DE LA AUTORIDAD PORTUARIA BAHÍA DE ALGECIRAS



Manuel Díaz Gómez¹

INTRODUCCIÓN

La Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras, en adelante APBA, comprende los puertos de Tarifa, La Línea, Campamento y Algeciras, y aunque éste último acumula la gran mayoría de la actividad total, los otros tres también requieren una especial atención por parte de los distintos servicios técnicos de la Autoridad Portuaria para asegurar la actividad de los tráficos que tienen asignados.

Teniendo en cuenta la gran importancia que la red viaria interna tiene en la explotación portuaria, el Departamento de Conservación consideró que era necesario desarrollar un Sistema de Gestión de Firmes que facilitara los trabajos necesarios para atender de una manera eficaz y eficiente los problemas que se venían detectando en los últimos años. Las principales dificultades a resolver eran los siguientes:

- La dispersión espacial señalada en el primer párrafo.
- El gran tamaño de la superficie a conservar que, en total, asciende a 1.049.280 m².
- Las numerosas tipologías de firmes existentes.

	Pav. asfáltico	Pav. hormigón	Pav. adoquín	Acerado
Puerto de Algeciras	701.290	171.110	42.230	34.860
Puerto de Tarifa	52.170	5.470	–	5.410
Puerto de Campamento	16.060	–	–	–
Puerto de la Línea	13.170	830	–	6.680
M2 totales	782.690	177.410	42.230	46.950

Cuadro comparativo de superficies portuarias APBA

¹ Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

El Departamento de Conservación, a pesar de las circunstancias indicadas, se planteó estudiar un sistema que le permitiera alcanzar los siguientes objetivos:

- Un aumento de la conservación preventiva a costa de la correctiva.
- Una contratación externa de los trabajos de reparación de firmes más ágil sin dejar de ser eficaz.

Por todo lo indicado, y tras un estudio del problema se vio que para alcanzar estos objetivos era necesario:

- Realizar un inventario de todos los pavimentos del puerto que tuviera una estructura fácil de administrar.
- Llevar a cabo un plan de inspecciones del estado de los mismos basado en criterios objetivos.
- Establecer unos índices de estado que nos permitieran priorizar las actuaciones de conservación y planificar los trabajos, tanto los correctivos como los preventivos.

Una vez expuesto de forma resumida, el proceso que ha llevado a la APBA a la implantación de un Sistema de Gestión de Firmes, a continuación vamos a describir sus distintas fases. Los resultados obtenidos nos han permitido alcanzar los objetivos que pretendíamos.

PROCESO SEGUIDO PARA LA REALIZACIÓN DEL INVENTARIO

La misión principal de un inventario es facilitar la gestión del mismo combinando la rapidez con la flexibilidad de las consultas que el gestor necesite realizar para llevar a cabo su trabajo.

Para conseguir esto se ha procedido a establecer un sistema de discretización, tanto de los viales como de las explanadas, que ha permitido gestionar los pavimentos como si se trataran de elementos aislados y de esta manera poder localizar de una manera sencilla los fallos. Además este sistema nos permite obtener los índices de estado de los pavimentos tanto por zonas como por tipos de firme.

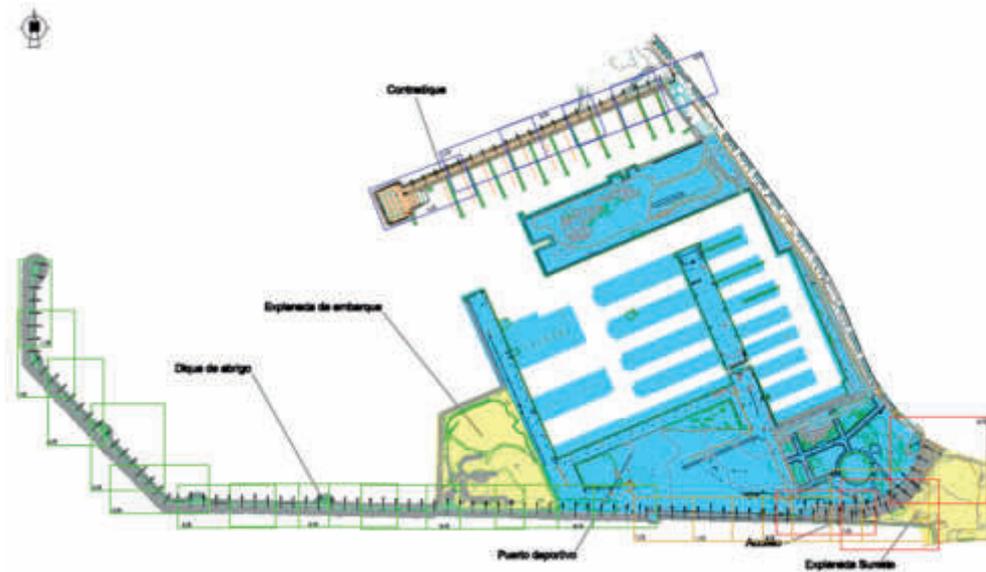
Este inventario debe ser fiable, y estar actualizado. Para ello hay que asignar unas competencias y unas tareas (claras y bien programadas) en relación con la recogida, el almacenamiento y la comprobación de los datos. También hay que definir la frecuencia con la que se hará la inspección visual.

El plan de etapas que hemos seguido ha sido el siguiente:

1. La primera tarea a realizar supuso la zonificación de cada uno de los puertos:



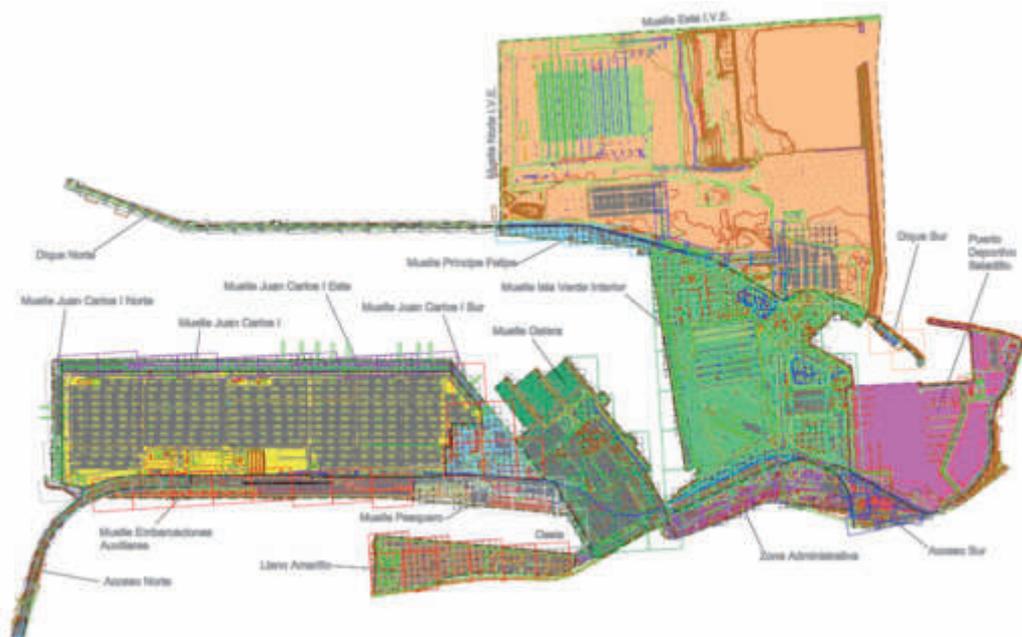
- Puerto de La Línea de la Concepción.



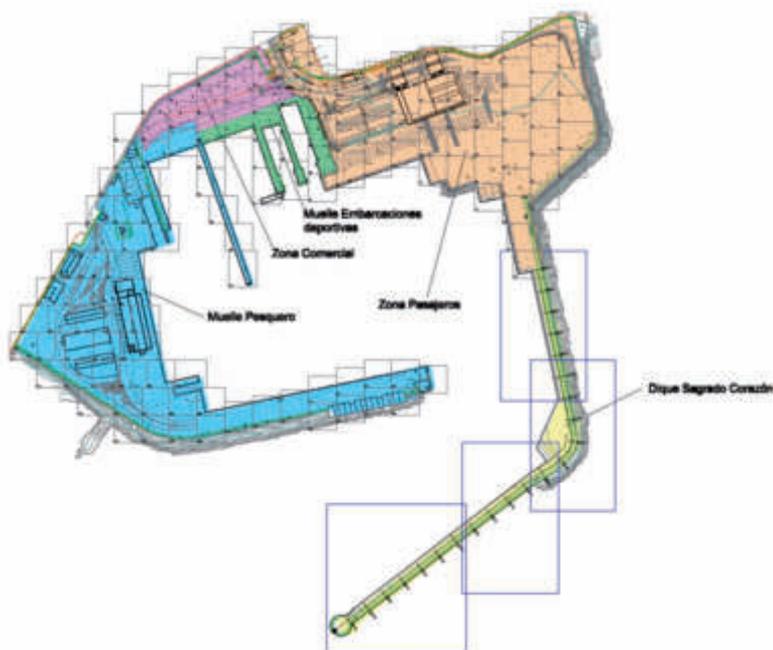
- Puerto de Campamento.



● Puerto de Algeiras.



● Puerto de Tarifa.

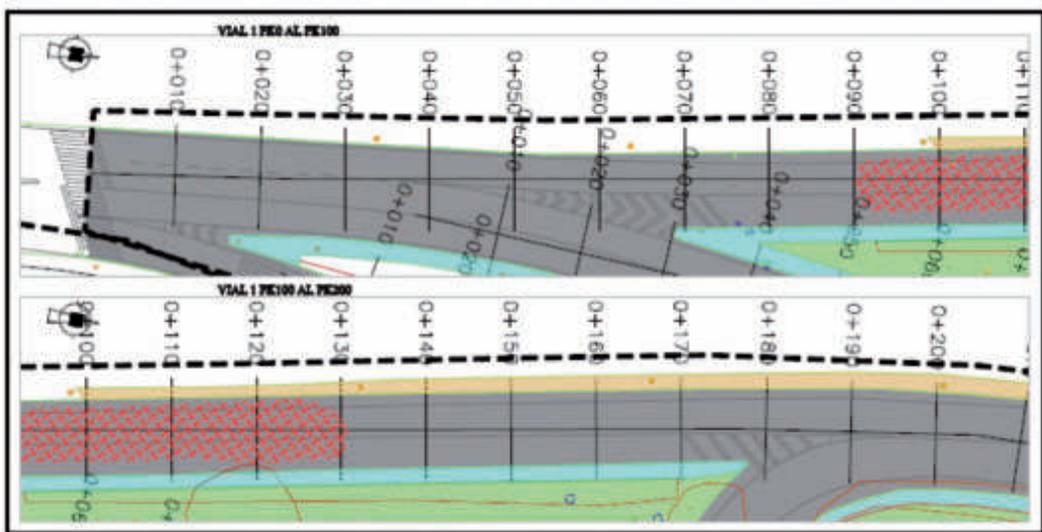


2. El siguiente paso fue la discretización de las superficies de la siguiente forma:

- **Explanadas:** Cuadrados de 25 x 25 m, dando lugar a una superficie de 625 m².



- **Viales:** En puntos kilométricos (P.K.) cada 100 metros.



3. Finalmente, se codificaron alfanuméricamente los tramos discretizados, primero un carácter alfabético y luego uno numérico, ej. L6. Excepto en los P.K. que serán siempre numéricos, como demuestra la imagen superior, ej. 0+010.

INSPECCIONES

Constituyen la parte más importante del trabajo y considerando la gran complejidad de superficies, viales y diferentes elementos que incorporaban se simplificó agrupándolas en cuatro categorías, haciendo así las inspecciones más sencillas para los operarios. Los elementos se clasificaron entre las siguientes categorías:

1. Pavimentos flexibles, englobando a su vez los semirrígidos y semiflexibles.
2. Pavimentos rígidos.
3. Señalización. Incluyendo horizontal y vertical.
4. Acerado.

En el siguiente cuadro puede observarse todas las subcategorías y las patologías asociadas.

Pavimento flexible	
Estructural	Superficial
<ul style="list-style-type: none"> - Grieta longitudinal - Grieta transversal - Piel de cocodrilo (tipo malla cerrada) - Blandones 	<ul style="list-style-type: none"> - Roderas - Peladuras - Baches - Exudación de asfalto - Arranque de árido grueso

Pavimento rígido		
Estructural	Superficial	Defectos en juntas
<ul style="list-style-type: none"> - Surgencia de finos - Escalonamiento de juntas - Hundimientos o asentamientos - Levantamientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Fisura por retracción (tipo malla) - Desintegración (pérdida de textura superficial) - Baches 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro en el sellado de juntas - Fisura transversal - Fisura longitudinal - Fisura en esquina - Despotillamiento de bordes

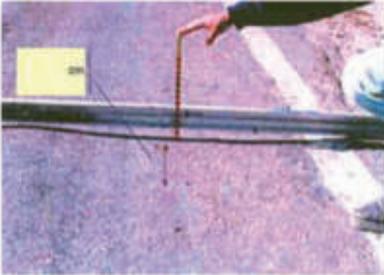
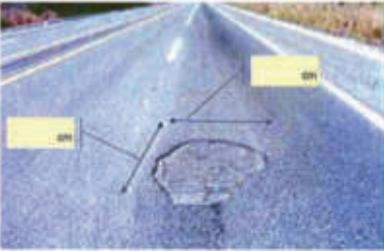
Señalización		Acera
Vertical	Horizontal	Estructural
<ul style="list-style-type: none"> - No legible - Ubicación incorrecta - Tumbada o volcada 	<ul style="list-style-type: none"> - No visible 	<ul style="list-style-type: none"> - Hundimiento - Levantamiento localizado - Grietas - Bordillo volcado - Bordillo desconchado, picado o partido

A continuación, se expone una ficha tipo de cada patología. Éstas tienen una estructura de tres bloques, para cada tramo discretizado.

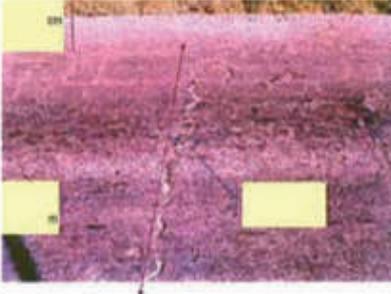
- a) *Localización*. Indica la localización exacta del tramo según plano y su código identificador.
- b) *Deterioro encontrado en pavimento*. Patologías valoradas del 1 al 5, estado óptimo y estado pésimo respectivamente, según criterio del responsable de Conservación.
- c) *General*. Número de inspección, inspector y fechas.



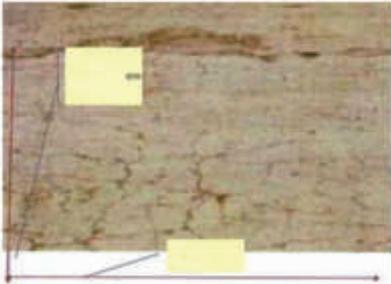
Pavimento, Puerto de Algeciras.

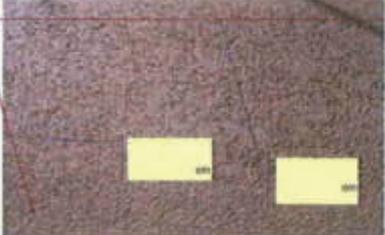
 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
DETERIORO ENCONTRADO EN PAVIMENTO	
RODERAS	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL DESCRIPCIÓN: Deformación del perfil transversal por hundimiento a lo largo de las roderas, con la aparición de cordones laterales a cada lado de la rodera.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Profundidad rodera (cada 20 cm) : Longitud rodera:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Profundidad < 2 cm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 2 cm < profundidad rodera < 4 cm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 4 cm < profundidad rodera < 6 cm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Profundidad > 6 cm <input type="checkbox"/>
PELADURAS	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL DESCRIPCIÓN: Desprendimiento de la última capa delgada, de tratamientos superficiales, tales como: Lechadas (Slurry Seal), Microcarpetas (de 1 a 2 cm), Capas de rodadura (Carpetas) de 2 a 3 cm, Sobrecapas o sobrecarpetas delgadas de 3 a 5 cm.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m : Longitud: Ancho:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 5% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5% < Medio < 20% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 20% < Fuerte < 40% <input type="checkbox"/> Nivel 5: 40% < Muy fuerte <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
DETERIORO ENCONTRADO EN PAVIMENTO	
BACHES	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Hundimiento local de la calzada, con agrietamiento en malla cerrada y generalmente pérdida parcial de la capa de rodadura (carpeta).
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m (hundimiento mayor a 2 cm): Longitud: Ancho:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 1% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 1% < Medio < 10% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 10% < Fuerte < 30% <input type="checkbox"/> Nivel 5: 30% < Muy fuerte <input type="checkbox"/>
EXUDACIÓN DE ASFALTO	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Presencia de asfalto sin agregado (árido) en las superficie.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m : Longitud: Ancho:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 10% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 10% < Medio < 40% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 40% < Fuerte < 60% <input type="checkbox"/> Nivel 5: 60% < Muy fuerte <input type="checkbox"/>

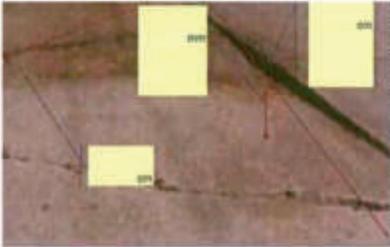
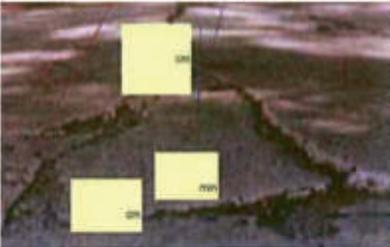
 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
GRIETA TRANSVERSAL	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL DESCRIPCIÓN: Rotura transversal sensiblemente perpendicular al eje de la carretera, con abertura mayor de 3 mm. SIMPLE RAMIFICADA FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Número de grietas por tramo de 100 m : Ancho mm: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 2 grietas <input type="checkbox"/> Nivel 3: 2 grietas < Medio < 15 grietas <input type="checkbox"/> Nivel 4: 15 grietas < Fuerte < 30 grietas <input type="checkbox"/> Nivel 5: 30 grietas < Muy fuerte <input type="checkbox"/>
PIEL DE COCODRILO (Tipo malla cerrada)	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL DESCRIPCIÓN: Roturas longitudinales y transversales, con separación menor que 15 cm, y con abertura creciente según avanza el deterioro. Generalmente presenta el área afectada. FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Proporción área afectada por tramo de 100 m : Longitud mm: Ancho mm: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 10% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 10% < Medio < 40% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 40% < Fuerte < 60% <input type="checkbox"/> Nivel 5: 60% < Muy fuerte <input type="checkbox"/>

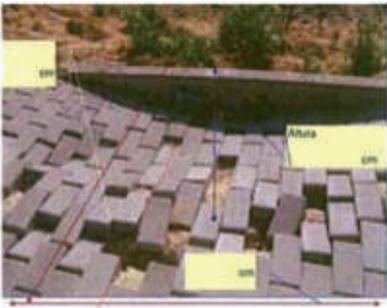
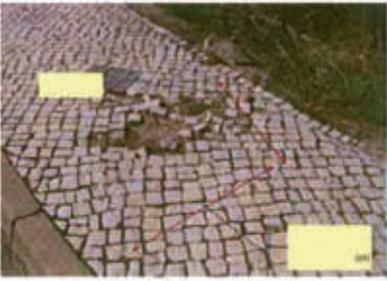
 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small>	
AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
BLANDONES	CATEGORÍA: FIRME FLEXIBLE SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL DESCRIPCIÓN: Deformación del perfil transversal, tanto por hundimiento a lo largo de las rodernas como por elevación de las áreas vecinas adyacentes a las rodernas. Las deformaciones presentan una configuración más amplia que las rodernas. FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Profundidad máxima medida a partir de una regla colocada transversalmente cada 100 m: Longitud: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 2 cm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 2 cm < Medio < 4 cm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 4 cm < Fuerte < 6 cm <input type="checkbox"/> Nivel 5: 6 cm < Muy fuerte <input type="checkbox"/>
DETERIORO EN EL SELLADO DE LAS JUNTAS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: DEF. EN JUNTA DESCRIPCIÓN: Deterioro en el sello de las juntas que permite la incrustación de materiales incomprensibles (piedras, arenas, etc.) y/o la infiltración de una cantidad considerable de agua superficial. Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: endurecimiento, despegado de una o ambas paredes, fluencia fuera de la caja, carencia total, incrustación de materias ajenas y crecimiento de vegetación. FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m : Longitud: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 5% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5% < Medio < 20% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 20% < Fuerte < 40% <input type="checkbox"/> Nivel 5: 40% < Muy fuerte <input type="checkbox"/>

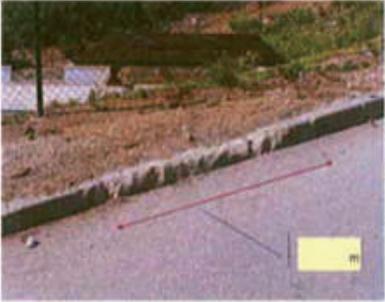
 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
DESCASCARILLADOS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa en una profundidad de 5 a 15 mm, por desprendimiento de trozos de concreto. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisura superficiales muy finas, que se extiende sólo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m: Longitud: Ancho:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Afecta a menos del 5% de la superficie deteriorada <input type="checkbox"/> Nivel 3: Afecta entre un 5% y 10% de la superficie deteriorada <input type="checkbox"/> Nivel 4: Afecta entre un 10% y 20% de la superficie deteriorada <input type="checkbox"/> Nivel 5: Afecta a mas de un 20% de la superficie deteriorada <input type="checkbox"/>
FISURA POR RETRACCIÓN (TIPO MALLA)	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Grietas capilares (fisuras) limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m: Longitud: Ancho:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Bloques definidos por fisuras de severidad baja, los planos relativamente amplios y se mantienen ligados <input type="checkbox"/> Nivel 3: Bloques definidos por fisuras de severidad moderada, los planos son más pequeños evidenciándose un moderado desportillamiento de los bordes de la fisura. Afecta a menos del 5% de la <input type="checkbox"/> Nivel 4: Bloques definidos por fisuras de severidad media, los planos son más pequeños evidenciándose un moderado desportillamiento de los bordes de la fisura. Afecta a menos de un 10% de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/> Nivel 5: Bloques definidos por fisuras de severidad alta, los planos son más pequeños evidenciándose un severo desportillamiento de los bordes de la fisura, con tendencia a formar bache. Afecta al 10% o más de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small>	
AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
DESINTEGRACIÓN (PÉRDIDA DE TEXTURA SUPERFICIAL)	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Desintegración progresiva de la superficie perdiéndose primero la textura y luego el mortero, quedando el árido grueso expuesto.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Superficie por cada tramo de 100 m: Longitud cm: Ancho cm:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Afecta a menos del 5% de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/> Nivel 3: Afecta entre un 5% y 10% de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/> Nivel 4: Afecta entre un 10% y un 20% de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/> Nivel 5: Afecta a más de un 20% de la superficie deteriorada. <input type="checkbox"/>
BACHES	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: SUPERFICIAL
	DESCRIPCIÓN: Cavidad, normalmente de bordes irregulares, que se forma al desprenderse hormigón de la superficie.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción por cada tramo de 100 m: Diámetro: Profundidad:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: <u>Opción a)</u> Profundidad < 2,5 cm; Diámetro < 70 cm. <input type="checkbox"/> <u>Opción b)</u> Profundidad < 2,5 cm; 70 < Diámetro > 100 cm. <input type="checkbox"/> <u>Opción c)</u> 2,5 < Profundidad > 5 cm; Diámetro < 70 cm. <input type="checkbox"/> Nivel 3: <u>Opción a)</u> 2,5 cm < Profundidad < 5 cm; 70 < Diámetro > 100 cm. <u>Opción b)</u> 2,5 cm < Profundidad; 70 < Diámetro > 100 cm. <u>Opción c)</u> Profundidad > 5 cm; Diámetro < 70 cm. <input type="checkbox"/> Nivel 4: <u>Opción a)</u> 2,5 cm < Profundidad < 5 cm; Diámetro > 100 cm <u>Opción b)</u> Profundidad > 5 cm; 70 < Diámetro > 100 <input type="checkbox"/> Nivel 5: Profundidad > 5 cm; Diámetro > 100 cm. <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
SURGENCIA DE FINOS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL
	DESCRIPCIÓN: Expulsión de agua mezclada con suelos finos, a través de las juntas, grietas y borde externo del pavimento, al pasar un vehículo, especialmente pesado. En algunos casos se forma un pequeño trozo o bache en la berma, al borde del pavimento, en otras situaciones después de pasado algún tiempo de terminada la precipitación, el fenómeno queda de manifiesto por una deposición de suelo finos sobre la superficie y alrededor del lugar por donde fueron expulsados.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Establecer el número (Nº) de juntas y grietas y la longitud (m) de borde del pavimento, en que ocurre el problema, localizándolas en el sentido transversal (distancia desde el borde extremo del pavimento) y la longitud (m) en que se presenta. En el caso de pozos, establecer el (Nº) y localización, clasificados por nivel de severidad.
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Cavidad entre el pavimento y berma < 50 mm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 50 < Cavidad entre pavimento y berma < 100 mm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 100 < Cavidad entre pavimento y berma < 150 mm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Cavidad entre pavimento y berma > 150 mm <input type="checkbox"/>
ESCALONAMIENTO DE JUNTAS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL
 	DESCRIPCIÓN: Desnivel entre dos superficies del pavimento separadas por una junta transversal o grieta.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: 1º) Si la losa de "aproximación" esta mas alta que la de "salida", registrar como escalonamiento negativo (-), en el caso contrario indique escalonamiento (+). 2º) Establecer el número (nº) de juntas con escalonamiento, indicando la altura (mm) del desnivel en cada una de ellas. Indicar tambien el número total de juntas (nº) en el tramo estudiado.
	Altura mm:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Desnivel < 5 mm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5 mm < Desnivel < 10 mm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 10 mm < Desnivel < 20 mm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Desnivel > 20 mm <input type="checkbox"/>	

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
HUNDIMIENTOS O ASENTAMIENTOS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL
	DESCRIPCIÓN:
	Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Proporción por cada tramo de 100 m:
	Longitud:
	Ancho:
	Desnivel:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Desnivel < 5 mm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5 mm < Desnivel < 10 mm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 10 mm < Desnivel < 15 mm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Desnivel > 15 mm <input type="checkbox"/>
LEVANTAMIENTOS	CATEGORÍA: FIRME RÍGIDO SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL
	DESCRIPCIÓN:
	Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente contiguas a una junta o fisura transversal.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Proporción por cada tramo de 100 m:
	Longitud:
	Ancho:
	Altura:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Altura < 5 mm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5 mm < Altura < 10 mm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 10 mm < Altura < 15 mm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Altura > 15 mm <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
DETERIORO ENCONTRADO EN ACERAS	
HUNDIMIENTOS	CATEGORÍA: ACERAS SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL DESCRIPCIÓN: Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo. Puede estar acompañado de un fisuramiento significativo dependiendo del material de acabado, debido al asentamiento del pavimento, provocando incluso la rotura de la losa de hormigón. FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Profundidad: Ancho: Largo: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Profundidad < 2 cm <input type="checkbox"/> Nivel 3: 2 cm < Profundidad < 4 cm <input type="checkbox"/> Nivel 4: 4 cm < Profundidad < 6 cm <input type="checkbox"/> Nivel 5: Profundidad > 6 cm <input type="checkbox"/>
LEVANTAMIENTO LOCALIZADO	CATEGORÍA: ACERAS SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL DESCRIPCIÓN: Levantamiento de una parte de la acera. Habitualmente la zona afectada se quiebra en varios trozos dependiendo del material de acabo. FOTOGRAFÍA:  MEDICIÓN: Proporción área afectada respecto tramo 100 m: Largo: Ancho: VALORACIÓN INCIDENCIA: Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/> Nivel 2: Ligero < 5% <input type="checkbox"/> Nivel 3: 5% < Medio < 20% <input type="checkbox"/> Nivel 4: 20% < Fuerte < 30% <input type="checkbox"/> Nivel 5: Muy fuerte > 30% <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small>	
AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
BORDILLO DESCONCHADO, PICADO O PARTIDO	CATEGORÍA: ACERAS SUBCATEGORÍA: ESTRUCTURAL
	DESCRIPCIÓN:
	En una zona localizada nos encontramos con bordillos desconchados, picados o partidos.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Longitud bordillos volcados defectuosos respecto tramo 100 m:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/>
	Nivel 2: Ligero < 5% <input type="checkbox"/>
	Nivel 3: 5% < Medio < 25% <input type="checkbox"/>
	Nivel 4: 25% < Fuerte < 40% <input type="checkbox"/>
	Nivel 5: Muy fuerte > 40% <input type="checkbox"/>
DETERIORO ENCONTRADO EN SEÑALIZACIÓN	
NO LEGIBLE	CATEGORÍA: SEÑALIZACIÓN SUBCATEGORÍA: VERTICAL
	DESCRIPCIÓN:
	Debido al paso del tiempo la señal se encuentra muy deteriorada o sucia.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Proporción en tramo 100 m:
	Unidades:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/>
	Nivel 2: 5% < Unidades deterioradas < 10% <input type="checkbox"/>
	Nivel 3: 10% < Unidades deterioradas < 20% <input type="checkbox"/>
	Nivel 4: 20% < Unidades deterioradas < 30% <input type="checkbox"/>
	Nivel 5: Unidades deterioradas > 30% <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small> AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
UBICACIÓN INCORRECTA	CATEGORÍA: SEÑALIZACIÓN SUBCATEGORÍA: VERTICAL
	DESCRIPCIÓN:
	La ubicación de las señales no va acorde con la normativa, para permitir una pronta y adecuada reacción del conductor. Esto implica que los dispositivos cuenten con buena visibilidad
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Proporción en tramo 100 m:
	Unidades:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/>
	Nivel 2: 5% < Ubicación incorrecta < 10% <input type="checkbox"/>
	Nivel 3: 10% < Ubicación incorrecta < 20% <input type="checkbox"/>
	Nivel 4: 20% < Ubicación incorrecta < 30% <input type="checkbox"/>
	Nivel 5: Ubicación incorrecta > 30% <input type="checkbox"/>
TUMBADA O VOLCADA	CATEGORÍA: SEÑALIZACIÓN SUBCATEGORÍA: VERTICAL
	DESCRIPCIÓN:
	Los soportes verticales que sostienen la señal se encuentran tumbados, ya sea parcial o totalmente incluso con el cepellón de hormigón fuera.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN:
	Proporción en tramo 100 m:
	Unidades:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/>
	Nivel 2: 5% < Unidades volcadas < 10% <input type="checkbox"/>
	Nivel 3: 5% < Unidades volcadas < 20% <input type="checkbox"/>
	Nivel 4: 20% < Unidades volcadas < 30% <input type="checkbox"/>
	Nivel 5: Unidades volcadas > 30% <input type="checkbox"/>

 Puerto Bahía de Algeciras <small>Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras</small>	
AUTORIDAD PORTUARIA DE LA BAHÍA DE ALGECIRAS	
LOCALIZACIÓN	
CÓDIGO:	PUERTO: <input type="text"/>
IDENTIFICACIÓN EN CAMPO:	ZONA: <input type="text"/>
	SUBZONA: <input type="text"/>
	HOJA: <input type="text"/>
NO VISIBLE	CATEGORÍA: SEÑALIZACIÓN SUBCATEGORÍA: HORIZONTAL
	DESCRIPCIÓN: Debido al paso del tiempo la señal se encuentra muy deteriorada o sucia.
	FOTOGRAFÍA:
	MEDICIÓN: Proporción en tramo 100 m: Unidades:
	VALORACIÓN INCIDENCIA:
	Nivel 1: Estado como proyecto original <input type="checkbox"/>
	Nivel 2: Visible con inicio de desgaste < 5% <input type="checkbox"/>
Nivel 3: 5% < Visible con desgaste < 10% <input type="checkbox"/>	
Nivel 4: 10% < No visible < 20% <input type="checkbox"/>	
Nivel 5: No visible > 20% <input type="checkbox"/>	
GENERAL	
FECHA ÚLTIMA REVISIÓN:	
REPARACIONES ANTERIORES : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	INSPECTOR: <input type="text"/>
	INSPECTOR: <input type="text"/>
	INSPECTOR: <input type="text"/>
	FECHA 1: <input type="text"/>
	FECHA 2: <input type="text"/>
	FECHA 3: <input type="text"/>

GESTIÓN INFORMATIZADA DE LOS DATOS

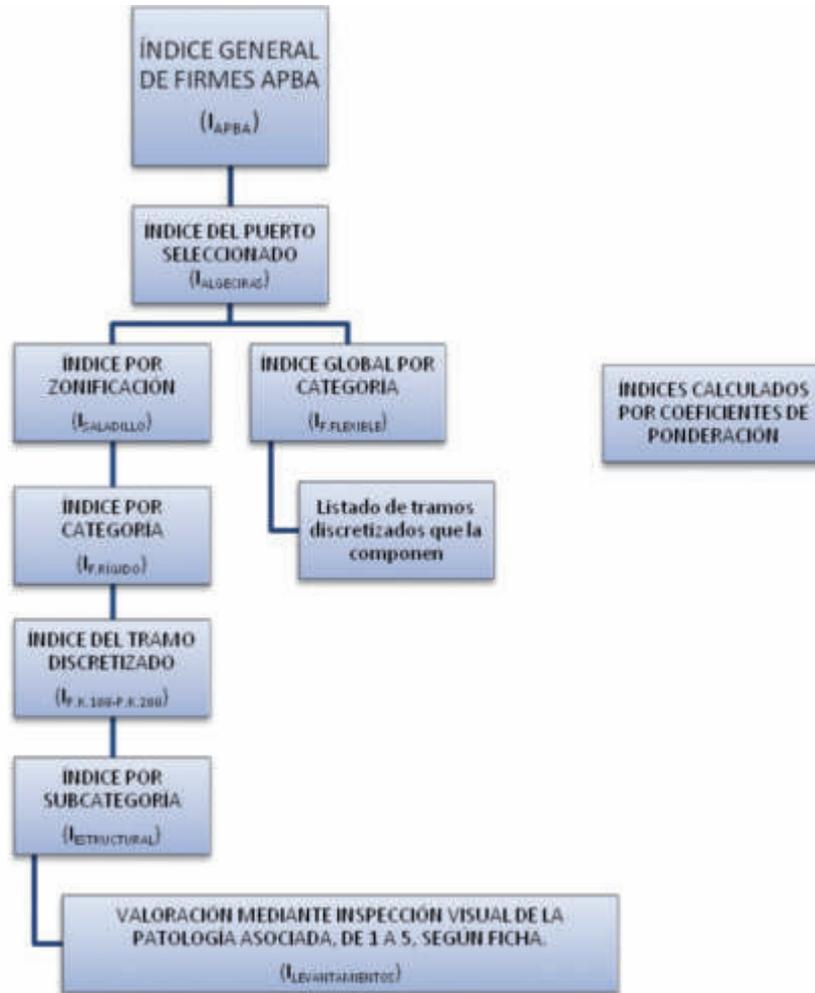
Una vez obtenida toda la documentación en formato CAD o PDF, junto con las fichas de estado, es necesario organizar toda esa información de una forma útil mediante un programa informático que la gestione.

En este caso se ha utilizado el software informático Microsoft Visual Basic 2008, que utiliza la base de datos de Microsoft Access 2007.



Vista inicio programa gestión de firmes.

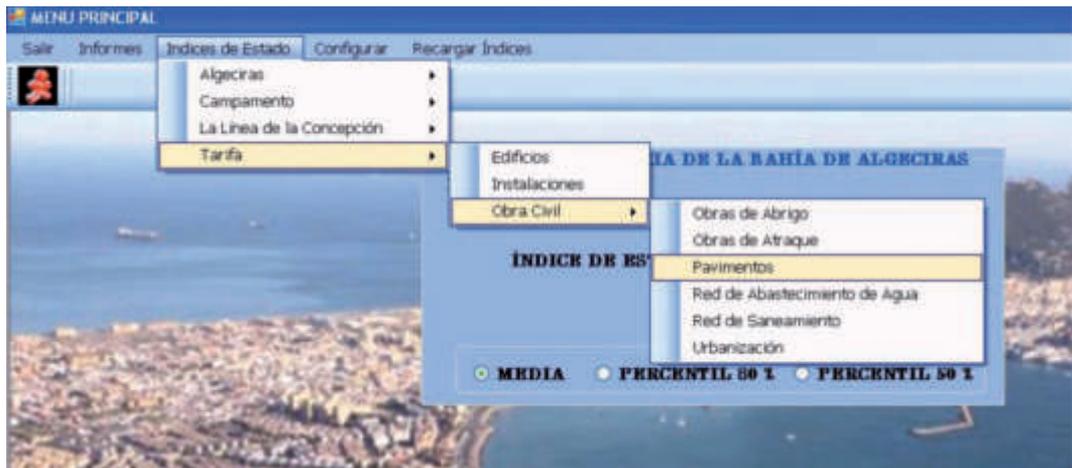
Este software informático, posee un sistema de cálculo esquemático tipo piramidal:



Ejemplo del funcionamiento del software.

Analizando el esquema podemos observar que los índices introducidos en el programa son los tomados por los operarios, valorando la patología presentada en función a las fichas creadas previamente. El resto de índices, son combinación de estos últimos mediante coeficientes de ponderación o en su defecto percentiles de los valores más desfavorables.

En el programa informático que hemos desarrollado para la gestión de los índices de estado, la ruta del esquema anterior queda como sigue:



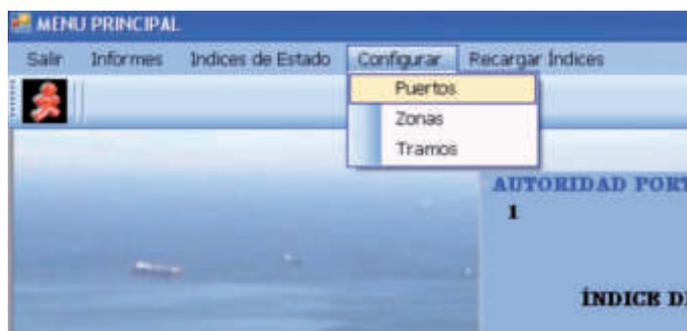
La formulación empleada para conseguir estos índices, que indiquen el estado de los firmes portuarios, debe ser flexible para adaptarse a cada necesidad u observación de una patología en concreto, mediante la modificación de los coeficientes.

La estructura de la formulación es un coeficiente por un índice de estado, agrupando por patologías, subcategorías, categorías, zonas y puertos.

Tal como se ha indicado en el árbol anterior, el sistema permite ascender desde los índices de estado de cada elemento discretizado, hasta el índice de estado general para todos los firmes de la APBA pasando por las etapas intermedias que se deseen, como son los índices de cada uno de los puertos, los índices de las distintas zonas dentro de cada uno de ellos o los índices de cada una de las cuatro tipologías utilizadas (flexible, rígidos, aceras y señalización). Lógicamente toda la formulación para este proceso se ha estructurado a base de coeficientes de ponderación fácilmente ajustables en cada momento por el responsable de la conservación.

Descripción del software informático

1. Introducción y configuración de puertos, zonas y coeficientes de ponderación.



GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

The screenshot shows the 'ZONAS' application window. At the top, there are dropdown menus for 'PUERTO' (La Línea de la Concepción) and 'ZONA' (Acceso). Below these are fields for 'PF' (0.5), 'PRI' (0), 'SE' (0.25), 'ACE' (0.25), 'INDICE' (0.4), and 'ID' (1). A table below lists several zones with their respective indices.

PUERTO	ZONA	PF	PRI	SE	ACE	INDICE	ID
La Línea de la Concepción	Acceso	0.5	0	0.25	0.25	0.4	1
La Línea de la Concepción	Esplanada Sur este	0.7	0	0	0.3	0.2	2
La Línea de la Concepción	Dique de abrigo	1	0	0	0	0.1	4
La Línea de la Concepción	Contradique	0.5	0	0.25	0.25	0.3	6
		0	0	0	0	0	0

2. Una vez preseleccionado el puerto y la zona, introducimos todos los elementos discretizados debidamente codificados. A continuación, a cada uno de estos elementos le asignamos el índice de estado (de 1 a 5) resultante de la correspondiente inspección. Dentro del campo observaciones podremos indicar la anotación que deseemos. En la pestaña inventario, puede inventariarse el tramo completamente detallado.

The screenshot shows the 'PAVIMENTOS' application window. It features a header with 'PUERTO' (Cádiz), 'ZONAS' (Puerto Bahía), 'TRAMOS' (Acceso 1), and 'FECHA ACTUALIZACIÓN' (23/05/2011). The main section is titled 'PAVIMENTO Y SEÑALIZACIONES' and is divided into four columns: PAVIMENTO FLEXIBLE, PAVIMENTO RIGIDO, SEÑALIZACIÓN, and ACERA. Each column contains various inspection parameters with dropdown menus and input fields. At the bottom, there are summary boxes for 'INDICE DE PAVIMENTO FLEXIBLE', 'INDICE DE PAVIMENTO RIGIDO', 'SEÑALIZACIÓN', and 'ACERA'. A 'OBSERVACIONES' field is at the bottom left, and a 'LEYENDA' box is at the bottom right.

Para la obtención del índice del elemento, se componen las distintas patologías mediante coeficientes de ponderación ajustables en cada momento por el responsable de conservación. Para facilitar este trabajo el programa cuenta con el formulario siguiente:

3. A continuación, componiendo los índices obtenidos para cada elemento, como se ha explicado en el punto anterior con los del resto de los elementos de una determinada zona, obtendríamos el índice de estado de la zona en la que está incluido el citado elemento. La obtención de este índice de zona puede ser muy variada y depende del criterio que quiera aplicar el responsable de conservación, entre estos criterios están el de la media aritmética o el de percentiles. La tabla siguiente indica el resultado obtenido.
4. Análogamente a lo que hemos indicado para el caso del índice de estado de la zona se obtiene el índice de estado de cada uno de los cuatro puertos que constituyen la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras. A continuación presentamos la pantalla correspondiente:

PAVIMENTO FLEXIBLE SUPERFICIAL

Coeficientes

a. Roderas

b. Peladuras

c. Baches

d. Desintegración

e. Arranque de árido grueso

Ind. sup. = a*ir + b*ip + c*ib + d*id + e*ia

Coef. indice superficial

SUMAR

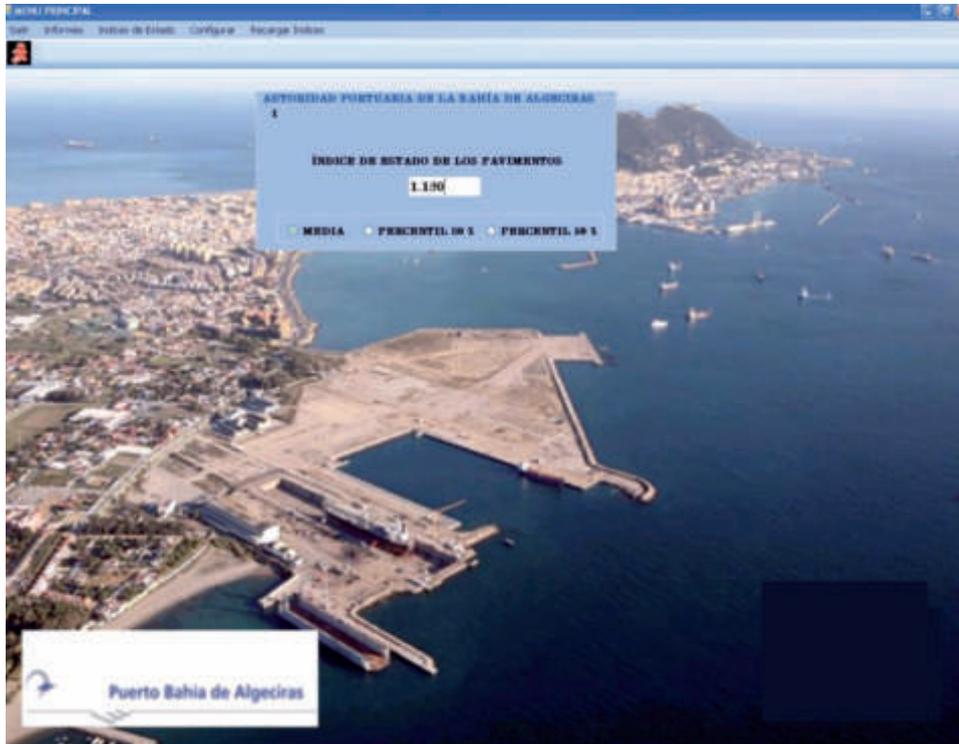
INDICE DE ESTADO

PUERTO SAGRADO (ESTADO)	ZONA COMERCIAL	ZONA PASAJEROS	MUELLE PEQUEÑOS	MUELLE EMBARCACIONES (SUSPENSIVAS)
INDICE DE ESTADO 1,3780 - 0,300	INDICE DE ESTADO 1,0430 - 0,300	INDICE DE ESTADO 1,0136 - 0,300	INDICE DE ESTADO 1,0081 - 0,300	INDICE DE ESTADO 1,1990 - 0,300
0,1378	0,0409	0,1014	0,1114	0,3376
1,1177				
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO	ARRILLACION	ACERA	
1,176	1,173	0,000	0,000	

Puerto Bahía de Algeciras

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

5. Finalmente de la composición de los índices de los cuatro puertos, con los coeficientes de ponderación que se considere oportuno se obtiene el índice general de los pavimentos de al APBA.



CONCLUSIONES

El sistema de gestión de firmes implantado nos ha permitido:

- Calcular de forma rápida y precisa *índices de estado* por zonas, tipologías u otros criterios.
- Examinar los resultados obtenidos incluso por personal no técnico. Utilizando una interfaz que resulte atractiva para todos los usuarios.
- Señalar automáticamente los tramos en los que los *índices de estado* superan un cierto umbral para así poder actuar con eficacia.
- Reducir los costes de mantenimiento, al permitir la toma de decisiones según valoración de zonas por *índices de estado*.
- Planificar los trabajos de conservación de firmes y pavimentos.

ESQUEMA DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PUERTO DEPORTIVO ISLA CANELA



Manuel Germain Bravo¹ y
Jesús Rebollo Ruiz²

INTRODUCCIÓN

El puerto deportivo Marina Isla Canela es una instalación náutico-deportiva situada en el arco Atlántico de la península Ibérica, que se encuentra enclavado en el término municipal de Ayamonte, Huelva. Para evitar los problemas derivados de la activa dinámica litoral de la zona, se ha diseñado como una marina interior aprovechando los canales (esteros) que comunican el río Guadiana y la ría de Isla Cristina.



Se trata de una instalación náutica con 231 amarres inaugurada en mayo de 2000. Transcurridos ocho años de actividad se planteó la necesidad de crear un protocolo para gestionar y controlar el mantenimiento de la instalación con dos objetivos fundamentales, por un lado, el de poder contestar con más precisión a las cotidianas preguntas de cuánto, y en qué se va el presupuesto de mantenimiento de la instalación, y por otro lado, se vio la conveniencia de actuar sobre los elementos de una forma preventiva, obteniendo así alargar la vida útil del elemento con el ahorro que ello supone.

Todo lo indicado anteriormente nos impulsó a la creación de una herramienta informática que nos ayudara a dar respuesta a esas preguntas, así como nos facilitara realizar un seguimiento efectivo del estado en el que se encuentra nuestra instalación.

ACTUACIONES PREVIAS

Cuando nos decidimos por la implantación del Sistema de Mantenimiento, vimos que lo primero era saber los elementos que teníamos en nuestra instalación.

¹ Director Puerto Deportivo Marina Isla Canela.

² Responsable Obra Civil Isla Canela, S.A.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Para ello el trabajo inicial fue inventariar y localizar exhaustivamente todos los elementos de la instalación que debían ser mantenidos.

Una vez inventariados los elementos se procedió a codificar los mismos de forma que el código fuera lo suficientemente explícito para saber de qué elemento se trataba y en la zona dónde se encontraba. Al ser una instalación pequeña, la codificación de los elementos es bastante sencilla.

Los códigos tienen 8 caracteres alfanuméricos, de forma que los tres primeros códigos indican la zona del puerto donde se encuentra, los dos siguientes indican el tipo de elemento de que se trata y los tres últimos indican el número de elemento que es.

Por ejemplo, el elemento con el código **P02FI015**, (zona, tipo de elemento, elemento), P02, significa que está en el pantalán 2, FI que se trata de un finger, y 015 que es el finger número 15.

PROGRAMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Organización de todos los elementos de la instalación portuaria

Una vez inventariados y codificados todos los elementos, se organizaron en dos grandes grupos, **INFRAESTRUCTURA** e **INSTALACIONES**.

Dentro de estos dos grupos se hicieron subgrupos, y dentro de cada uno de estos subgrupos se almacenaron los elementos individuales correspondientes.

En las siguientes imágenes queda reflejada la estructura que hemos considerado para nuestra instalación.

SELECCIÓN DE ELEMENTOS INFRAESTRUCTURAS	
1. INFRAESTRUCTURA	
1.1 MUELLE DE RODADURA	1.7 RED ELÉCTRICA
1.1.1 FIRME RÍGIDO	1.7.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
1.1.2 FIRME FLEXIBLE	1.7.2 CONTADORES
1.1.3 PREFABRICADO	1.7.3 FAROLAS
	1.7.4 ARQUETAS
1.2 RED DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA	1.7.5 ALUMBRADO PERÍMETRO VARADERO
1.2.1 ARQUETA COMUNICACIONES	1.7.6 FOCOS VARADERO
1.2.2 GALERÍA DE COMUNICACIONES	1.7.7 CUADRO ELÉCTRICO GENERAL
1.2.3 CUADRO CONEXIONES COMUNICACIONES	1.7.8 CUADRO ELÉCTRICO PANTALANES
1.2.4 INTERFONO/LECTOR TARJETAS	1.7.9 CUADRO ELÉCTRICO NAVE TRABAJO
1.2.5 CÁMARA TV VIGILANCIA	1.7.10 TOMAS DE TIERRA
1.2.6 ORDENADORES DE CONTROL Y MONITORES	
1.3 RED DE SANEAMIENTO	1.8 RED DE RIEGO
1.3.1 ARQUETAS	1.8.1 VÁLVULAS
1.3.2 COLECTORES	1.8.2 TUBERÍAS
1.3.3 ESTACIÓN DE BOMBEO	1.8.3 ASPERSORES
1.3.4 REJILLA VARADERO	1.8.4 CONTADOR
1.3.5 REJILLA HIDROCARBUROS	1.8.5 RIEGO GOTEO ÁRBOLES/PALMERAS
1.3.6 SEPARADOR DE GRASAS	1.9 PLANTACIONES
1.4 RED DE PLUVIALES	1.9.1 ÁRBOL
1.4.1 ARQUETAS	1.9.2 PARTERRE
1.4.2 COLECTORES	1.9.3 PALMERAS
1.4.3 IMBORNALES	1.9.4 JARDINERAS REDONDAS
1.5 RED ABASTECIMIENTO DE AGUA	1.10 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
1.5.1 TUBERÍAS	1.10.1 CONTINUA ANCHURA
1.5.2 VÁLVULAS	1.10.2 DISCONTINUA RESALTO
1.5.3 CONTADORES	1.10.3 PASOS DE PEATONES/MARCAS VIALES
1.5.4 REGISTROS	1.11 SEÑALIZACIÓN VERTICAL
1.6 RED CONTRA INCENDIOS	1.11.1 SEÑAL
1.6.1 TUBERÍAS	1.11.2 PANEL
1.6.2 VÁLVULAS	1.12 OTROS
1.6.3 REGISTROS	1.12.1 FONDO DÁRSENA
1.6.4 HIDRANTE	1.12.2 PUERTAS PANTALANES
1.6.5 BIES PANTALANES	1.12.3 VALLADO RECINTO
1.6.6 EXTINTORES	1.12.4 PAPELERAS CONTENEDORES RESIDUOS
	1.12.5 AROS SALVAVIDAS
	1.12.6 EDIFICIO GESTIÓN
	1.12.7 MÁSTILES BANDERAS
	1.12.8 BANCOS
	1.12.9 ESCOLLERA

SELECCION DE ELEMENTOS INSTALACIONES

2. INSTALACIONES

<u>2.1 SISTEMA DE AMARRE</u>		<u>2.6 OTROS</u>	
2.1.1 PANTALANES	<input type="text"/>	2.6.1 BARRERA DE ACCESO A LA MARINA	<input type="text"/>
2.1.2 FINGERS	<input type="text"/>	2.6.2 INSTALACIONES DE SEGURIDAD	<input type="text"/>
2.1.3 PILOTES	<input type="text"/>	2.6.3 SISTEMA RECOGIDA RESIDUOS PELIGROSOS	<input type="text"/>
2.1.4 ESCALERAS ACCESO	<input type="text"/>	2.6.4 PUERTA MÓVIL DE ACCESO Y VARADERO	<input type="text"/>
		2.6.5 SISTEMA CONTROL ACCESO	<input type="text"/>
<u>2.2 SERVICIO DE EMBARCACIONES</u>		<u>2.7 VEHÍCULOS</u>	
2.2.1 CAJAS DE BORNAS	<input type="text"/>	2.7.1 FURGONETA MARINA	<input type="text"/>
2.2.2 MÁQUINA DE HIELO	<input type="text"/>	2.7.2 FURGONETA CLUB	<input type="text"/>
2.2.3 ESTACIÓN METEO	<input type="text"/>		
<u>2.3 SISTEMAS DE BALIZAMIENTO</u>		<u>2.8 EMBARCACIONES</u>	
2.3.1 FAROS DE BOCANA	<input type="text"/>	2.8.1 ISLA CANELA UNO	<input type="text"/>
		2.8.2 ISLA CANELA DOS	<input type="text"/>
		2.8.3 ISLA CANELA TRES	<input type="text"/>
		2.8.4 ISLA CANELA CUATRO	<input type="text"/>
		2.8.5 ISLA CANELA CINCO	<input type="text"/>
		2.8.6 ISLA CANELA SEIS	<input type="text"/>
		2.8.7 ISLA CANELA SIETE	<input type="text"/>
		2.8.8 ISLA CANELA OCHO	<input type="text"/>
		2.8.9 VARIOS VELA LIGERA	<input type="text"/>
<u>2.4 ESTACIÓN DE SERVICIO</u>		<u>2.9 COMUNICACIONES</u>	
2.4.1 DEPÓSITO DE CARBURANTE	<input type="text"/>	2.9.1 RED TELEFÓNICA	<input type="text"/>
2.4.2 SURTIDORES	<input type="text"/>	2.9.2 RED VODAFONE	<input type="text"/>
		2.9.3 EMISORA DE RADIO	<input type="text"/>
<u>2.5 VARADERO</u>			
2.5.1 RAMPA	<input type="text"/>		
2.5.2 GRÚA FIJA	<input type="text"/>		
2.5.3 TRAVELLIFT	<input type="text"/>		
2.5.4 TALLERES	<input type="text"/>		
2.5.5 CARRETILLA ELEVADORA	<input type="text"/>		
2.5.6 COMPRESOR	<input type="text"/>		
2.5.7 MÁQUINAS AGUA PRESIÓN	<input type="text"/>		

Método seguido para realizar el inventario y la inspección de los elementos del puerto

Inspección de los elementos

Para cada tipo de elemento se ha confeccionado una ficha en la que, por un lado, se describe el elemento en cuestión accionando la pestaña de "datos básicos" y, por otro lado, la inspección del mismo accionando la pestaña "inspecciones".

Pasamos a explicar lo indicado utilizando la ficha del finger **P02FI015** citado en el apartado anterior.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

FINGERS

Elemento:
P02FI015

INSPECCIONES DATOS BÁSICOS

A. - Flotadores: 1 Bien Activar Calculo

B. - Defensas Fijas: 1 Bien Inspector: MGB

C. - Perfil lateral: 2 Regular Fecha Inspeccion: 24/06/2008

D. - Pavimento: 1 Bien Periodo Inspeccion: 180

E. - Cornamusas: 1 Bien Proxima Inspeccion: 21/12/2008

F. - Articulación al pantalan: 1 Bien Observaciones a la inspeccion:

ÍNDICE MECÁNICO **ÍNDICE DE USO**

4 **2**

Criterios utilizados para el cálculo de índices



VER INDICES CONJUNTO ELEMENTOS

FINGERS

Elemento:
P02FI015

INSPECCIONES DATOS BÁSICOS

Fabricante: Fecha Compra:

Fecha Fabricación: Garantía (años):

Proveedor: Fin de garantía:

Precio Compra:

Observaciones sobre los datos básicos:



[VER INDICES CONJUNTO ELEMENTOS](#)

Como se puede observar, la ficha tiene en su parte superior el **CÓDIGO DEL ELEMENTO A INSPECCIONAR**, en la parte media tiene dos pestañas, la pestaña **INSPECCIONES**, donde se encuentra todo lo relativo a la inspección de cada elemento, zonas del elemento a inspeccionar, fecha inspección, etc.; y la pestaña **DATOS BÁSICOS**, se incluyen los datos relevantes de cada elemento, como se puede ver, fabricante, proveedor, fecha instalación, etc.

GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN

Los datos que contiene la pestaña *INSPECCIONES* son específicos para cada tipo de elemento, como se puede ver en este caso particular, se inspeccionan seis zonas del elemento, como son el flotador, pavimento, etc. y se detallan los datos descriptivos de fabricación, coste, etc. del elemento a revisar.

Las zonas a inspeccionar en los elementos inspeccionados en nuestra instalación, varían entre tres y seis, con el objeto de que el trabajo de inspección no se haga pesado, y por tanto sea más efectivo y real.

En la ficha de inspecciones se ha incluido una casilla de validación denominada "Activar Cálculo". Esta casilla tiene por objeto activar o desactivar el elemento, tanto para los planes de inspección como para el cálculo de índices en el programa de gestión de la conservación. Esta opción la consideramos al tener elementos en nuestra instalación que temporalmente no están en servicio, posteriormente cuando vuelve a entrar en servicio se vuelve a activar el elemento.

IDElemento	NombreElemento	ActivarCalculo	Zona	Capitulo	Subcapitulo
BOCFB003	Faro de Bocana	<input type="checkbox"/>	Bocana Acceso	INSTALACIONES	SISTEMA DE BALIZAMIENTO
BOCFB002	Faro de Bocana	<input type="checkbox"/>	Bocana Acceso	INSTALACIONES	SISTEMA DE BALIZAMIENTO
BOCFB001	Faro de Bocana	<input type="checkbox"/>	Bocana Acceso	INSTALACIONES	SISTEMA DE BALIZAMIENTO

Esta ventana nos muestra los elementos que están desactivados para el cálculo y en esta misma ventana nos brinda la posibilidad de activarlos de nuevo.

En cada ficha, en la pestaña de Inspecciones figura los llamados **ÍNDICES**, que aunque posteriormente hablaremos de ellos, son los elementos que nos van a ayudar a elaborar el estado general de mantenimiento de la instalación.

Finalmente, en la parte inferior de cada la ficha se incluye una foto del elemento.

Como se puede intuir, estas fichas están en soporte informático, y para el trabajo de campo habría que optar por otra solución. Nos planteamos dos opciones, la informática (dispositivo móvil tipo PDA) y la tradicional, listado en papel. Debido al reducido tamaño de la instalación y por economía se optó por el papel, aunque luego los datos hay que volcarlos a la aplicación del ordenador.

A continuación se incluyen un modelo de estadillo tipo, para los fingers, en los que se rellenará el estado en el que se encuentra el elemento (bien, regular o mal).

FINGERS											
Elemento	Zona	Tiempo revisión	Flotadores	Defensas fijas	Perfil lateral	Pavimento	Cornamusas	Articulación pantalán	Fecha Inspección	Inspector	Observaciones Inspección
P02F013	Pantalan 2	-030									
P02F014	Pantalan 2	-030									
P02F015	Pantalan 2	-030									
P02F016	Pantalan 2	-030									
P02F017	Pantalan 2	-030									
P02F018	Pantalan 2	-030									
P02F019	Pantalan 2	-030									
P02F020	Pantalan 2	-030									
P02F021	Pantalan 2	-030									
P02F022	Pantalan 2	-030									
P02F023	Pantalan 2	-030									
P02F024	Pantalan 2	-030									
P02F025	Pantalan 2	-030									
P02F026	Pantalan 2	-030									
P02F027	Pantalan 2	-030									
P02F028	Pantalan 2	-030									
P02F029	Pantalan 2	-030									
P02F030	Pantalan 2	-030									
P02F031	Pantalan 2	-030									
P02F032	Pantalan 2	-030									
P02F033	Pantalan 2	-030									

Página 1 de 6

Un dato importante a la hora de la inspección es su periodicidad. En nuestro caso se ha dispuesto un campo, dentro de la pestaña *INSPECCIONES* que hemos denominado *PERIODO DE INSPECCIÓN*, en el cual reflejamos cada cuánto tiempo debe ser revisado el elemento.

Este periodo de tiempo lo hemos ido ajustando con la experiencia, de modo que a la aplicación la hemos dotado de las herramientas suficientes, primero para modificar estos periodos, y segundo, que sea capaz de avisarnos de cuáles son los elementos que debemos inspeccionar.

Además de inspeccionar los elementos por el *PERIODO DE INSPECCIÓN*, se le ha dotado a la aplicación con de otros criterios para facilitar el trabajo. A continuación se exponen fragmentos de los informes que hemos creado para realizar las inspecciones de los elementos dependiendo del criterio utilizado.

Según periodo de inspección:

PERIODO DE INSPECCIÓN DE ELEMENTOS

Ordenados por plazo de inspección

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
VILJR001	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR002	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR003	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR004	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR005	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR006	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR007	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR008	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR009	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR010	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR011	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR012	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VILJR013	Jardinera Redonda	Vial Levante	03/03/2011	-33
VARSG001	Separador de hidrocarburos	Varadero	02/04/2011	-3
P00EX001	Extintor	Pantalan 0	01/05/2011	26
P00EX002	Extintor	Pantalan 0	01/05/2011	26
P01EX001	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	26
P01EX002	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	26
P01EX003	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	26
P01EX004	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	26
P02EX001	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	26
P02EX002	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	26
P02EX003	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	26
P02EX004	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	26
P03EX001	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	26
P03EX002	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	26
P03EX003	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	26
P03EX004	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	26
P04EX001	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	26
P04EX002	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	26
P04EX003	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	26
P04EX004	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	26
VAREX001	Extintor	Varadero	01/05/2011	26
VAREX002	Extintor	Varadero	01/05/2011	26

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
VILPL006	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL007	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL008	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL009	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL010	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL011	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL012	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL013	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL014	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL015	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL016	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL017	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL018	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL019	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL020	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL021	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL022	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL023	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL024	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL025	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL026	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPL027	Palmera	Vial Levante	02/05/2011	27
VILPR001	Prefabricado (adoquinado)	Vial Levante	02/05/2011	27
VIPPR001	Prefabricado (adoquinado)	Vial Levante	02/05/2011	27
VIPCE001	Contador Eléctrico	Vial Poniente	02/05/2011	27
APAAC001	Arqueta comunicaciones	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAC002	Arqueta comunicaciones	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAC003	Arqueta comunicaciones	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAC004	Arqueta comunicaciones	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAP001	Arqueta Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAP002	Arqueta Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAP003	Arqueta Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAS001	Arqueta Saneamiento	Aparcamiento	31/07/2011	117
APAAS002	Arqueta Saneamiento	Aparcamiento	31/07/2011	117
APACP001	Colector Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117
APACP002	Colector Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117
APACP003	Colector Pluviales	Aparcamiento	31/07/2011	117

Como puede verse en las imágenes, los elementos están ordenados según el tiempo que ha transcurrido para realizar su inspección. Resaltados en rojo se encuentran los elementos que ya deberían haber sido inspeccionados, en naranja se muestran los elementos que están en el periodo de 30 días antes de que pase el tiempo establecido para su inspección, y finalmente en verde los elementos que no ha pasado su periodo de inspección.

El Sistema también nos permite ordenar los elementos en función de cualquiera de los dos índices que hemos adoptado para valorar el estado de cada uno de estos elementos. Estos índices han sido el mecánico (capacidad resistente o estructural) y el de uso (capacidad para realizar la función para la que ha sido concebido). Así pues tenemos:

Según su índice mecánico:

PERIODO DE INSPECCIÓN DE ELEMENTOS						
Ordenados por plazo INDICE MECANICO						
ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	INDICE MECANICO	INDICE USO	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
VILAR001	Árbol	Vál Levante	5	5	31/07/2011	115
P005V001	Arc Salvavidas	Pantalan 0	5	5	02/05/2011	25
APAAP001	Arqueta Pluviales	Aparcamiento	5	5	31/07/2011	115
APAAP002	Arqueta Pluviales	Aparcamiento	5	5	31/07/2011	115
APAAS001	Arqueta Saneamiento	Aparcamiento	5	5	31/07/2011	115
VILA5002	Arqueta Saneamiento	Vál Levante	5	5	31/07/2011	115
VILA5004	Arqueta Saneamiento	Vál Levante	5	5	31/07/2011	115
VILAO001	Aspersor	Vál Levante	5	5	31/07/2011	115
VILBN007	Banco	Vál Levante	5	5	27/01/2012	295
VILBN008	Banco	Vál Levante	5	5	27/01/2012	295
P01BP001	Bie Pantalan	Pantalan 1	5	5	02/05/2011	25
P01BP002	Bie Pantalan	Pantalan 1	5	5	02/05/2011	25
P01BP003	Bie Pantalan	Pantalan 1	5	5	02/05/2011	25
P02BP001	Bie Pantalan	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02BP002	Bie Pantalan	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02BP003	Bie Pantalan	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02BP004	Bie Pantalan	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P03BP001	Bie Pantalan	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03BP002	Bie Pantalan	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03BP003	Bie Pantalan	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03BP004	Bie Pantalan	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P04BP001	Bie Pantalan	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25
P04BP002	Bie Pantalan	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25
P04BP004	Bie Pantalan	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25
P01CB014	Caja Bornes	Pantalan 1	5	5	02/05/2011	25
P02CB005	Caja Bornes	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02CB008	Caja Bornes	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02CB011	Caja Bornes	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02CB012	Caja Bornes	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P02CB017	Caja Bornes	Pantalan 2	5	5	02/05/2011	25
P03CB001	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB006	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB007	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB012	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB013	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB018	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB019	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB024	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P03CB025	Caja Bornes	Pantalan 3	5	5	02/05/2011	25
P04CB001	Caja Bornes	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25
P04CB002	Caja Bornes	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25

Jueves, 07 de abril de 2011

Página 1 de 19

En el listado aparecen reflejados los primeros elementos que tienen peor el índice mecánico. El sistema de colores utilizado es el mismo que en el informe anterior, sólo lo utilizamos para los periodos de inspección.

Según su índice de uso:

Al igual que el anterior, en el listado aparecen reflejados los primeros elementos que tienen peor el índice de uso.

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	INDICE MECANICO	INDICE USO	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
VIPP001	Panel	Vial Poniente	5	5	27/01/2012	295
VIPP002	Panel	Vial Poniente	5	5	27/01/2012	295
P01PC001	pelera y Contenedor de Resid.	Pantalan 1	5	5	31/07/2011	115
P02PC001	pelera y Contenedor de Resid.	Pantalan 2	5	5	31/07/2011	115
P03PC001	pelera y Contenedor de Resid.	Pantalan 3	5	5	31/07/2011	115
P04PC001	pelera y Contenedor de Resid.	Pantalan 4	5	5	31/07/2011	115
VARPC001	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARPC002	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARPC003	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARPC004	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARPC005	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARPC006	pelera y Contenedor de Resid.	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VILPC001	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILPC002	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILPC003	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILPC004	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILPC005	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILPC006	pelera y Contenedor de Resid.	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
P02PI004	Pilote	Pantalan 2	3	5	31/07/2011	115
P03PI004	Pilote	Pantalan 3	3	5	31/07/2011	115
P04PI003	Pilote	Pantalan 4	5	5	31/07/2011	115
P04PI006	Pilote	Pantalan 4	5	5	31/07/2011	115
VILPR001	Prefabricado (adoquinado)	Vial Levante	5	5	02/05/2011	25
VARPV001	uerta Móvil de Acceso Varader	Varadero	5	5	31/07/2011	115
P01PP001	Puerta Pantalan	Pantalan 1	5	5	02/05/2011	25
P04PP001	Puerta Pantalan	Pantalan 4	5	5	02/05/2011	25
VARRP001	Rampa	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARRH001	Rejilla hidrocarburos	Varadero	5	5	02/05/2011	25
VARRH002	Rejilla hidrocarburos	Varadero	5	5	02/05/2011	25
VARRV001	Rejilla varadero	Varadero	5	5	02/05/2011	25
VARRV002	Rejilla varadero	Varadero	5	5	02/05/2011	25
VILRG001	Riego Gateo	Vial Levante	5	5	31/07/2011	115
VILSN003	Señal	Vial Levante	4	5	27/01/2012	295
P02SA001	Sistema Control Acceso	Pantalan 2	5	5	31/07/2011	115
P03SA001	Sistema Control Acceso	Pantalan 3	5	5	31/07/2011	115
P04SA001	Sistema Control Acceso	Pantalan 4	5	5	31/07/2011	115
VARSA001	Sistema Control Acceso	Varadero	5	5	31/07/2011	115
VARSR001	Surtidor	Varadero	5	5	02/05/2011	25
VARTS001	Taller	Varadero	5	5	27/01/2012	295
VILTT001	Toma de Tierra	Vial Levante	5	5	27/01/2012	295
VARTL001	Travel-Lift	Varadero	5	5	31/07/2011	115
APATA001	Tubería Agua	Aparcamiento	5	5	27/01/2012	295
P00TA001	Tubería Agua	Pantalan 0	5	5	27/01/2012	295
P01TA001	Tubería Agua	Pantalan 1	5	5	27/01/2012	295

Según la zona:

Pantalan 1

Aro Salvavidas

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P01SV002	Aro Salvavidas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01SV003	Aro Salvavidas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01SV001	Aro Salvavidas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01SV004	Aro Salvavidas	Pantalan 1	02/05/2011	25

Bie Pantalan

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P01BP001	Bie Pantalan	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01BP002	Bie Pantalan	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01BP003	Bie Pantalan	Pantalan 1	02/05/2011	25

Caja Bornas

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P01CB012	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB008	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB015	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB014	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB013	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB005	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB001	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB002	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB010	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB004	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB011	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB006	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB009	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB007	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25
P01CB003	Caja Bornas	Pantalan 1	02/05/2011	25

Cámara vigilancia

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P01CV001	Cámara vigilancia	Pantalan 1	31/07/2011	115

Cuadro Eléctrico Pantalan

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P01CO001	Cuadro Eléctrico Pantalan	Pantalan 1	31/07/2011	115

Nos surgió la idea de este listado (Este listado nos surgió la idea) cuando a la vista de los informes anteriores nos aparecían (surgían) elementos que necesitaban ser inspeccionados en distintas zonas, con la incomodidad que esto supone. Este informe nos coloca los elementos por zonas indicándonos el periodo en el que han de ser inspeccionados. Queda como sigue:

PERIODO DE INSPECCIÓN DE ELEMENTOS SOMETIDOS A REVISIONES OBLIGATORIAS

Ordenados por plazo de inspección

ELEMENTO	TIPO ELEMENTO	ZONA	PRÓXIMA INSPECCIÓN	DÍAS PARA REALIZAR LA INSPECCIÓN
P00EX001	Extintor	Pantalan 0	01/05/2011	23
P00EX002	Extintor	Pantalan 0	01/05/2011	23
P01EX001	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	23
P01EX002	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	23
P01EX003	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	23
P01EX004	Extintor	Pantalan 1	01/05/2011	23
P02EX001	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	23
P02EX002	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	23
P02EX003	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	23
P02EX004	Extintor	Pantalan 2	01/05/2011	23
P03EX001	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	23
P03EX002	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	23
P03EX003	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	23
P03EX004	Extintor	Pantalan 3	01/05/2011	23
P04EX001	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	23
P04EX002	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	23
P04EX003	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	23
P04EX004	Extintor	Pantalan 4	01/05/2011	23
VAREX001	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX002	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX003	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX004	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX005	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX006	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VAREX007	Extintor	Varadero	01/05/2011	23
VARTL001	Travel-Lift	Varadero	31/07/2011	114

También se ha creado un informe específico para los elementos que necesitan una inspección legal obligatoria, por ejemplo, extintores, vehículos, travel lift, etc.

Con relación al método utilizado para realizar las inspecciones, debido a la simplicidad para su aplicación, hemos elegido el método de los índices de estado que permite objetivar de forma más sencilla el estado de cualquier elemento de la instalación. En nuestro caso, nos hemos apoyado también en los denominados índices de uso y mecánico sobre los que no consideramos necesario entrar en detalle en este documento para no alargarlo en exceso.

Como ya se ha indicado en párrafos anteriores, y se observa en las fichas que se adjuntan, para la calificación final de cada elemento nos hemos apoyado en las calificaciones parciales de las partes o zonas del mismo que, basados en nuestra experiencia, hemos considerado más vulnerables. Combinando los resultados de las inspecciones de estas partes y mediante los denominados "criterios utilizados para el cálculo de índices" asignamos a cada elemento el correspondiente índice.

Valoración del estado de la instalación

A través de los índices de los elementos tenemos una valoración del estado del conjunto de los elementos, y en pasos sucesivos los índices de cada una de las agrupaciones de elementos en las que hemos agrupado la instalación y que figuran en las dos primeras figuras de esta presentación (1. Infraestructura y 2. Instalaciones) y, finalmente, una valoración de estado conjunto de toda la instalación.

A continuación, por medio de las siguientes imágenes observamos cómo se ha obtenido las distintas valoraciones de estado de la instalación, partiendo de los índices de uso e índices de estado de los elementos.

INDICE DE ESTADO

Conjunto de Elementos : FINGERS

COEFICIENTES	ÍNDICES
ÍNDICE MECANICO: <input type="text" value="0,30"/> <input type="text" value="0,30"/>	MECANICO: <input style="border: 2px solid red;" type="text" value="4,42"/>
ÍNDICE DE USO: <input type="text" value="0,70"/> <input type="text" value="0,70"/>	USO: <input style="border: 2px solid red;" type="text" value="4,41"/>

Índice de estado = Coef. Índice Mecánico x Índice Mecánico + Coef. Índice Uso x Índice Uso

Índice de estado = 0,3 x 4,42 + 0,7 x 4,41 = 4,42

Criterio utilizado para el INDICE DE ESTADO:

1=OPTIMO 5=PESIMO

REVISAR INDICES DE
LOS ELEMENTOS

INDICE DE SISTEMAS DE AMARRES

2.1.- SISTEMAS DE AMARRE

-El criterio para establecer los coeficientes de ponderación será de mayor a menor según importancia.
-La suma del total de los coeficientes de ponderación debe ser igual a 1.

COEFICIENTES DE PONDERACIÓN		ÍNDICE DE ESTADO	
2.1.1.- PANTALANES:	0,15	0,15	2,92
2.1.2.- FINGERS:	0,50	0,50	4,42
2.1.3.- PILOTES:	0,20	0,20	2,74
2.1.4.- ESCALERAS DE ACCESO A PANTALANES:	0,15	0,15	1,80
Suma coeficientes Ponderación:	1,00		
ÍNDICE DE ESTADO DE SISTEMAS DE AMARRE:			3,47

Criterio utilizado para el ÍNDICE DE ESTADO:
1=OPTIMO 5=PESIMO

INDICE DE ESTADO DE LAS INSTALACIONES

2.- INSTALACIONES

-El criterio para establecer los coeficientes estratégicos será de mayor a menor según importancia.
-La suma del total de los coeficientes estratégicos debe ser igual a 1.

COEFICIENTES ESTRATÉGICOS		ÍNDICE DE ESTADO	
2.1.- SISTEMAS DE AMARRES:	0,05	0,05	3,47
2.2.- SERVICIO A EMBARCACIONES:	0,10	0,10	1,98
2.3.- SISTEMA DE BALIZAMIENTO:	0,10	0,10	0,00
2.4.- ESTACION DE SERVICIO:	0,15	0,15	2,00
2.5.- VARADERO:	0,10	0,10	3,40
2.6.- OTROS:	0,10	0,10	2,30
2.7.- VEHICULOS:	0,15	0,15	3,00
2.8.- EMBARCACIONES:	0,15	0,15	3,40
2.9.- COMUNICACIONES:	0,10	0,10	1,00
Suma coeficiente Estratégico:	1,00		
ÍNDICE DE ESTADO DE LAS INSTALACIONES:			2,30

Criterio utilizado para el ÍNDICE DE ESTADO:
1=OPTIMO 5=PESIMO

INDICE DE CONSERVACIÓN DE LA MARINA ISLA CANELA

INDICE GENERAL DE LA MARINA ISLA CANELA

El criterio para establecer los coeficientes de nivel de servicio será de mayor a menor según importancia.
-La suma del total de los coeficientes de nivel de servicio debe ser igual a 1.

COEFICIENTE DE NIVEL DE SERVICIO		INDICE DE ESTADO	
1.- INFRAESTRUCTURAS:	<input type="text" value="0,3"/> <input type="text" value="0,3"/>	1.- INFRAESTRUCTURAS:	<input type="text" value="3,27"/>
2.- INSTALACIONES:	<input type="text" value="0,7"/> <input type="text" value="0,7"/>	2.- INSTALACIONES:	<input type="text" value="2,30"/>

ÍNDICE DE ESTADO DE LA MARINA ISLA CANELA =
 Coeficiente INFRAESTRUCTURAS x Índice de estado de las INFRAESTRUCTURAS + Coeficiente de las
 INSTALACIONES x Índice de estado de las INSTALACIONES

$0,3 \times 3,27 + 0,7 \times 2,30 = 2,59$

PRÓXIMAS ACTUACIONES

Con las actuaciones descritas en los apartados anteriores, se consigue disponer de un inventario organizado de la instalación náutica, en el que, además, se conoce con bastante exactitud el estado de cada uno de los elementos. El avance cualitativo que hemos notado al disponer de esta información ha sido espectacular sobre todo en lo que se refiere a la planificación de los trabajos de conservación de la instalación utilizando criterios basados en datos concretos y objetivos y no en suposiciones subjetivas sobre el estado del puerto o de parte de él, como hasta ahora veníamos haciendo.

Como indicábamos en la introducción de este documento, necesitamos saber cuánto y en qué nos gastamos el presupuesto de mantenimiento de la instalación. Una vez que tenemos organizado el sistema de inspección, sabiendo dónde se debe actuar, las siguientes fases a desarrollar van encaminadas en cuantificar las actuaciones de conservación y o reparación, y así tener un conocimiento lo más exacto posible de las necesidades de mantenimiento de nuestra instalación.

GESTIÓN DE LA RED INDUSTRIAL DE TELECOMUNICACIONES DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE MÁLAGA

José Manuel López Chorro¹

INTRODUCCIÓN

Un puerto moderno, de hoy día, no puede permitirse fallos ni efectos negativos cuando una instalación debe funcionar. De esta forma, el mantenimiento no debe ser solo la gestión diaria de averías y un plan de mantenimiento preventivo, sino una concepción estratégica, como fuente de competitividad, de seguridad en el trabajo y de compromiso con el cliente y con el medio ambiente.



Los puertos hoy, se enmarcan en el compromiso de calidad integrada por la competitividad, seguridad y medio ambiente, a los que el mantenimiento ayuda a conseguir estos objetivos. En el mantenimiento no solo intervienen aspectos de ingeniería, sino también de gestión, organización, recursos humanos y economía de empresa.

Por ello, el mantenimiento debe estar siempre dentro del planeamiento empresarial, en su triple nivel, estratégico, táctico y operativo.

INSTALACIONES INDUSTRIALES PORTUARIAS

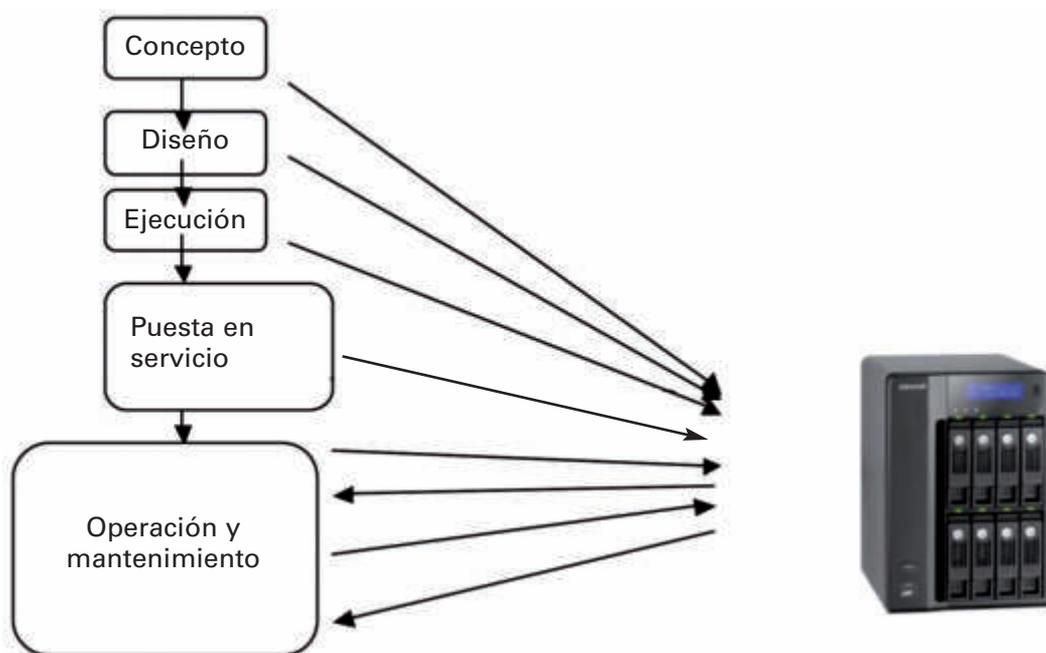
Con el fin de reducir costes e incrementar la calidad de los servicios, los puertos, al igual que otras empresas, han ido adquiriendo nuevas y costosas tecnologías que

¹ Autoridad Portuaria de Málaga.

traen consigo una demanda de mantenimiento y que exigen una nueva concepción de la organización tradicional, dedicada a la reparación de la maquina o elemento, debiéndose convertir en unidad de negocio de alto nivel tecnológico.

Para ello deben iniciarse acciones desde el origen, empezando por el concepto portuario habitual de Obra Nueva. La información que se maneja en el mantenimiento proviene desde el inicio de la vida de la instalación, pasando por todas las etapas, hasta su retirada definitiva del servicio. Así, las características de los elementos individuales que componen una instalación, de sus especificaciones de montaje, y de su diseño constructivo dentro del resto de equipos o redes, son esenciales para el uso y mantenimiento futuro y deben recopilarse adecuadamente.

Recopilación de Información durante la Vida Útil de la Instalación



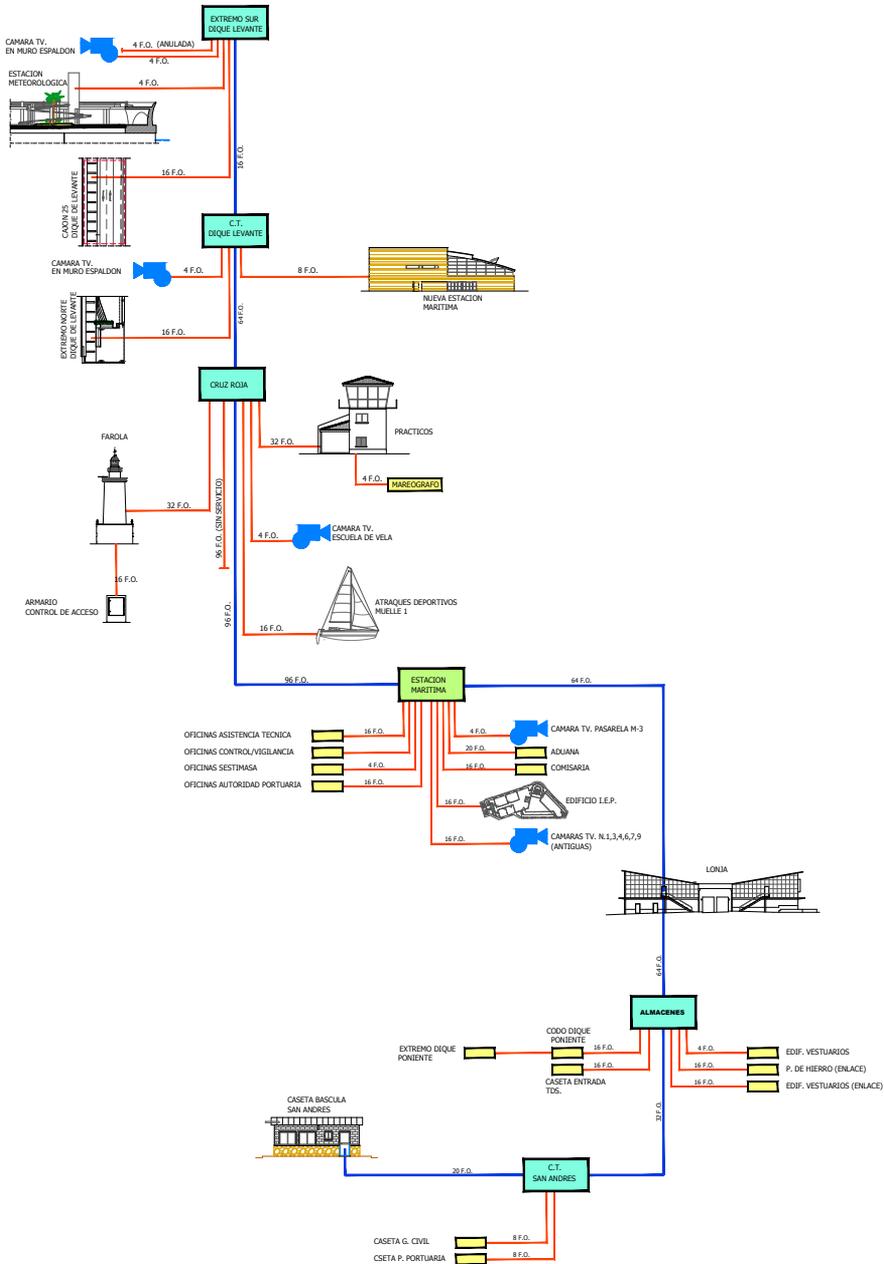
Almacenamiento de documentación para el mantenimiento.

UN CASO PRÁCTICO. LA RED DE FIBRA ÓPTICA

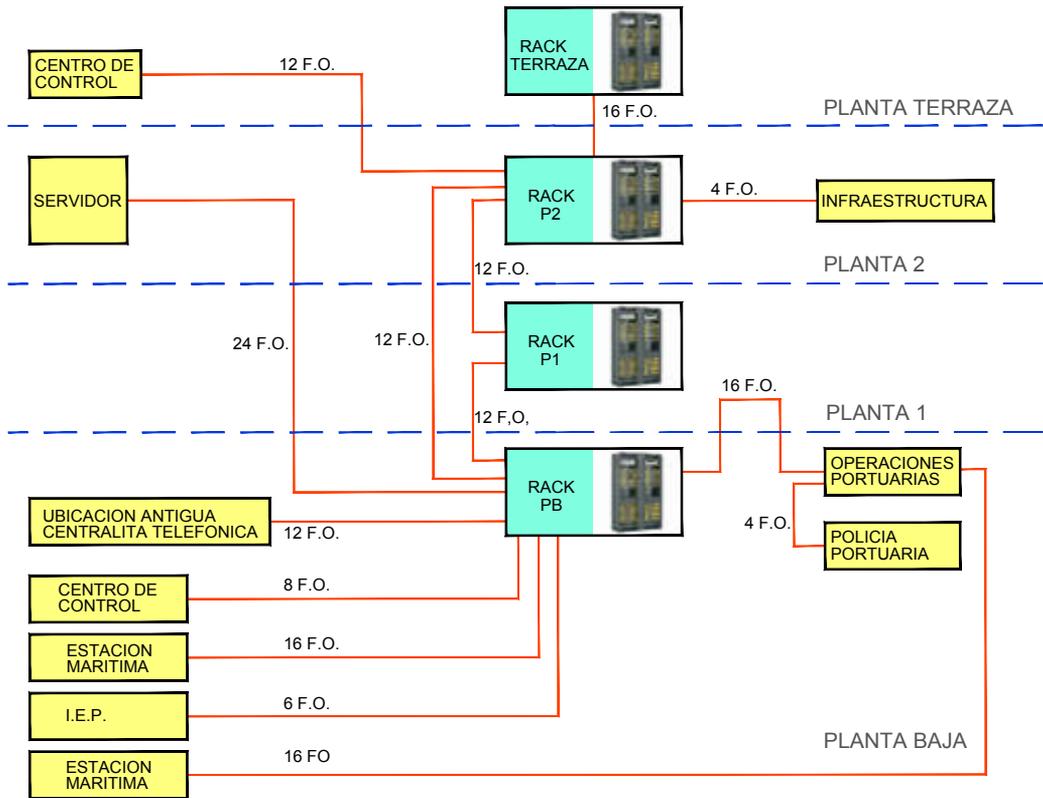
Las redes de suministro de agua, saneamiento, electricidad, centros de transformación, etc, son redes y equipos más o menos cotidianos, dentro del mundo industrial, de forma que nuestro propio personal, o empresas tipo, son capaces de afrontar cualquier intervención en ellas.

Sin embargo, merece la pena separar el caso de la red de fibra óptica, por su complejidad y variedad, y porque es necesario mantener adecuadamente la información de su diseño y organización para gestionarla posteriormente.

En su día implantamos un procedimiento basado en un esquema mnemotécnico, lo más sencillo posible, para que cualquier personal, propio o externo, pudiera guiarse a través del intrincado laberinto de fibras y latiguillos, como el que se indica a continuación.



Se indica parte del troncal, a modo de ejemplo, con indicación de las características del cable y la ubicación de las cajas terminales y armarios intermedios.

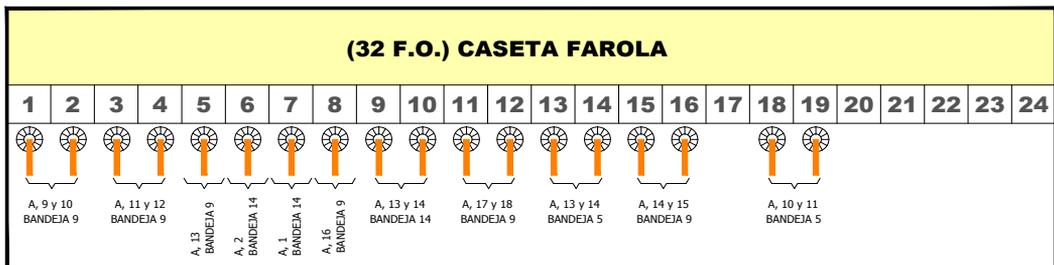


Otro ejemplo de esquema de ubicación de armarios y cables de interconexión que corresponde al edificio de oficinas de la APMA.

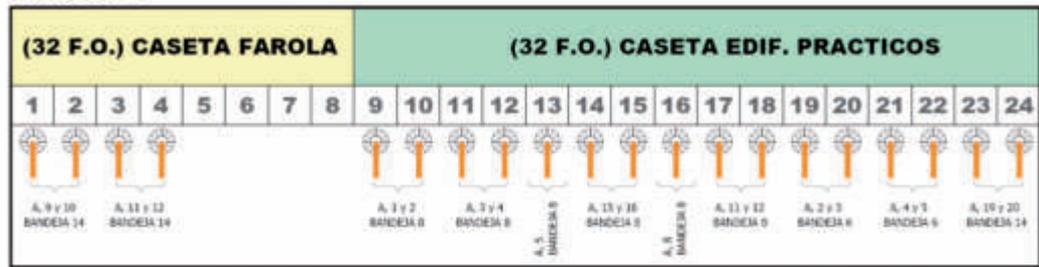
Sin duda, lo más importante del inventario, son los esquemas de parcheo de las bandejas de los armarios de interconexión, que es donde se unen fibras de diferentes cables que llegan a un punto, para conseguir el trazado deseado en cada caso.

CASETA CRUZ ROJA

BANDEJA 8



BANDEJA 9



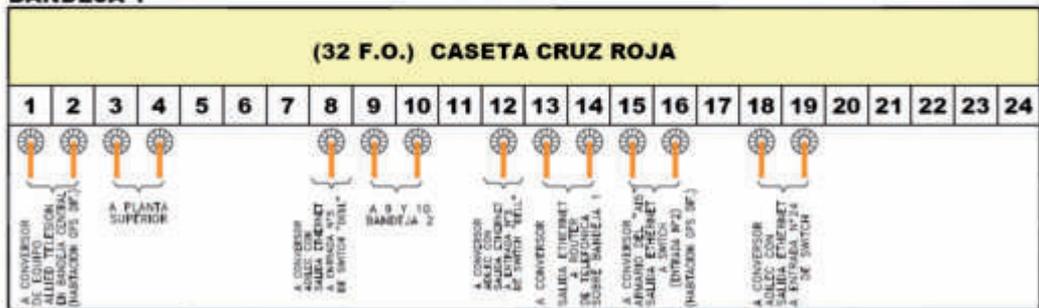
BANDEJA 1



BANDEJA 2



BANDEJA 1



TIPOLOGÍA DE FALLOS

Los tipos de fallos básicos de la fibra óptica son:

- Aumento progresivo de la atenuación.

- Interrupción total de la comunicación.
- Rotura de la fibra.

Las causas de dichos fallos pueden localizarse en:

- Los propios cables.
- En los elementos de conexión, terminales, latiguillos, etc.

En los cables las causas pueden ser:

- Rotura del cable por accidente o tracción excesiva.
- Humedad.

La humedad produce una reacción química en la microgrietas que la fibra óptica tiene ya desde su fabricación, al entrar en contacto con el silicato de sílice que las forma, profundizando las grietas que provocan un importante aumento de la atenuación, fragilización y, finalmente, la rotura de la fibra.

En los elementos de conexión, la causa más común es la suciedad, para lo que hay elementos de inspección visual y de limpieza específicos para este fin.

INSPECCIONES Y SUPERVISIÓN

Con las inspecciones y la supervisión lo que vamos a comprobar es que la fibra óptica y sus elementos de conexión, mantienen la capacidad de transmisión necesaria para el uso que se dé en cada caso, es decir, hay que interpretar el resultado (decibelios de pérdida) para dar por bueno el destino que se pretende, registrando los datos en el sistema de gestión de mantenimiento, SGMAO de que se disponga.

Así, una fibra puede ser útil para gestionar un telemando pero no para una conexión tipo Ethernet de un gran ancho de banda, es decir gran cantidad de datos por unidad de tiempo.

Inspección

Comprobamos fundamentalmente la atenuación de la fibra con un equipo especial (OTDR por ejemplo), que normalmente se subcontrata a una empresa especializada, en los canales de funcionamiento de la fibra. En nuestro caso la fibra instalada es de 62,5/125, multimodo, trabajando en 850 y 1300 nm, los llamados ventana 1 y 2. Se realiza en el momento de la instalación, para comprobar que el resultado sea correcto (a este proceso se llama certificación) y, posteriormente cada 3 o 5 años. Cuando la instalación es crítica, como el caso de algunas instalaciones militares, se llega incluso a cambiar directamente el cable de fibra cada cierto tiempo ya establecido.

Las inspecciones consisten en comparar los datos de campo de cada fibra con los originales, para determinar su grado de deterioro y funcionalidad operativa.

Según el uso al que se destine la fibra, el margen de pérdida por atenuación admisible será diferente. Por ejemplo, el uso de transmisión de datos en formato Ethernet, es el más exigente por su ancho de banda. Actualmente se trabaja con niveles de Gigahertz, por lo que hay que ser cuidadoso con las distancias y pérdidas admisibles en cada tramo.

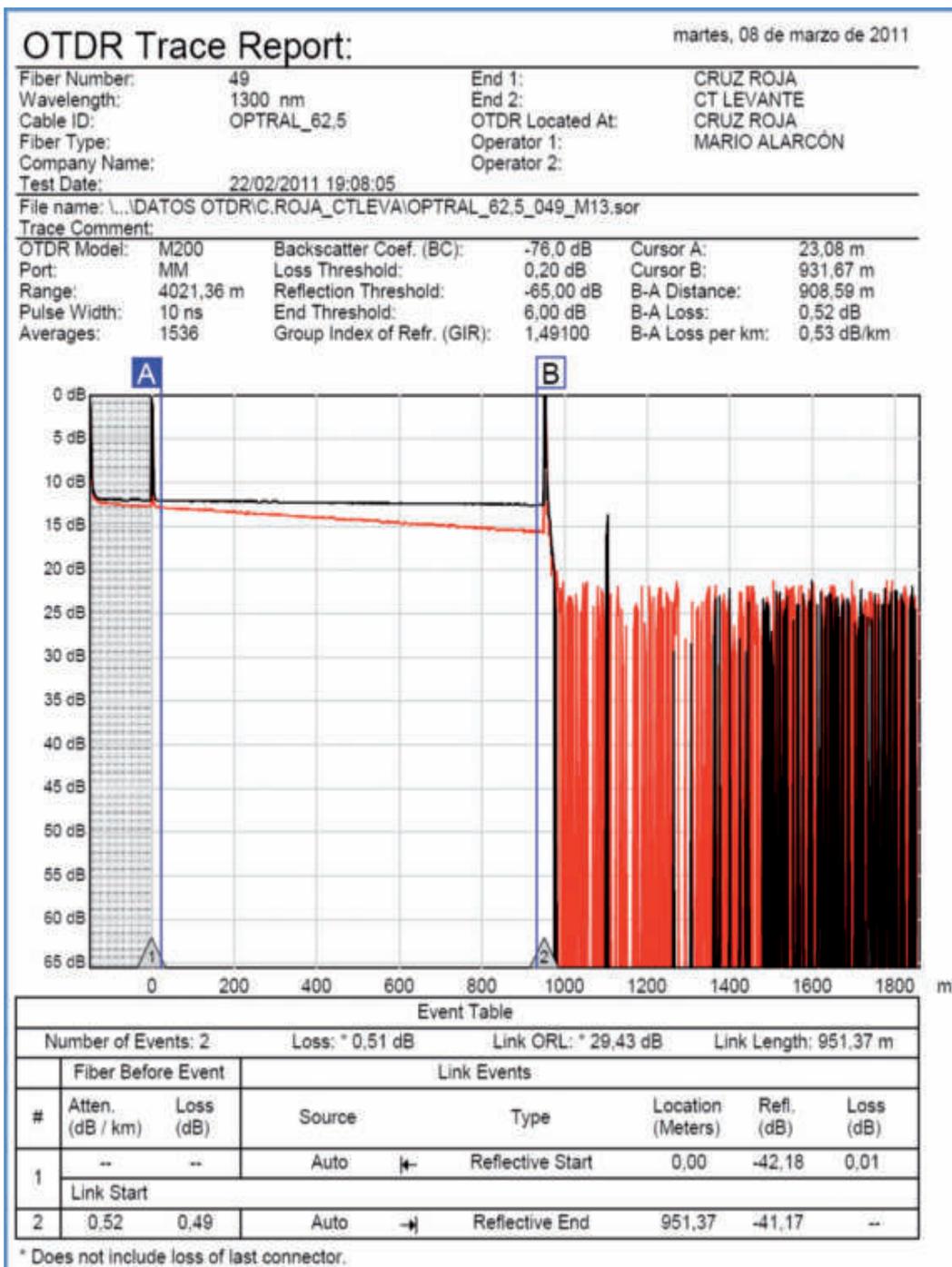
Las características ópticas originales típicas de la fibra óptica instalada en la APMA, son las siguientes:

Propiedades ópticas		OM1	OM2	Giga
Coeficiente atenuación (dB/km)	850 nm	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0
	1300 nm	≥ 7.0	≥ 7.0	≥ 7.0
Ancho de Banda (MHz x km)	850 nm	≥ 200	≥ 500	≥ 200
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	275	550	500
	1000Base-LX	550	550	1000
Apertura numérica	0.275 + 0.015			
Índice de refracción	850 nm	1.496		
	1300 nm	1.491		

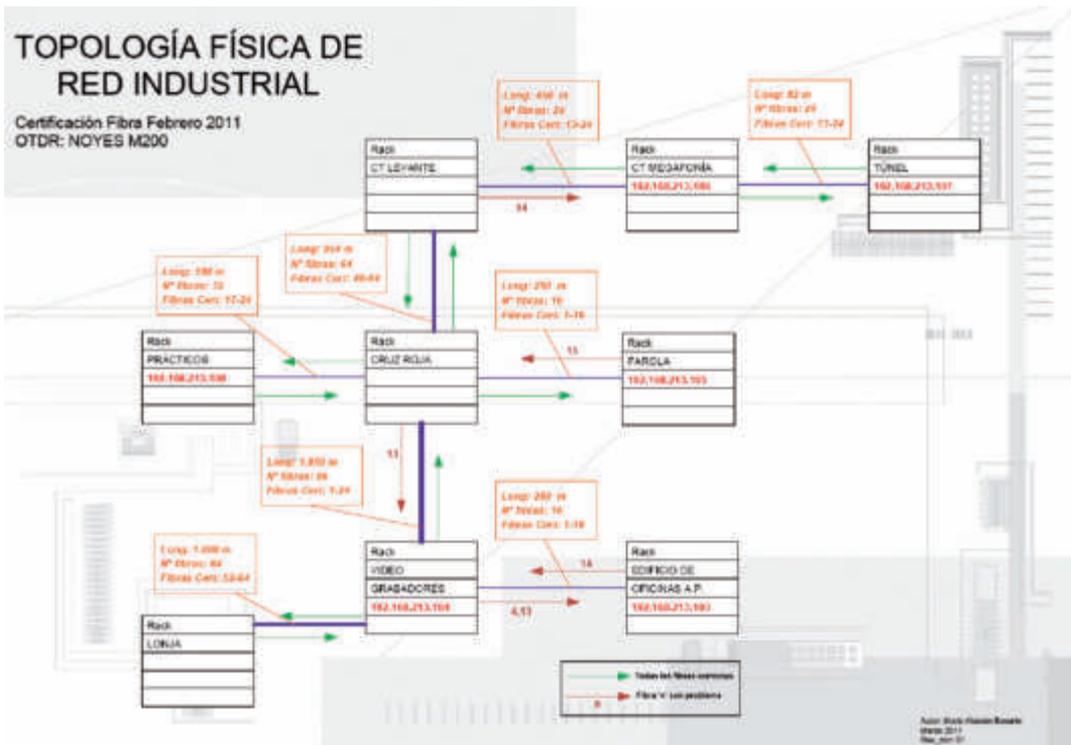
Propiedades ópticas conforme a CEI 60793-2-10, ISO/IEC 11801, EN 50173, ANSI/TIA/EIA-492AAAA-A, ANSI/EIA/TIA 568-C

Para comprobar el estado de transmisión de la fibra óptica, empleamos un equipo capaz de medir la atenuación, como un Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR), en cada fibra de cada tramo de cable y cada uno de los sentidos, es decir midiendo desde un extremo de la fibra y, posteriormente, desde el otro extremo, verificando las medidas obtenidas. La longitud de la fibra misma y la longitud de onda de la luz que viaja a través de la fibra, determinan ante todo el valor de la atenuación.





Resultado impreso de una medición de una fibra multimodo con OTDR en la ventana 2 a 1300 nm. Los puntos A y B indican los extremos de la fibra y la ubicación de los terminales. La pérdida de 0,52 dB medidos en los 908,59 metros, representa 0,58 dB/Km, dentro del rango esperado, para el uso a que se destina.

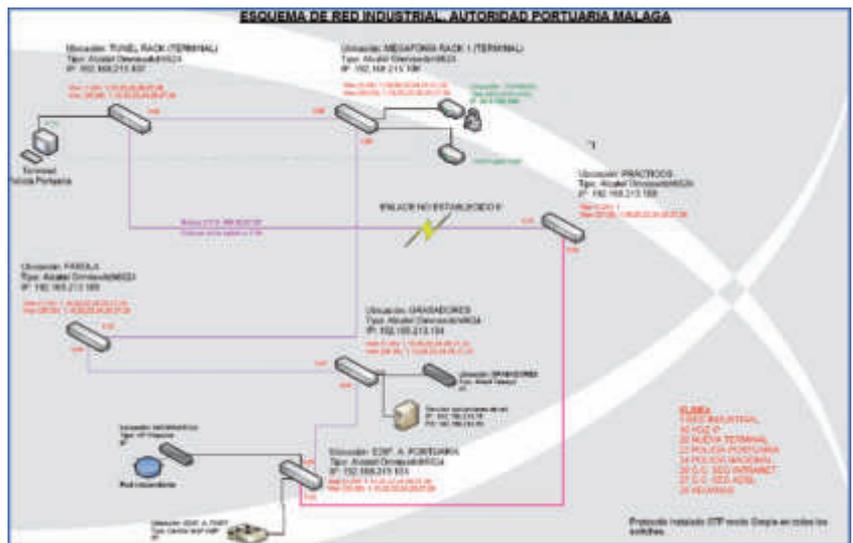


Resultado resumen de una inspección con OTDR sobre parte del cableado de fibra óptica, realizada 6 años después de su instalación original. Vemos que se ha realizado solo en parte de las fibras que se destinan a usos más exigentes. El resultado es que se han desechado varias fibras en cada caso.

Supervisión

Comprobamos de forma continua, la capacidad transmisora de la red, controlando los parámetros de funcionamiento de una red Ethernet montada en anillo sobre la fibra, de forma que la sometemos a las mayores exigencias de funcionamiento.

Este seguimiento continuo se realiza mediante unos pro-



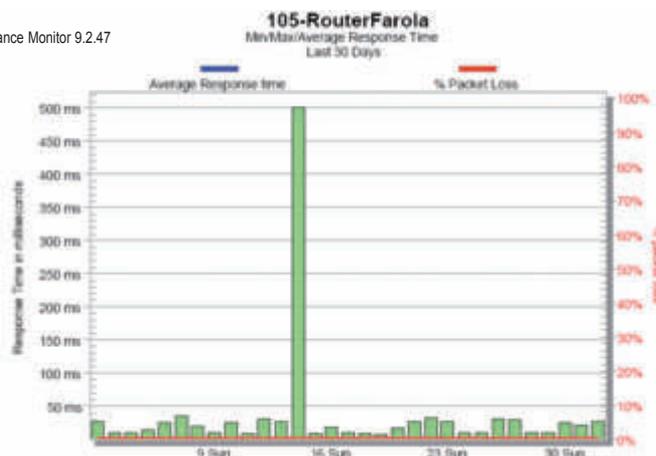
Esquema de la red ethernet y sus elementos activos.

gramas informáticos instalados en un servidor, que se apoyan en los elementos activos de una red Ethernet, como son los switch o enrutadores gestionables.

La Red Industrial, funciona como red Ethernet externa a la propia del edificio de la APMA, para dar servicio exterior flexible al resto de equipamiento disperso por todo el recinto portuario.

La supervisión se realiza sólo sobre las fibras sobre las que se conecta la red Ethernet, pero da una idea de la degradación general del cable y, sobre todo de su integridad total, como en el caso de roturas mecánicas, como en caso de accidentes por obras, quedando registrados todos los incidentes para su posterior análisis o pérdidas por corte de suministro eléctrico, del que dependen los equipos activos, enrutadores, convertidores de fibra, etc.

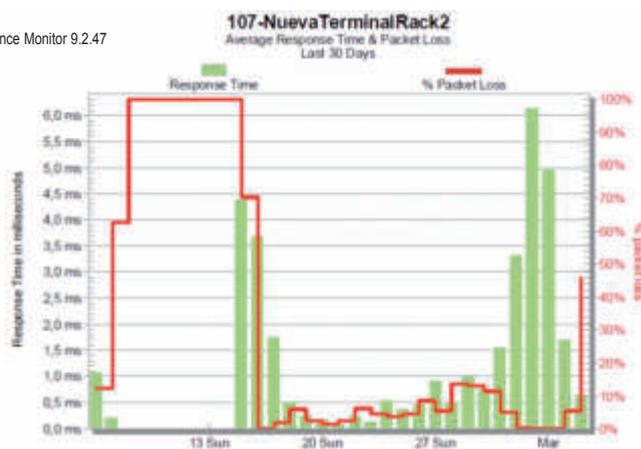
Ene 2011
SolarWinds Network Performance Monitor 9.2.47
nmp://SolarWinds.Net



01/02/2011 10:21
Page 1

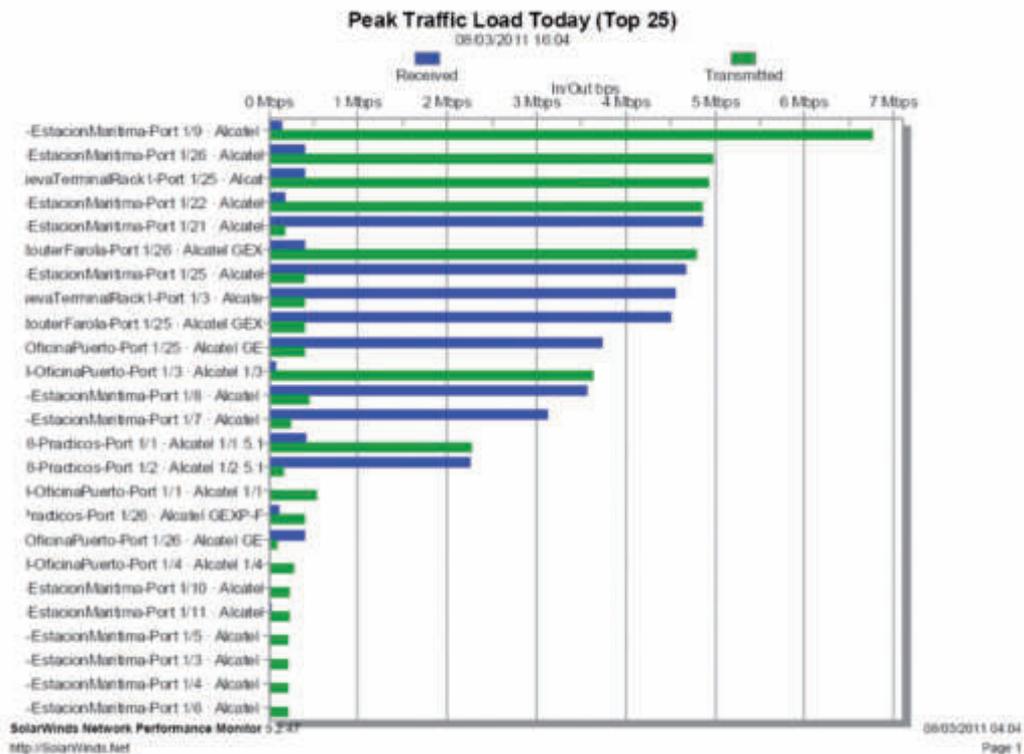
En este caso vemos los tiempos de respuesta de la red a paquetes de datos, resaltando los problemas que se presentaron el día 13, pero que no se debieron a la fibra, y que se estabilizaron el resto del mes.

Feb 2011
SolarWinds Network Performance Monitor 9.2.47
nmp://SolarWinds.Net



08/03/2011 03:57
Page 1

Aquí vemos como el sistema recoge la rotura total de un tramo de fibra y las consecuencias de paquetes perdidos.



Resumen de la carga de tráfico en la Red Industrial en un día determinado.

CONCLUSIONES

El sistema de gestión de la Red Industrial de Telecomunicaciones por Fibra Óptica implantado nos ha permitido:

- Que distintas empresas externas puedan trabajar en la resolución de averías, ampliación de las redes, que de otra forma sería muy costosa de determinar los trazados y los distintos circuitos.
- Determinar el estado de funcionalidad de la red y el grado de deterioro de la misma.
- Aportar datos suficientes para valorar el funcionamiento diario de la instalación, que se entregan a un gestor específico de mantenimiento SGMAO.