

Universidad de La Laguna
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval

**Trabajo presentado para
la obtención del título de:**

GRADUADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

Presentado por

Antonio José Saavedra Villalobos

Propuesta para la implantación
de un sistema orientado a la gestión
del mantenimiento de equipos
de seguridad y supervivencia, basado
en el uso de dispositivos móviles a bordo

Dirigido por

Carlos Efrén Mora Luis

Presentado en julio de 2014

ULL | Universidad
de La Laguna

D. Carlos E. Mora Luis, Profesor preteneciente al área de Construcciones Navales del *Departamento de Ciencias de la Navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica* de la Universidad de La Laguna certifica que:

D. Antonio José Saavedra Villalobos, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: *Propuesta para la implantación de un sistema orientado a la gestión del mantenimiento de equipos de seguridad y supervivencia, basado en el uso de dispositivos móviles a bordo.*

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

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, Julio de 2014.

Fdo. Carlos E. Mora Luis
Tutor del trabajo

Resumen

La legislación y reglamentación internacional aplicada en el sector marítimo exige la implementación de sistemas de gestión de mantenimiento a bordo. Estos sistemas incluyen la revisión periódica de todos los equipos y dispositivos para garantizar que sus condiciones sean seguras. Para evidenciar esto debe existir un registro de toda la información e incidencias detectadas durante las revisiones, almacenándose en bases de datos a bordo. Actualmente se utilizan formularios en papel para revisar que cada elemento cumple con los requisitos de seguridad aplicables, siendo necesario un posterior volcado de toda esta información al soporte electrónico. En este trabajo se propone el desarrollo de un procedimiento que permita implantar formularios electrónicos apoyados en el uso de dispositivos móviles para optimizar este proceso, y evaluar su usabilidad dentro de entornos reales.

International regulations require the implementation of maintenance management systems onboard. These systems include the periodical inspection of every equipment to guarantee its safe condition. To prove the realizing of these tasks, all the linked data and failures detected during inspections must be recorded onboard. Nowadays paper checklists are used to verify that every device fulfills the applicable safety procedures, requiring a later transfer to electronic support. This work proposes the development of a procedure to implement electronic checklist by using mobile devices, and testing its usability under real environments.

Índice general

Lista de figuras	IX
Lista de tablas	XI
Acrónimos	XIII
1. Objetivos	1
2. Antecedentes	3
2.1. Prescripciones SOLAS sobre Equipos de Seguridad	3
2.2. Código ISM/IGS	4
2.3. Mantenimiento preventivo de equipos de seguridad	5
2.4. ISM a bordo: El Ship Safety Officer	6
2.5. Implementación tradicional de inspecciones de equipos de seguridad . .	7
2.6. Informatización del sistema de gestión de mantenimiento	7
2.7. Dispositivos móviles como soporte de información	9
2.7.1. Limitaciones de los dispositivos móviles a bordo	10
2.8. Estándar IEC 60529: Grados de protección IP	10
2.9. Estándar IEC 60079: Equipos eléctricos para zonas peligrosas	12
2.9.1. ATEX. Directiva Europea 94/9/EC	13
2.10. Riesgos de explosividad asociados a las radiaciones electromagnéticas . .	13
3. Desarrollo	15
3.1. Requisitos del sistema	15
3.2. Propuesta	15
3.2.1. Requisitos de software	16
3.2.2. Requisitos de hardware	17

3.3. Preparación del entorno	18
3.3.1. Ajustes previos del dispositivo móvil	19
3.3.2. Preparación del entorno ofimático de escritorio	21
3.4. Procedimiento de trabajo rutinario	25
3.4.1. Añadir entrada en una librería	25
3.4.2. Hacer una consulta	26
3.4.3. Modificar una entrada	27
3.4.4. Portabilidad de datos vía Google	27
3.4.5. Portabilidad de los datos mediante archivos Comma Separated Values (CSV)	27
3.4.6. Confección de guía de procedimiento	28
4. Estudio de viabilidad	31
4.1. Prueba de usabilidad SUS	31
4.2. Resultados de prueba de usabilidad	31
5. Conclusión	35
Apéndices	37
A. Periodicidad de las revisiones de equipos usada para el desarrollo de la aplicación	37
B. Reporte descriptivo de trabajo estándar	39
B.1. Revisión mensual de extintores portátiles en acomodación y cubierta . .	39
B.2. Revisión de trajes de inmersión	40
B.3. Revisión de chalecos salvavidas	40
C. Informe de inspecciones de equipos de seguridad generado con Google Drive	43
D. Cuestionario System Usability Scale (SUS) empleado para la evalua- ción de la herramienta	45
Bibliografía	49

Índice de figuras

2.1. Portadas SOLAS, FSS, LSA e ISM.	4
2.2. Guía de marcado ATEX para dispositivos eléctricos.	13
3.1. Innovation 2.0 Atex Smartphone, marcas ATEX, IECEX y otras características.	18
3.2. Pantalla de revisión de entrada en librería de Memento Database.	19
3.3. Pantalla de edición de librerías en Memento Database.	20
3.4. Hoja de cálculos exportada por Memento Database a Google Drive.	22
3.5. Configuración de formatos condicionales en Google Drive.	23
3.6. Sintaxis del comando Importrange en Google Drive.	23
3.7. Escaneo de código QR y acceso a pantalla de edición de entrada en Memento Database.	25
3.8. Importación de archivos CSV a LibreOffice Calc.	29

Índice de cuadros

2.1. Dispositivos de seguridad a bordo de LNG/c	8
2.2. Grado de protección IP según estándar IEC 60529	11
4.1. Resultados de la encuesta SUS	32

Acrónimos

SOLAS	Safety Of Life At Sea Code
IMO	International Maritime Organization
ISM	International Safety Management Code
FSS	Fire Safety System Code
LSA	Life Saving Appliances Code
LNG/c	Liquefied Natural Gas Carrier o Transportador de Gas Natural Licuado
IBC	International Bulk Chemical Code o Código internacional de la OMI para la construcción y el equipamiento de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel
IGC	International Gas Carrier Code o Código internacional de la OMI para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel
IEC	International Electrotechnical Commission o Comisión Electrotécnica Internacional
ATEX	Atmósfera Explosiva
NAVSEA	Naval Sea Systems Command
USB	Universal Serial Bus
CSV	Comma Separated Values
SUS	System Usability Scale
QR	Quick Response

1 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento de equipos de seguridad y supervivencia a bordo de diferentes tipos de buques mercantes aplicando el uso de dispositivos móviles. Para ello se realiza un análisis de los requisitos legales que regulan la aplicación de los sistemas de gestión de mantenimiento a bordo.

El punto de partida es la revisión de los métodos aplicados en los buques actualmente y de sus limitaciones. El propósito es corregir la duplicidad de trabajo que resulta de no disponer de acceso a las bases de datos de gestión de mantenimiento a bordo en los lugares en los que se realizan cada una de las inspecciones programadas. Se propone el uso de dispositivos móviles como solución a este problema y se analizan los posibles inconvenientes de la aplicación de este sistema así como sus respectivas medidas de corrección.

Este trabajo busca presentar un procedimiento de trabajo que contemple todas las necesidades específicas del problema planteado.

This project has the goal of developing an on-board safety and survival equipment maintenance management system to be implemented on different types of merchant vessels using mobile devices. To do this, legal requirements related to the application of maintenance management system on board are reviewed.

The starting point is the review of the methods used on board nowadays and their limitations. The purpose is to amend the duplicity of work caused by not having access to on-board maintenance management databases in the places where programmed inspections are carried out. A solution for this problem consists in the use of smartphones, and the related advantages and disadvantages are reviewed to recommend further improvements.

This work is intended to present a working procedure covering every specific need for the proposed solution.

2 Antecedentes

2.1 Prescripciones SOLAS sobre Equipos de Seguridad

Todos los esfuerzos internacionales por garantizar la aplicación de medidas y protocolos a la actividad marítima con el fin de garantizar que dicha actividad se realice de manera segura quedan resumidos en el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, o Safety Of Life At Sea Code (SOLAS), que fue convenido por la International Maritime Organization (IMO) en el año 1974 y que entró en vigor en el año 1980.

Este convenio marca las directrices mínimas a las que deben ajustarse todos los buques abanderados por los países que suscriben el convenio en los siguientes aspectos [13]:

- Aspectos de construcción que comprenden la estructura, compartimentos, estabilidad, instalaciones de máquinas, instalaciones eléctricas, prevención, detección y extinción de incendios.
- Dispositivos y medios de salvamento.
- Radiocomunicaciones.
- Seguridad de la navegación.
- Transporte de cargas y mercancías peligrosas.
- Medidas de seguridad específica para buques nucleares, naves de gran velocidad y graneleros.
- Gestión de seguridad operacional.
- Medidas especiales para incrementar la seguridad y la protección marítima.

En este documento se revisan las disposiciones SOLAS relativas a la gestión de seguridad operacional aplicada a las instalaciones de extinción de incendios y los dispositivos de salvamento así como los requisitos técnicos que deben cumplir esos elementos. Para estos temas, el SOLAS nos remite a los siguientes documentos:

- Código International Safety Management Code (ISM) o Código Internacional de Gestión de Seguridad [21].

- Código Fire Safety System Code (FSS) o Código Internacional de Sistemas de Seguridad contra el Fuego [22].
- Código Life Saving Appliances Code (LSA) o Código Internacional de Dispositivos de Salvamento [23].



Figura 2.1: Portadas SOLAS, FSS, LSA e ISM.

2.2 Código ISM/IGS

El código Internacional para la Gestión de La Seguridad o ISM es un compendio de instrucciones que tiene por objetivo garantizar la seguridad en el mar, la prevención de daños personales o la pérdida de vidas y evitar el daño al medio ambiente o a otras propiedades. Estas instrucciones se organizan en una guía de gestión de los elementos que aseguran la seguridad a bordo, estipulando que las compañías deben tener a disposición de las tripulaciones sistemas de gestión que incluyan prácticas seguras relacionadas con las operaciones del buque y entornos de trabajo, análisis de riesgos y medidas de contención para todas las tareas realizadas a bordo y métodos que garanticen el constante perfeccionamiento de la aplicación de las medidas de seguridad. Los sistemas de gestión de seguridad deben asegurar el cumplimiento de las legislaciones obligatorias, los códigos aplicables, las directrices y estándares recomendados por las autoridades nacionales y las sociedades de clasificación.

El sistema de gestión de seguridad implementado por la compañía debe ser desarrollado de forma que abarque los siguientes puntos [21]:

- Política de seguridad y protección medioambiental.
- Instrucciones y procedimientos que aseguren la operación segura de los barcos y la protección del medio ambiente en concordancia con la legislación internacional y la aplicable por el estado cuyo pabellón enarbola el buque.
- Definiciones de niveles de autoridad y vías de comunicación entre el buque y el personal de tierra.

- Procedimientos para notificación de accidentes y no conformidades con los requisitos del código.
- Procedimientos para prevenir y para afrontar situaciones de emergencia.
- Procedimientos para las inspecciones y revisiones internas.

Con respecto al mantenimiento del barco y sus equipos, el código establece que la compañía debe establecer procedimientos que garanticen que el mantenimiento del buque es llevado a cabo en conformidad con las legislaciones y reglamentaciones aplicables, y con cualquier otro requisito adicional que pueda ser añadido por la propia compañía. De esta forma, el sistema de gestión de seguridad debe asegurar que las inspecciones son llevadas a cabo siguiendo intervalos adecuados y que cualquier no conformidad debe ser reportada y, siempre que sea posible, deben quedar establecidas las medidas correctivas a aplicar ante la existencia de una no conformidad. Todas estas actividades deben quedar registradas y debe conservarse a bordo evidencias de que se llevan a cabo.

2.3 Mantenimiento preventivo de equipos de seguridad

De acuerdo con el ISM la compañía debe identificar los equipos y sistemas técnicos cuyo fallo repentino pueda resultar en situaciones peligrosas, de manera que el sistema de gestión de seguridad ha de establecer medidas destinadas para promover la fiabilidad de estos equipos y sistemas. Estas medidas incluyen la inspección y prueba de funcionamiento de equipos que no son de uso habitual, que deben recogerse en la rutina de mantenimiento operacional del buque.

Las medidas para promover la fiabilidad de estos equipos y sistemas son una aplicación directa de lo que se conoce en el sector industrial como “mantenimiento preventivo”.

Podemos definir el mantenimiento preventivo como un conjunto de acciones realizadas de forma periódica en una máquina o equipo con el fin de optimizar su funcionamiento y evitar paradas imprevistas. Entre sus variados objetivos, cuando se aplica un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de seguridad a bordo se persigue principalmente mantener los equipos en condiciones de seguridad y correcto funcionamiento. El plan de mantenimiento se diseña específicamente para cada instalación teniendo en cuenta una serie de factores básicos [18].

- Relación de equipos y sus respectivas localizaciones.
- Información técnica disponible en los manuales de mantenimiento de los equipos.
- Relación de puntos a revisar en cada equipo y periodicidad de dichas revisiones.
- Previsión de recambios.

Toda esta información se recopila en forma de fichas de mantenimiento. Las fichas de mantenimiento ayudan a ejecutar el plan de mantenimiento de forma adecuada y a la vez a mantener un registro de todas las revisiones que se han realizado. El contenido básico de estas fichas incluye:

- Identificación de cada equipo.
- Elementos a comprobar o acciones a ejecutar.
- Referencias de recambios.
- Intervalos de revisiones.
- Observaciones.
- Identificación y firma del operario que ha realizado el mantenimiento.

2.4 ISM a bordo: El Ship Safety Officer

En aplicación de lo dispuesto en el ISM, a bordo de cualquier buque mercante debe existir un oficial encargado de asegurar la correcta aplicación de lo establecido en dicho código. Este oficial recibe la denominación de “Shipboard Safety Officer”.

El Shipboard Safety Officer, Onboard Safety Officer u Oficial de Seguridad a Bordo es un oficial con el suficiente conocimiento, experiencia y habilidades para vigilar los aspectos de seguridad del buque. Entre sus tareas podemos destacar las siguientes [16]:

- Localizar e identificar los riesgos potenciales para la seguridad del buque y la tripulación.
- Asegurar que la tripulación esté debidamente adiestrada e informada en materia de seguridad.
- Asegurar que en el buque se cumplen las prescripciones descritas en el código sobre prácticas seguras para el trabajo.
- Colaborar con el comité de seguridad para mejorar la seguridad a bordo.
- Atender los comentarios de la tripulación relativos a la seguridad a bordo.
- Colaborar en el perfeccionamiento del sistema de gestión de seguridad.
- Informar al capitán sobre las deficiencias en materia de salud y seguridad a bordo, así como aconsejarle para solucionar los riesgos potenciales que afecten estas materias.
- Investigar adecuadamente cualquier incidente que haya producido daños a la tripulación.
- Mantener un registro de todos los accidentes que hayan sucedido a bordo.
- Detener cualquier actividad que pueda causar daños al buque, a la tripulación o al medio ambiente.
- Asegurarse de que se realizan inspecciones a los equipos de seguridad según los intervalos requeridos, nunca inferiores a tres meses.

Es tarea del Shipboard Safety Officer implementar a bordo el sistema de gestión de seguridad a bordo con la colaboración del resto de la tripulación y de el Shore Safety Officer, que forma parte del personal de tierra de la compañía y se encarga de prestar asistencia al personal de abordaje en materia de seguridad.

2.5 Implementación tradicional de inspecciones de equipos de seguridad

El trabajo relativo a las inspecciones de equipos de seguridad y el mantenimiento del registro de documentos relativos a dichas inspecciones recae en el Shipboard Safety Officer, aunque puede darse el caso de que delegue parte de estas tareas a otro miembro de la tripulación.

El proceso tradicional empieza con la revisión del inventario de todos los elementos de seguridad del buque. Este inventario sigue las disposiciones del SOLAS y viene reflejado en el manual de seguridad del buque, así como en todos los planos de seguridad del buque. En la tabla 2.1 se presenta como ejemplo la lista de equipos de seguridad de un buque Liquefied Natural Gas Carrier o Transportador de Gas Natural Licuado (LNG/c) [3].

Cada uno de estos conjuntos de dispositivos es desarrollado en un inventario completo y detallado específico de cada buque que sirve al Shipboard Safety Officer como guía a la hora de realizar las inspecciones. Siguiendo las indicaciones de la documentación técnica relativa a cada equipo, así como las indicaciones del Shore Safety Officer, el Shipboard Safety Officer se encarga de que se inspecciones periódicas de cada elemento siguiendo un ciclo que para la mayoría de los equipos es mensual (ver apéndice A).

Estas inspecciones se realizan visitando cada elemento en su emplazamiento y revisando uno por uno los puntos de control que han sido señalados en la documentación técnica. El tripulante encargado de realizar esa inspección debe dejar constancia escrita de la conformidad o de la no-conformidad del equipo con las prescripciones aplicables. Por ello, el método más utilizado es la cumplimentación de un formulario de soporte físico en el lugar de la inspección.

La información recopilada durante la inspección y reflejada en los formularios de soporte físico son transcritas más adelante a un soporte informático cuya tipología puede variar desde una sencilla base de datos hecha sobre una hoja de cálculos hasta base de datos más complejas especialmente diseñadas y programadas para el buque en cuestión y con opciones sofisticadas de sincronización y gestión de recursos desde donde pueden ser almacenadas, enviadas a la oficina del Shore Safety Office o utilizadas para generar informes que resuman el estado de los equipos de seguridad a bordo.

2.6 Informatización del sistema de gestión de mantenimiento

Con la popularización del uso de los ordenadores de escritorio y la posterior llegada de Internet a bordo se convirtió en habitual la implementación de sistemas informáticos para la gestión del mantenimiento a bordo. Estos programas permiten manejar

Cuadro 2.1: Dispositivos de seguridad a bordo de LNG/c

Equipo de las botes salvavidas	Equipo de los botes de rescate
Balsas salvavidas	Pescantes y medios de puesta a flote
Aros salvavidas	Chalecos salvavidas
Trajes de inmersión	Pirotecnia del puente
Equipos portátiles de espuma	Equipos de bombero y ERAS
Equipos de escape rápido	Equipos de seguridad y protección química
Equipo de helicóptero	Mangueras, carretes C.I. e hidrantes
Conexión internacional	Extintores portátiles y carros extintores
Mantas apagallamas y sets lavajos	Sistema de nebulización de agua
Instalación fija de espuma	Grampas de ventilación neumática
Grampas de ventilación manuales	Sistemas de detección de incendios
Instalación de C.I y válvulas de corte	Sistema fijo de polvo seco
Remolques de emergencia	Instalación fija de CO2
Pulsadores de alarma general	Bombas C.I.
Equipos de salvamento electrónico del puente	Chalecos inflables para maniobras
Arneses de seguridad	Cascos de seguridad
Escaleras de mano	Baterías
Comunicaciones internas	

bases de datos muy complejas que organizan y relacionan toda la información disponible sobre mantenimiento, cadenas de suministro, planificación de trabajo, aspectos medioambientales y seguridad a bordo, entre otras cosas. El uso de estos programas genera un historial que está disponible a bordo facilitando el acceso de la información sobre cualquier equipo a un oficial que, por ejemplo acaba de iniciar su campaña a bordo.

Sin embargo, dado que estos programas están desarrollados para su uso en equipos de escritorio sigue siendo necesario que, después de realizar por ejemplo una labor de mantenimiento, el oficial dedique un tiempo adicional a reportar lo que ha hecho actualizando el historial de mantenimiento del equipo.

2.7 Dispositivos móviles como soporte de información

Dada la situación que se plantea, se observa que hay una ineficiencia en el procedimiento habitual, ya que la información tiene que pasar por dos etapas independientes entre sí: la recolección y la organización. La unificación de estas dos etapas en una única tarea permitiría optimizar la gestión del inventario de seguridad.

El principal problema que se presenta es que el oficial realiza la recolección de información en un lugar (por ejemplo, una determinada localización de la sala de máquinas) y luego la organiza en otro lugar (su oficina). La única forma de reducir a un solo paso la gestión del mantenimiento de equipos de seguridad es hacer que el oficial pueda manipular las bases de datos informáticas desde el lugar donde realice cada inspección.

En la actualidad, con el emergente desarrollo de la computación móvil esta última propuesta es realmente simple de llevar a cabo. Si el oficial llevase consigo un dispositivo móvil mientras realiza las inspecciones, podría ir registrando toda la información que obtenga sobre el estado de los equipos de seguridad a medida que va recorriendo las diferentes localizaciones donde están estibados estos elementos, y luego volcarla rápidamente al sistema informático central del buque para su posterior evaluación o almacenamiento.

El uso de dispositivos móviles para realizar las inspecciones ofrece varias ventajas que mejorarían el proceso de inspecciones no sólo haciéndolo más rápido, sino también más riguroso:

- Implementación de un sistema de rápida identificación de cualquier equipo de la base de datos mediante un código de barras o QR.
- Revisión instantánea del historial del equipo.
- Registro organizado de la información obtenida a medida que se realiza la inspección.
- La herramienta de trabajo del inspector cabe en su bolsillo, con lo cual puede llevar las manos libres mientras camina (aspecto de especial importancia a bordo de un buque).
- Evidencia de cualquier observación con la adición de fotografías.

- Sincronización automática con el sistema informático central del buque mediante conexión inalámbrica o cableada.

2.7.1 Limitaciones de los dispositivos móviles a bordo

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento de equipos de seguridad, o cualquier otra tarea, basada en el uso de dispositivos móviles, puede resultar inconveniente a bordo bien por la naturaleza de los trabajos realizados o por la necesidad de uso de equipos intrínsecamente seguros.

Los entornos en los que se realizan los trabajos a bordo requieren de la utilización de equipos que presenten una resistencia especial al funcionamiento en condiciones de temperaturas y humedades relativas agresivas así como la resistencia a la penetración de polvo y suciedad que pueda poner en peligro la integridad de dichos equipos.

Por la naturaleza peligrosa de su carga, existen buques en los que no es seguro (ni está permitido por las legislaciones aplicadas) el uso de dispositivos electrónicos fuera de la habilitación. A modo de ejemplo, el código para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel nos indica que:

11.1.2 Se eliminarán todas las causas de ignición de los espacios en que pueda haber vapores inflamables, con las excepciones previstas en los Capítulos X y XVI [12].

En la circular Circ.1116 del 2 de junio de 2004 emitida por el Comité de Seguridad Marítima de la IMO sobre las interpretaciones unificadas de los códigos International Bulk Chemical Code o Código internacional de la OMI para la construcción y el equipamiento de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (IBC) e International Gas Carrier Code o Código internacional de la OMI para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel (IGC) [2] se especifica que para los buques objeto de aplicación de dichos códigos, a saber, buques de transporte de sustancias químicas peligrosas a granel y buques de transporte de gases licuados a granel, los equipos eléctricos a utilizar a bordo deben ajustarse a criterios de seguridad intrínseca según la zona del buque en la que se apliquen según el estándar IEC 60079 de la International Electrotechnical Commission o Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Esto implica que a la hora de elegir un terminal para utilizar a bordo en los espacios de cubiertas o en los entornos más agresivos y/o peligrosos deben tenerse en cuenta las certificaciones de grado de protección IP según el estándar IEC 60529 y de equipos eléctricos para zonas peligrosas según el estándar IEC 60079.

2.8 Estándar IEC 60529: Grados de protección IP

En cumplimiento del estándar IEC 60529 [14] se establece una escala de resistencia de un equipo eléctrico a la penetración de polvo o de sustancias líquidas. De esta manera, después de someter un dispositivo a pruebas normalizadas, se establece una marca de protección IPXY donde “IP” representa las iniciales de “International Protection” mientras que X e Y son números que sitúan el grado de protección según la tabla 2.2.

Cuadro 2.2: Grado de protección IP según estándar IEC 60529

X (Primer dígito)	Protección contra el ingreso de partículas sólidas
0	Sin protección.
1	Elementos esféricos de 50 mm de diámetro no deben llegar a entrar por completo.
2	Elementos esféricos de 12,5 mm de diámetro no deben llegar a entrar por completo.
3	Elementos esféricos de 2,5 mm de diámetro no deben entrar en lo más mínimo.
4	Elementos esféricos de 1 mm de diámetro no deben entrar en lo más mínimo.
5	La cantidad de polvo que pueda entrar no debe interferir con el funcionamiento del equipo.
6	El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia.
Y (Segundo dígito)	Protección contra el ingreso de sustancias líquidas
0	Sin protección.
1	No debe entrar agua al caer desde 200 mm de altura durante 10 minutos a razón de 5 mm ³ /min
2	No debe entrar agua al caer desde 200 mm de altura durante 10 minutos a razón de 5 mm ³ /min en un rango angular desde 0 a 60° horizontales y verticales desde la posición de trabajo.
3	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
4	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
5	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30kN/m ² durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
6	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100kN/m ² durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros.
7	No debe entrar agua durante una inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos.
8	No debe entrar agua durante inmersiones más severas a las del valor 7 según especificación del fabricante.

2.9 Estándar IEC 60079: Equipos eléctricos para zonas peligrosas

En zonas donde se pueda encontrar concentraciones de gases o partículas inflamables el equipo eléctrico o electrónico a utilizar debe estar diseñado, ubicado e instalado de forma que no pueda actuar como detonante a causa de un arco eléctrico o el calentamiento de su superficie. Los códigos que regulan en materia de seguridad de construcción naval hacen hincapié en la necesidad de reducir siempre que sea necesario las instalaciones eléctricas en estas zonas. Sin embargo, cuando son necesarias dichas instalaciones o utilizar algún equipo eléctrico, este debe estar certificado como intrínsecamente seguro en concordancia con el estándar IEC 60079 [15].

Los requisitos de dicho estándar se aplican según la peligrosidad de las zonas, divididas en dos escalas independientes en función del tipo de peligrosidad.

Para la peligrosidad por concentración de gases inflamables el estándar contempla las siguientes categorías:

- La zona 2 se define como el área en la que puedan encontrarse concentraciones menores de gases inflamables debido a anomalías de funcionamiento. El límite suele situarse en 10 horas anuales.
- La zona 1 se define como el área se espera que puedan encontrarse concentraciones de gases inflamables durante las operaciones normales. Esta vez el límite se sitúa entre 10 y 1000 horas al año.
- La zona 0 se define como el área en la que es normal la presencia permanente de gases inflamables.

En lo relativo a la peligrosidad por presencia de polvos combustibles en suspensión, las categorías varían de la siguiente forma:

- La zona 22 son los lugares en los que es improbable que ocurra una concentración de material combustible en forma de nubes de polvo durante operaciones normales, y en caso de que ocurra, su duración sería corta.
- La zona 21 comprende las zonas en las que la presencia de una nube de polvo combustible es probable durante las operaciones normales.
- La zona 20 es la zona donde la presencia de una nube de polvo combustible es constante.

Además se realiza una clasificación de los gases combustibles, siendo el grupo I las mezclas gaseosas presentes en las excavaciones mineras (ricas en metano). Al grupo IIA pertenecen los gases industriales como el metano, propano y demás sustancias volátiles presentes en el petróleo. El grupo IIB comprende el etileno. Por último el grupo IIC comprende el hidrógeno, el acetileno y el sulfuro de carbono. Para las actividades marítimas a bordo de buques gaseros o buques quimiqueros los códigos aplicados indican

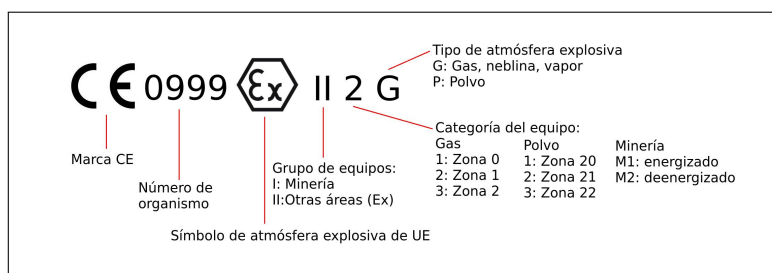


Figura 2.2: Guía de marcado ATEX para dispositivos eléctricos.

que deben emplearse como mínimo equipos diseñados y certificado para su utilización en zona 1 según IEC [2] en todas las zonas de cubiertas abiertas o espacios semicubiertos dentro de un cilindro vertical de altura ilimitada y radio 6 metros desde el centro de cualquier zona diseñada para la descarga que permita el flujo de mezclas de gases, aire o mezclas de gas inerte durante operaciones de carga, descarga o trasiegos de lastre y dentro una semiesfera de 6 metros de radio por debajo de dichas zonas. Cualquier distancia a menos de 4 metros de distancia de la zona catalogada como Zona 1 se considera Zona 2 y debe utilizar equipo diseñado bajo los estándares IEC para dicha zona, o equipos certificados para la zona 1.

2.9.1 ATEX. Directiva Europea 94/9/EC

La Directiva Europea 94/9/EC [1] constituye una guía de procedimientos relativos al diseño y uso de equipos eléctricos en zonas explosivas paralela a la certificación IEC. Cualquier dispositivo eléctrico a ser utilizado dentro de su zona de aplicación debe llevar la marca de conformidad Atmósfera Explosiva (ATEX), sin embargo esta normativa no es de aplicación a bordo de buques mercantes, puesto que prevalece la normativa dictada por IMO de la cual hemos hablado anteriormente (Ver figura 2.2 [11]).

2.10 Riesgos de explosividad asociados a las radiaciones electromagnéticas

A pesar de que se propone el uso de dispositivos con certificación IEC que garantizan que su uso es seguro en zonas con presencia de gases combustibles se busca asegurar que no existe riesgo de explosividad durante el uso de dispositivos móviles en zonas con posible presencia de gases combustibles.

La respuesta se encuentra en un estudio de los riesgos asociados a las radiaciones electromagnéticas encargado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América a Naval Sea Systems Command (NAVSEA) [19] en el que se revisan entre otras cosas los riesgos de explosividad asociados a las emisiones de antenas de comunicaciones militares y a radares. Se establece que para sistemas de comunicación que operan a frecuencias superiores a los 225 MHz que puedan emitir cerca de zonas donde se esté manipulando combustible, estos deben estar situados a una distancia mínima que garantice que la densidad de la potencia de radiación en la zona donde se encuentra el combustible sea inferior a 5 W/cm^2 . Los teléfonos móviles operan en frecuencias

que oscilan entre los 800 y los 3500 MHz con potencias máximas de emisión de 2 W y antenas de ganancia de 2,2 dBi, de tal manera que según los cálculos propuestos por NAVSEA, la distancia mínima a la que deben encontrarse las antenas móviles de un posible foco de ignición se calcularía con la ecuación 2.1.

$$D = \sqrt{\frac{PG}{4\pi P_d}} \quad (2.1)$$

Donde D representa la distancia mínima de seguridad en metros, P representa la potencia máxima de la antena en Vatios, G representa la ganancia de la antena $10^{\frac{Gain(Db_i)}{10}}$ y P_d la densidad de potencia deseada, en nuestro caso $5W/cm = 50,000W/m$. El resultado se observa en la ecuación 2.2.

$$D = \sqrt{\frac{2 \times 10^{0.22}}{4\pi 50000}} \quad (2.2)$$

$$D = 0,0023m$$

De esto se obtiene la conclusión de que la distancia mínima de seguridad entre los gases combustibles y la antena del teléfono es de 2 milímetros para prevenir el riesgo de explosividad, lo cual está garantizado por la estanqueidad de la cubierta de terminales con protección IP o IEC 60079.

En cualquier caso se recomienda el uso del modo avión en zonas donde pueda existir peligro de explosividad para eliminar las radiaciones electromagnéticas de la antena del terminal.

3 Desarrollo

Para poder implementar un sistema de gestión de mantenimiento a bordo basado en la utilización de dispositivos móviles, el desarrollo de dicho sistema debe cumplir una serie de condiciones para adaptarse a las necesidades específicas del trabajo a bordo.

3.1 Requisitos del sistema

El primer punto a tener en cuenta es la necesidad de un dispositivo cuya utilización a bordo sea segura y sostenible. Es necesario contar con un dispositivo móvil que sea capaz de trabajar en entornos hostiles sometidos a alta temperatura y humedad, que sea capaz de soportar impactos o eventuales caídas y que, si fuese posible sea intrínsecamente seguro. El dispositivo debe no solamente estar diseñado de forma que no sea una posible fuente de ignición, sino que además debe permitir la desactivación de las emisiones de radiaciones electromagnéticas.

En lo relativo al diseño de la herramienta, la aplicación seleccionada debe permitir la creación y la manipulación de bases de datos capaces de soportar la información mínima necesaria para implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo estándar. Debe permitir la utilización de formularios específicos para cada tipo de dispositivo y la rápida organización y localización de los registros. Se ha propuesto como requisito extra que la aplicación pueda manejar códigos de barra o códigos Quick Response (QR) para facilitar la ubicación de cualquiera de los numerosos dispositivos de seguridad a bordo de manera inmediata.

Además de lo expuesto anteriormente, la aplicación debe permitir la exportación online y offline de los datos recabados durante las inspecciones. Esto facilitará la elaboración posterior de informes que se puedan almacenar en formato digital o físico.

El último lugar el uso de la aplicación y de sus funciones debe ser sencillo y de rápido aprendizaje.

3.2 Propuesta

Como punto de partida la plataforma de desarrollo móvil empleada es el sistema operativo Android. Las razones que han llevado a considerar esta plataforma ideal para este cometido son las siguientes:

- Código abierto: El proceso de desarrollo de aplicaciones es mucho más libre, lo cual permitirá una mejor adaptación de los elementos que conforman el sistema a un mercado reducido con necesidades específicas como es el sector marítimo además de existir una amplia oferta de aplicaciones ya existentes que utilizadas de manera adecuada puede suplir todas nuestras necesidades.
- Portabilidad de archivos: El sistema permite una amplia gama de opciones para portar y compartir ficheros. Desde la integración con Google Drive hasta el acceso vía cable, wifi o bluetooth a los ficheros almacenados en la memoria del dispositivo pasando por la posibilidad de utilizar una tarjeta micro-SD como puente entre dispositivos.
- Factor económico: Los terminales y el software compatibles con la marca Android presentan un costo medio muy reducido en comparación con la competencia.
- Variedad de terminales: Al tratarse de un sistema de código abierto, cientos de marcas desarrollan terminales con características específicas para cubrir necesidades muy variadas. Existen dispositivos diseñados para ser utilizados bajo el agua, en entornos industriales e incluso en zonas con atmósferas explosivas.

3.2.1 Requisitos de software

La piedra angular del sistema propuesto para la gestión de mantenimiento de dispositivos de seguridad es la aplicación “Memento Database” desarrollada por Lucky-Droid [17].

Esta aplicación se describe como una base de datos personal que permite almacenar información variada de forma unificada. Los desarrolladores la recomiendan para la gestión de colecciones, compras, inventarios, recetas y tareas, aunque señalan que sus posibilidades son casi infinitas.

La elección de esta aplicación en detrimento de las demás opciones que ofrece el mercado se fundamenta en su capacidad de almacenar librerías de formularios personalizables, de sincronizar esas librerías con Google Drive de manera automática, de manejar códigos QR asociados a las entradas de las diferentes librerías y utilizarlos como criterio de búsqueda, de exportar los datos almacenados fácilmente a formatos aceptados por hojas de cálculo y sobre todo, por la facilidad de uso que presenta. Además, su coste es de 10 dólares en su versión Pro, que permite utilizarla sin limitaciones, aunque existe una versión gratuita que contiene publicidad y limita a dos las librerías sincronizables con Google Drive.

También debe contarse con una aplicación de lectura de códigos de barra. Se propone el uso de Barcode Scanner desarrollada por ZXing Team [9] por su sencillez y ligereza aunque también se encuentra óptimo el funcionamiento con el uso de Google Goggles [7].

Para la generación de etiquetas QR para identificar los dispositivos de seguridad se propone QR Code Generator [10] también por su sencillez y ligereza. Estos códigos luego deben ser exportados a un ordenador desde el cual realizar las impresiones de etiquetas. Este último paso puede ser obviado si se opta por generar los códigos desde

el ordenador utilizando cualquiera de las aplicaciones o servicios online disponibles en el mercado para tal efecto como por ejemplo: QtQR para plataforma Linux [25] o QR Code Studio [24] para Windows o Mac

Por último será necesario disponer de un software para gestionar hojas de cálculo desde el ordenador, bien sea con un gestor de hojas de cálculo (tt Excel, Libreoffice Calc, etc) o con un navegador web que pueda manejar Google Drive (en caso de que se disponga conexión a Internet).

3.2.2 Requisitos de hardware

Este sistema necesita tres elementos de hardware para su implementación. El primero es el dispositivo móvil, en torno al cual gira todo nuestro desarrollo. Los otros dos son un ordenador personal desde el cual generar e imprimir informes y una impresora capaz de imprimir hojas tradicionales A4 y hojas de Etiquetas para los códigos QR.

Para la elección del dispositivo móvil, a pesar de que el sistema está pensado para poder funcionar sobre cualquier dispositivo Android, se ha establecido una serie de criterios que ayudarán a elegir un terminal ideal para el trabajo a bordo.

Para el trabajo a bordo de buques de pasaje, Ro-Ro, bulk carriers y otros buques en los que no sea habitual la existencia de atmósferas explosivas y en los que no existan limitaciones a la hora de utilizar dispositivos eléctricos o electrónicos en las zonas de cubierta y otros espacios, se recomienda elegir un dispositivo que cumpla como mínimo con el estándar IEC 60529 sobre protección IP, de forma que garanticen una protección mínima IP67.

Actualmente en el mercado existe una amplia gama de dispositivos que cumplen ese requisito. Se presenta como ejemplo el móvil CAT B15 [6] diseñado bajo la marca de Caterpillar.

La elección de este dispositivo sobre otros equipos disponibles en el mercado con protección IP67 se justifica por sus características adicionales como [6]:

- Posibilidad de uso de pantalla táctil con manos mojadas.
- Resistencia a caídas de 1,8 metros.
- Capacidad de operación desde -20 a +55^o C.

Sin embargo, para el trabajo a bordo de buques gaseros y quimiqueros en los que por la presencia de atmósferas explosivas existan restricciones a la hora de utilizar equipos electrónicos en cubierta o en otras zonas del buque, se propone el uso de dispositivos móviles que cumplan el estándar IEC 60079 sobre equipos eléctricos para atmósferas peligrosas.

En este caso el terminal que se elige como modelo es el Innovation 2.0 [4] producido por la compañía Airacom Limited (ver figura 3.1). Este dispositivo Android además de contar con protección IP67, ser resistente a golpes, a temperaturas extremas y poder ser manipulado con las manos mojadas como el dispositivo anterior, posee características

específicas para el trabajo en atmósferas peligrosas ya que cuenta con certificación IEC 60079 y ATEX para zonas de peligrosidad máxima por presencia de gases combustibles o polvos combustibles en suspensión y cuenta también con funciones específicas para aumentar la seguridad de los trabajadores puesto que trae un botón de SOS incorporado.



Figura 3.1: Innovation 2.0 Atex Smartphone, marcas ATEX, IECEx y otras características.

3.3 Preparación del entorno

La rapidez con la que un operario es capaz de realizar una tarea depende en gran medida de sus habilidades personales. Sin embargo también juega un papel importante la preparación del entorno de trabajo. Encontrar todas las herramientas ubicadas en su sitio y la existencia de procedimientos adecuadamente establecidos optimizan el tiempo de trabajo. Por ello, hay que fijar especial atención a la hora de preparar el entorno de trabajo de esta herramienta, tanto en lo relativo a las herramientas móviles, como en cuanto a los recursos a ser empleados en el dispositivo de escritorio y los procedimientos de trabajo.

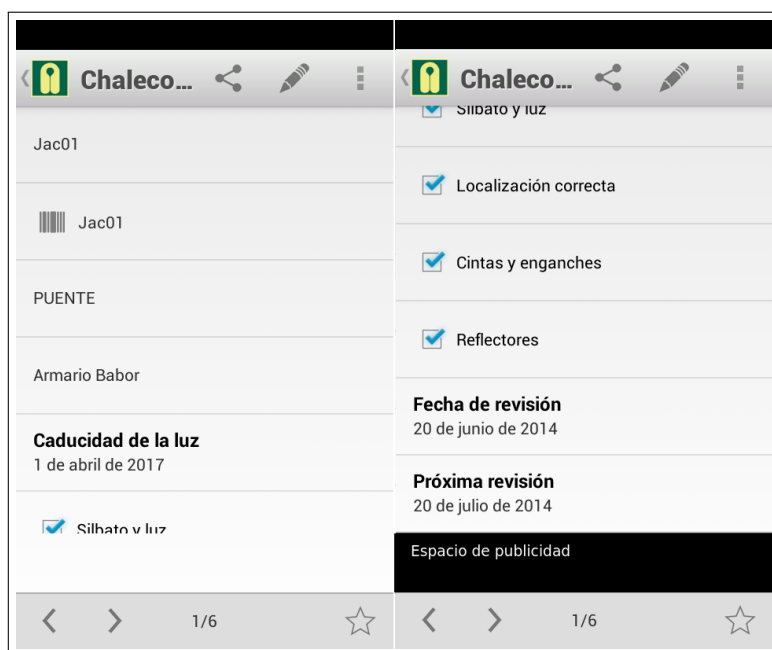



Figura 3.2: Pantalla de revisión de entrada en librería de Memento Database.

3.3.1 Ajustes previos del dispositivo móvil

En el sistema de gestión de mantenimiento de equipos de seguridad que se propone la información es almacenada en entradas dentro de librerías específicas dentro de la aplicación Memento (ver apéndice B para obtener información sobre requisitos del formulario).

Cada librería permite almacenar una lista de ficheros asociados a cada uno de los elementos de seguridad. Estos ficheros tienen la forma de un formulario o checklist, pudiendo almacenar información de manera rápida organizada en campos de diversos tipos como texto, fechas, números, casillas si/no o incluso imágenes o códigos de barra asociados a cada entrada (ver figura 3.2).

Se propone el uso de estas librerías como formulario de inspección rutinaria a la hora de realizar las rondas de mantenimiento preventivo para almacenar la información en formato digital instantáneamente (ver figura 3.3). Para crear una librería nueva seguir el procedimiento siguiente:

1. Abrir la aplicación Memento Database.
2. Pulsar el botón .
3. Seleccionar “Añadir librería”.
4. Seleccionar “Desde cero”.
5. Definir librería.

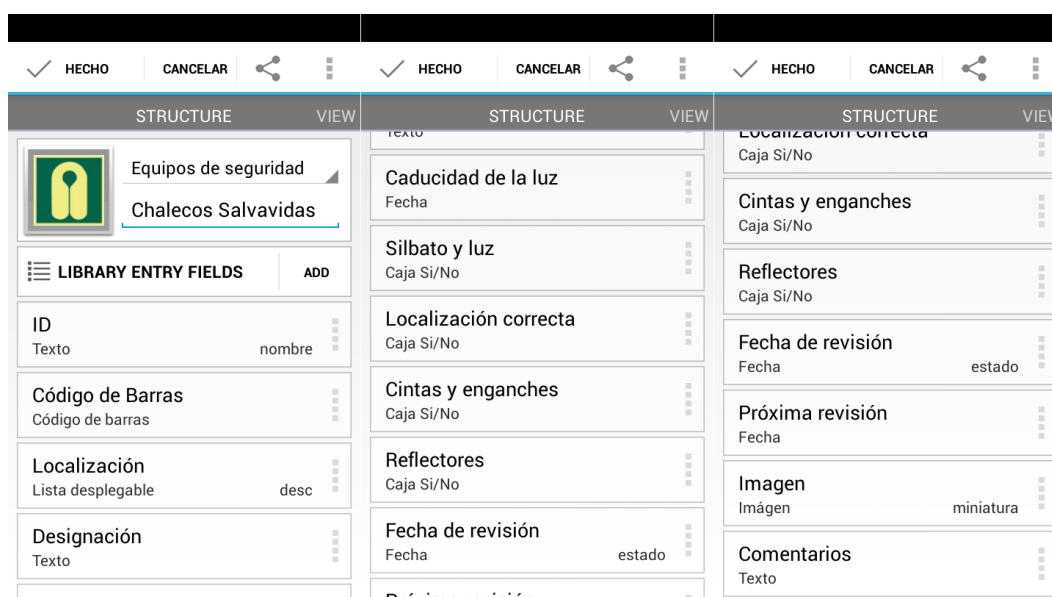




Figura 3.3: Pantalla de edición de librerías en Memento Database.


6. Pulsar “Añadir campo” para definir campos del formulario.
7. Pulsar “Hecho” para crear librería.


Las librerías pueden ser guardadas como plantilla para ser portadas a otros dispositivos. Para hacer esto el procedimiento es el siguiente:

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Seleccionar librería.
3. Pulsar  y seleccionar “Editar librería”.
4. Pulsar  y seleccionar “Exportar”.
5. Dar nombre a la plantilla y pulsar “Guardar”.


Las plantillas quedan guardadas por defecto en la carpeta llamada “Memento” ubicada en la raíz de la memoria SD del dispositivo. Desde esa localización pueden ser copiadas a cualquier otro dispositivo.

Para importar una plantilla de librería deberá estar previamente guardada en la carpeta “Memento” del dispositivo. El procedimiento es el siguiente:

1. Abrir aplicación Memeno Database.
2. Pulsar  y seleccionar “Añadir librería”.
3. Seleccionar “Desde cero”.

4. Pulsar  y seleccionar “Importar”.
5. Seleccionar plantilla.
6. Modificar plantilla si se desea y pulsar “Hecho” para confirmar.

Si se desea sincronizar una librería con una hoja de cálculo Google Drive deben seguirse los siguientes pasos:

1. Configurar cuenta Google en dispositivo.
2. Abrir aplicación Memento Database.
3. Seleccionar librería.
4. Pulsar  y seleccionar “Enlazando con Google Docs”.
5. Seleccionar cuenta Google y aceptar la solicitud de permisos.
6. Seleccionar “Enlazar a un nuevo documento” y pulsar “OK”.

3.3.2 Preparación del entorno ofimático de escritorio

Dependiendo del modelo de portabilidad de datos que se desee emplear dentro de las dos propuestas, el entorno de trabajo en el ordenador de escritorio debe ser preparado de diferente manera.

3.3.2.1 Plantilla de informe con Google Drive

Google Drive [8] es un servicio de almacenamiento online que en su versión gratuita 15 GB de espacio para guardar cualquier tipo de archivo y tener acceso a él desde cualquier dispositivo con acceso a Internet. Además de esto, el entorno de almacenamiento cuenta con potentes editores ofimáticos que permiten revisar, crear y editar archivos de texto, hojas de cálculo o presentaciones de diapositivas desde un navegador web o desde las aplicaciones específicas creadas por Google o por otros colaboradores.

En los casos en los que se disponga acceso frecuente a Internet a bordo, puede ser interesante utilizar este sistema de generación de informes basado en el uso de servicios Google. La aplicación Memento Database permite sincronizar la información contenida en sus librerías con una hoja de cálculos alojada en el servicio en la nube Google Drive (ver figura 3.4). Esta hoja de cálculos puede ser utilizada para generar informes vinculándola con una plantilla de informes que puede ser guardada o imprimida tanto a bordo como en cualquier otro lugar con acceso a Internet.

Una vez asociada la aplicación Memento Database a las hojas de cálculos de Google Drive se podrán sincronizar ambas bases de datos. Los datos alojados por la aplicación Memento Database en las Librerías de Google Drive presentan los datos en forma de tabla plana sin formatos y las modificaciones del formato de esta hoja pueden producir errores en la base de datos almacenada en el dispositivo móvil.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Código de Barra	Localización	Designación	Caducidad de la	Silbato y luz	Localización con	Cintas y engancl	Reflectores	Fecha de revisió	Próxima revisión	Imagen	Comentarios	Imagen.http
2	Jac01	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	20/06/2014	20/07/2014			
3	Jac02	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	20/06/2014	20/07/2014			
4	Jac03	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	20/06/2014	20/07/2014			
5	Jac04	CBTA E	Capitán	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	21/06/2014	21/07/2014			
6	Jac05	CBTA E	Jefe de Máquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	21/06/2014	21/07/2014			
7	Jac06	CBTA E	Oficial Senior	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	21/06/2014	21/07/2014			
8	Jac07	CBTA E	Oficial Radio	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
9	Jac08	CBTA E	Armador "A"	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
10	Jac09	CBTA E	Cabin 614	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
11	Jac10	CBTA E	Practico	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
12	Jac11	CBTA E	Cabin 610	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
13	Jac12	CBTA E	Cabin 611	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
14	Jac13	CBTA D	1er Off Cub	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
15	Jac14	CBTA D	Maginista Carga	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
16	Jac15	CBTA C	2do Off Puente	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
17	Jac16	CBTA C	3er Off Puente	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
18	Jac17	CBTA C	1er Off Maquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
19	Jac18	CBTA C	2do Off Maquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
20	Jac19	CBTA C	3er Off Maquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
21	Jac20	CBTA C	Off Electricista	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
22	Jac21	CBTA C	Contramaestre	1/04/2017	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014			
23													

Figura 3.4: Hoja de cálculos exportada por Memento Database a Google Drive.

Para generar los informes se debe crear una nueva hoja de cálculos en Google Drive en la cual se cargarán los formatos de plantilla así como los formatos condicionales para resaltar la información crítica.

La plantilla utilizada debe disponer de campos donde se especifiquen los datos del buque y del oficial encargado, así como su firma y la fecha en la que se genera el informe.

Se pueden generar alertas visuales automatizadas de las inconformidades haciendo uso de la funcionalidad de formatos condicionales, de forma que, por ejemplo, el fondo de una casilla aparezca coloreado cuando exista una inconformidad. Para hacer esto, se debe proceder de la siguiente forma:

1. Seleccionar menú “Formato” y dentro de este la opción “Formato Condicional”.
2. Definir formatos condicionales tal y como se muestra en la figura 3.5.

De esta manera se dispone de una hoja de cálculo con el encabezado necesario para identificar el documento que desea generarse, y con la configuración necesaria para generar un informe estéticamente adecuado y con funcionalidades automatizadas de resaltado de alarmas sobre la que solamente faltaría volcar la información contenida en la base de datos.

Para importar todos los datos de la hoja inicial vinculada directamente con la aplicación Memento Database se debe utilizar el siguiente procedimiento:

1. Situar cursor en casilla superior izquierda del área destinada a contener los datos.
2. Escribir el comando =importrange(“URL de la tabla de origen de datos”; “Nombre de la hoja!A1:X”) tal y como se muestra en la figura 3.6.



Figura 3.5: Configuración de formatos condicionales en Google Drive.

3. Permitir el acceso a los datos pulsando “Permitir” en la alerta emergente.

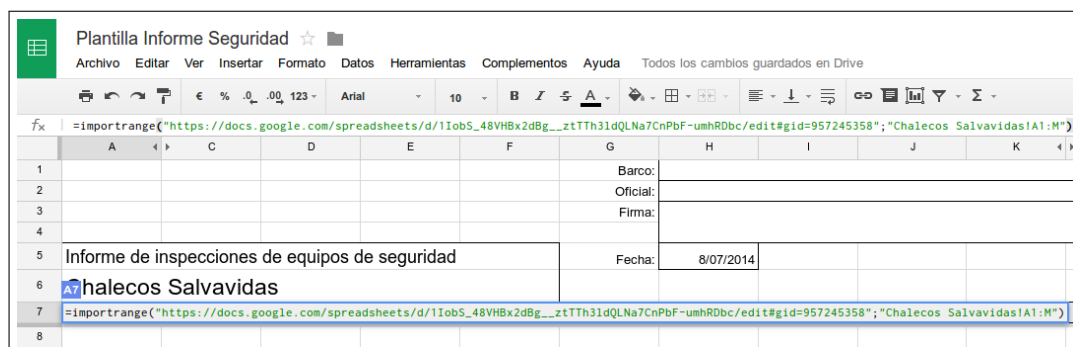


Figura 3.6: Sintaxis del comando Importrange en Google Drive.

Si se repite el procedimiento añadiendo hojas nuevas dentro de la hoja de cálculo que contiene el informe, de forma que cada hoja nueva esté vinculada con una de las hojas de datos de las librerías de Memento Database, se puede disponer de un documento en el que automáticamente se enumeran de forma ordenada todos los elementos de seguridad del buque, con su estado durante la última inspección y con alertas de disconformidades.

3.3.2.2 Plantilla de informe a partir de archivos CSV

Los archivos CSV son archivos utilizados para transferir y convertir datos entre diferentes programas gestores de hojas de cálculos. Estos archivos almacenan los datos

contenidos en las matrices de las hojas de cálculo separando las filas en líneas, y dentro de cada fila, separando las columnas por comas [20].

La utilización de archivos CSV como medio para transferir los datos desde el dispositivo móvil al ordenador no permite un grado de automatización tan elevado como el método basado en el uso de servicios Google. En este caso, no se pueden realizar una preparación que facilite adecuadamente el trabajo rutinario del oficial.

Sin embargo, puede prepararse, utilizando el programa de gestión de hojas de cálculo que se disponga a bordo una plantilla de características similares a la mencionada en el apartado anterior. De esta forma el oficial solamente tendrá que encargarse de realizar manualmente la portabilidad de los datos desde la aplicación a esta plantilla, que generará automáticamente un listado organizado y debidamente enmarcado por el formato adecuado, con la funcionalidad de resaltar disconformidades.

Los procedimientos para realizar esta tarea varían según el entorno a utilizar (Microsoft Office, LibreOffice Calc, etc...) y por esta razón en este trabajo no se especifican instrucciones más detalladas al respecto.

Para el método propuesto basado en los servicios de Google Drive, una vez realizada toda la fase inicial de configuración y referenciación entre las diferentes hojas, cada vez que se quisiese producir un informe del estado de mantenimiento de los equipos, solamente se tendría que forzar una sincronización desde el dispositivo móvil, y la aplicación volcaría todos los datos que automáticamente se adaptarían al informe suponiendo una intervención mínima del oficial encargado. Utilizando el procedimiento para transferir información mediante archivos CSV resulta sin embargo menos automática la generación del informe, ya que el oficial deberá manualmente dar formatos a los campos de fecha y copiar estos datos a la hoja de cálculo donde se realiza el informe. Dado que toda esta secuencia de pasos debe repetirse para cada librería de Memento Database, si se opta por utilizar este sistema de migración de datos (debido por ejemplo al caso de que no se cuente con acceso a Internet) sería recomendable utilizar una única librería de Memento Database para almacenar la información de todos los equipos de seguridad.

Esta propuesta supondría una mayor generalización a la hora de realizar los formularios, dado que por ejemplo, no puede reflejarse la cumplimentación de los mismos procedimientos específicos para elementos tan dispares como chalecos salvavidas y extintores, sin embargo en el formulario puede reflejarse de forma general que el estado del elemento inspeccionado es el adecuado y que su localización es correcta, siguiendo el oficial como referencia a la hora de realizar las inspecciones un checklist independiente a la aplicación, que ya no sería una guía sino que serviría en este caso únicamente de soporte electrónico.

Sin embargo, con esto se consigue que la exportación de datos se realice de forma más rápida, reduciendo el trabajo del oficial y además surgiría una posibilidad positiva adicional que no está presente en el modelo basado en múltiples librerías. Esta posibilidad es la de realizar filtrados de dispositivos por localización, pudiendo desde la aplicación filtrar todos los dispositivos de una zona determinada del buque para conocer su estado o realizar rondas de inspección programadas por áreas.

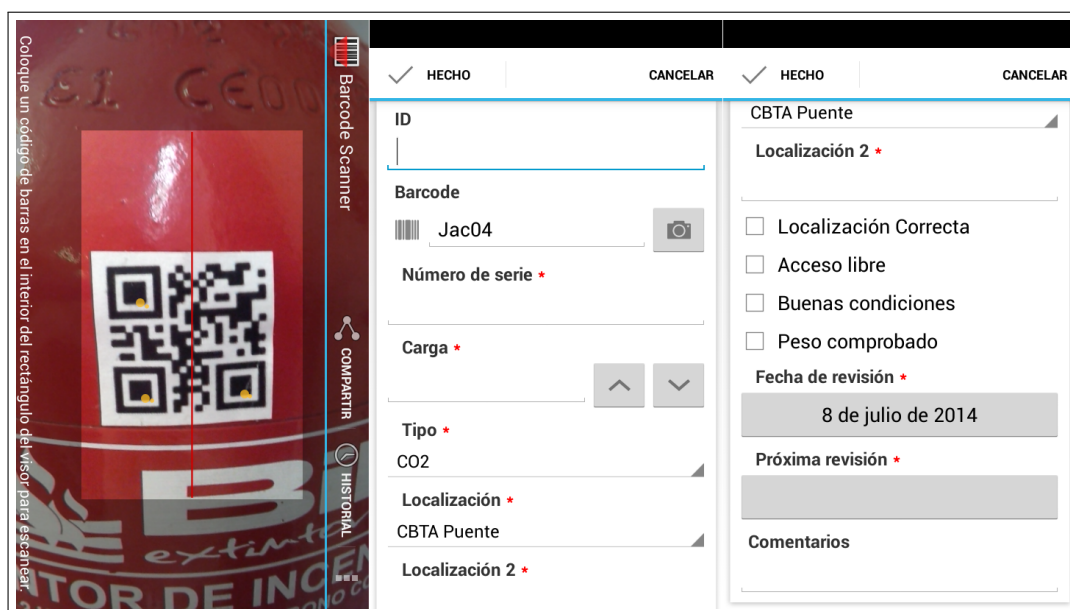




Figura 3.7: Escaneo de código QR y acceso a pantalla de edición de entrada en Memento Database.

3.4 Procedimiento de trabajo rutinario

El procedimiento de trabajo propuesto se divide en dos fases: Una primera fase constiuye las tareas de inspección y registro de datos relativos a dichas inspecciones mientras que la segunda fase comprende la portabilidad de esta información registrada a un informe de estado de mantenimiento. Las tareas básicas a realizar desde el dispositivo móvil se describen a continuación.



3.4.1 Añadir entrada en una librería

La adición de un nuevo registro en la base de datos (ver figura 3.7), se han de seguir los siguientes pasos:



1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Elegir librería haciendo click sobre ella.
3. Pulsar el botón  (o pulsar , luego en Add y escanear código).
4. Rellenar el formulario.
5. Pulsar “Hecho”.

3.4.2 Hacer una consulta


Consulta global

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Pulsar  para escribir criterios de búsqueda (o pulsar , seleccionar “Buscar código de barras” y escanear código).

Consultar en una librería

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Seleccionar librería.
3. Pulsar , seleccionar “Buscar” y escanear código (o pulsar  y seleccionar “Más” o deslizar pantalla hacia la izquierda).
4. Seleccionar “Buscar” para escribir criterio de búsqueda.


Consultas avanzadas

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Seleccionar librería.
3. Pulsar  y seleccionar “Más” o deslizar pantalla hacia la izquierda.
4. Para ordenar entradas:
 - Pulsar “Orden” y seleccionar campo a ordenar. Pulsar guardar. (Recomendable para obtener información general sobre las revisiones pendientes)
 - Pulsar “Grupo” y seleccionar criterio de creación de grupos. (Recomendable para separar elementos según localización o por estado, como por ejemplo partes caducadas u otras inconformidades a solucionar)
 - Pulsar “Filtro” y seleccionar filtro o crear filtro nuevo. Pulsar “Aceptar”. (Recomendable para organizar rondas de mantenimiento según caducidades cercanas o para búsquedas más generales de inconformidades a solucionar)

Filtros recomendados

- Revisiones pendientes: Filtrar por “Próxima revisión”, periodo “Esta semana”.
- Inconformidades: Filtrar por campos de tipo caducidad y elegir periodo según caso o filtrar por campos de tipo “check” elegir “unchecked”.



3.4.3 Modificar una entrada

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Buscar entrada manualmente dentro de la librería o haciendo una consulta.
3. Acceder a la entrada presionandola en la lista.
4. Pulsar .
5. Modificar entrada y confirmar pulsando “Hecho”.

3.4.4 Portabilidad de datos vía Google

A la hora de realizar la portabilidad de los datos, el proceso varía según el modelo elegido.

En el caso de que se desee utilizar el sistema basado en servicios Google deben sincronizarse los datos después de que se realicen modificaciones desde la aplicación o desde google Drive siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Pulsar  o “Seleccionar Librería” y pulsar .
3. Seleccionar fuente de datos (en caso de que se hayan modificado ambas localizaciones).


La información se cargará en las hojas vinculadas dentro de Google Drive y luego automáticamente a la hoja que contiene la plantilla. En caso de que existan problemas a la hora de actualizar la plantilla, bastará con añadir una modificación menor manual como la adición de una palabra en las hojas fuente de los datos para que el comando “importrange” se ejecute. El informe estará apto para ser convertido en un archivo PDF pulsando en el menú “Archivo” la opción “Imprimir”.

En el apéndice C se muestra un ejemplo de informe generado mediante esta herramienta.

3.4.5 Portabilidad de los datos mediante archivos CSV

La aplicación Memento Database permite exportar los datos de cada librería como archivos CSV con bastante facilidad. De esta manera, pueden transferirse los datos copiando estos archivos desde el dispositivo móvil a un ordenador de escritorio mediante el uso de cables Universal Serial Bus (USB), bluetooth o cualquier otro método de portabilidad de archivos disponible. Independientemente de la posibilidad de disponer de acceso a Internet, puede tenerse acceso a los datos desde un ordenador para exportarlos a una hoja de cálculos en la cual elaborar el informe como las de Microsoft Excel o Libreoffice Calc.

El primer paso de este procedimiento es exportar los datos de las librerías de Memento Database a un archivo CSV de la siguiente forma:

1. Abrir aplicación Memento Database.
2. Seleccionar librería.
3. Pulsar .
4. Seleccionar Ajustes.
5. Seleccionar exportar a CSV.

La información almacenada en formato CSV puede ser abierta por casi todos los programas de gestión de hojas de cálculos y posteriormente exportadas a plantillas de informes de manera similar a la expuesta en el método de sincronización con Google Drive. A modo de ejemplo se explica el procedimiento para exportar estos datos a una hoja de cálculos LibreOffice Calc.

1. Transferir el archivo CSV a un ordenador.
2. Abrir un libro nuevo en LibreOffice Calc.
3. Ir al menú “Archivo” y seleccionar “Abrir”. Buscar el archivo CSV y abrirlo.
4. En el apartado “Campos” seleccionar “tipo de columna: fecha (DMA)” para las columnas que contengan fechas (ver figura 3.8).
5. Pulsar “Aceptar”.

3.4.6 Confección de guía de procedimiento

Este sistema está planteado para funcionar de manera universal, teniendo como único limitante el uso de un dispositivo android. Los requisitos relativos al resto de elementos no están establecidos, dado que es posible trabajar con infinidad de combinaciones. Es por eso, que en este trabajo se realiza una descripción exhaustiva de los pasos a seguir para cada tarea a realizar desde la aplicación Memento Database, pero se dan instrucciones más genéricas para el resto del proceso. Dependiendo del grado de familiarización de los oficiales de seguridad, se recomienda que el encargado de realizar las preparaciones del entorno, fabrique también una guía específica de cómo abrir los archivos CSV con el programa disponible a bordo y de como manipular las hojas de cálculo para producir el informe de estado de mantenimiento.

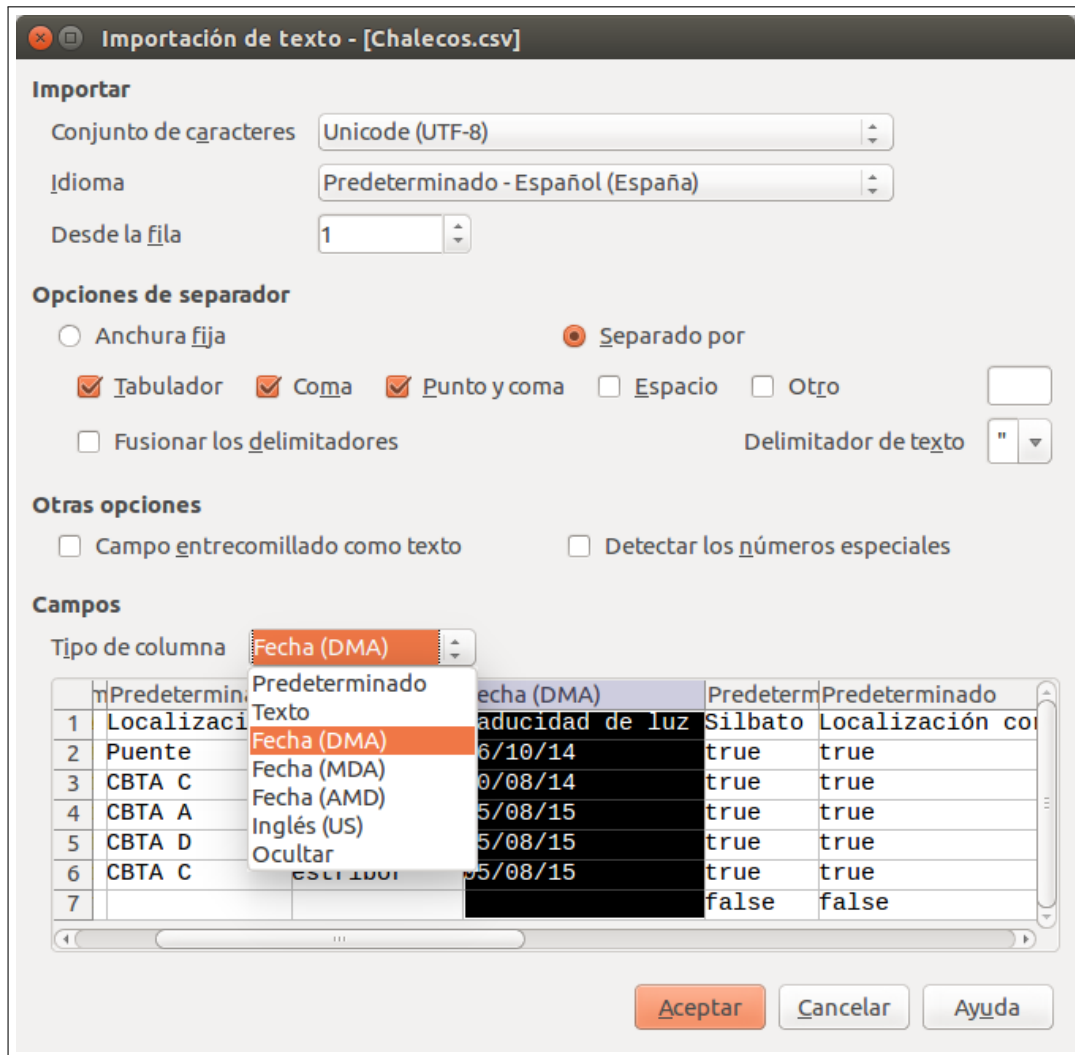


Figura 3.8: Importación de archivos CSV a LibreOffice Calc.

4 Estudio de viabilidad

Para evaluar la usabilidad de la herramienta desarrollada en este trabajo realizamos una prueba normalizada dentro de entornos de trabajo real a bordo de diferentes buques, a fin de encuestar a los tripulantes participantes en las pruebas de uso de esta herramienta para conocer sus impresiones al respecto.

4.1 Prueba de usabilidad SUS

La prueba de usabilidad utilizada consiste en una encuesta normalizada SUS [5] según el estándar ISO 9241-11. La prueba consiste en una encuesta que permite determinar a partir de un conjunto de preguntas sobre 10 afirmaciones relativas a la facilidad de uso del sistema valoradas en una escala Likert de 1 al 5 —muy de acuerdo (5), muy en desacuerdo (1)— (ver apéndice D).

La usabilidad puede definirse como la adecuación para un propósito de una herramienta determinada. Con esta prueba, estamos determinando si la herramienta desarrollada es adecuada al entorno para el que fue diseñada, realizando pruebas de funcionamiento en ese contexto. Con el fin de cubrir medidas adecuadas de efectividad, eficiencia y satisfacción de los usuarios, la encuesta utilizada cubre aspectos variados de usabilidad, como la calidad del soporte prestado, la necesidad de aprendizaje previo y la complejidad del sistema, procurando así una medida válida de usabilidad de la herramienta propuesta.

Para utilizar adecuadamente la encuesta SUS primero se le explica el sistema a los usuarios con una breve presentación y a continuación se les permite participar en una pequeña prueba de funcionamiento real. Se le da instrucciones a los participantes de que respondan de acuerdo a sus primeras impresiones sin pensar demasiado y de que constenten a todas las preguntas, marcando la valoración intermedia (3) en los casos en los que no sepan cómo contestar.

4.2 Resultados de prueba de usabilidad

La encuesta se realizó a 12 miembros de tripulaciones de diferentes tipos de buque, y diferentes rangos, comprendiendo desde alumnos a primeros oficiales, e incluyendo oficiales de seguridad de buques de pasaje y buques que transportan gas natural licuado.

Cuadro 4.1: Resultados de la encuesta SUS

Participantes	Tipo de buque	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	TOTAL	Valoración SUS
Participante 1	Buque Tanque	4	2	3	1	1	2	3	2	2	4	24	60
Participante 2	RORO PAX	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	38	95
Participante 3	Bulk Carrier	4	2	2	1	2	4	2	1	2	2	22	55
Participante 4	Buque Tanque	4	3	3	3	4	3	4	4	4	1	33	82,5
Participante 5	Buque Tanque	4	3	2	0	4	3	4	4	4	3	31	77,5
Participante 6	RORO PAX	3	4	3	3	2	3	4	3	2	2	29	72,5
Participante 7	RORO PAX	4	3	4	3	4	2	3	3	3	3	32	80
Participante 8	RORO PAX	4	2	3	4	3	3	4	2	0	4	29	72,5
Participante 9	Remolcador	4	3	3	3	4	2	4	3	3	3	32	80
Participante 10	RORO/PAX	4	3	4	4	2	2	4	4	4	4	35	87,5
Participante 11	RORO/PAX	1	3	3	1	3	0	4	2	2	4	23	57,5
Participante 12	RORO/PAX	3	1	3	2	1	3	3	1	2	3	22	55
MEDIA												72,9	

El valor medio de los resultados de las pruebas de usabilidad es de 73 puntos en una escala entre 0 y 100 (ver tabla 4.1). El valor utilizado para considerar un resultado favorable, sería de 68 puntos. Con una puntuación de 73 puntos, la herramienta se colocaría dentro del percentil 70, obteniendo así un notable bajo.

Teniendo en cuenta que esta herramienta es una configuración de varias herramientas independientes, relacionadas entre sí por medio de un procedimiento para satisfacer una necesidad, y no una herramienta diseñada *ad hoc*, se considera una puntuación aceptable.

Después de contestar cuestionario, y con el objeto de no influir en la valoración de usabilidad se pidió a los participantes que valoraran de forma cualitativa la herramienta. En este proceso demostraron interés en el desarrollo y la aplicación de este tipo de ideas a bordo de buques.

Alumno de cubierta en bulk carrier, 38 años: *Creo que el sistema está bien concebido. Aun así debo familiarizarme más con dicha tecnología. A decir verdad no manejo muy bien las aplicaciones informáticas de los móviles, sin embargo, no lo veo a esto como un grave impedimento que no se pueda solucionar con alguien que te muestre las pautas.*

Tercera oficial de cubierta en LNG/c, 25 años: *Me parece una idea estupenda aunque quizá la implantación pueda suponer un gran coste al principio. Actualmente aun sigue habiendo personas a bordo, mayores, no acostumbradas a las nuevas tecnologías pero las nuevas generaciones creo que vemos en este proyecto un avance.*

Primer oficial de cubierta en LNG/c (Oficial de seguridad), 37 años: *Muy buena idea. Espero verla en uso pronto.*

Los encuestados también mostraron interés en que se mejorase el sistema añadiendo funciones adicionales que ayudasen a mejorar la eficiencia de la herramienta.

Segundo oficial de cubierta en RORO PAX (Oficial de seguridad), 46 años: *Soy un gran defensor de la implementación de procedimientos informáticos que faciliten el trabajo a bordo, pero esta herramienta debe mejorar varios*

aspectos antes de ser una verdadera solución. Debe permitir poder trabajar con planos interactivos del buque en los que se encuentren marcados los diferentes dispositivos.

Primer oficial de cubierta en RORO PAX, 28 años: *Es un buen punto de inicio, pero la verdadera mejora sería incluir una herramienta que permita preparar pedidos o solicitudes de servicio cuando se localice una disconformidad.*

5 Conclusión

Durante la realización de este trabajo se han encontrado diversos inconvenientes relacionados con la correcta integración de todas las herramientas utilizadas en el procedimiento. Especialmente a la hora de implementarla en buques que no cuenten con conexión a Internet. La herramienta que se propone supone una solución que aunque es viable, puede ser mejorada en muchísimos aspectos si se invierte en el desarrollo de una aplicación específica que permita manejar bases de datos más complejas y generar directamente cualquier tipo de informe exportable al escritorio. También sería interesante que la aplicación fuese sincronizable de forma inalámbrica (con alternativas a Internet como Bluetooth) y que pudiese ser utilizada de forma simultánea en varios dispositivos que luego volcarían la información obtenida a una base de datos central.

Sin embargo, tal y como observamos en los resultados de la prueba de usabilidad, los usuarios a pesar de no haber trabajado con una herramienta óptima, encontraron que era una solución adecuada ya que cumplía con el objetivo principal de reducir la carga de trabajo del oficial de seguridad del buque. Muchos manifestaron además mucho interés en esta alternativa, lo cual demuestra que el problema que se propone como objetivo a resolver en este trabajo afecta a gran parte del sector marítimo.

During the development of this project some obstacles affected to the integration between the tools used, specially when implementing it on board ships without Internet access. The proposed tool is a feasible solution, but can be improved by investing in the development of a specific app able to handle more complex databases and generating easily desktop-exportable reports. It would be interesting also to produce an application that could synchronize data without Internet (e.g. with Bluetooth) and that allows to work from several devices simultaneously to import all the information to a central database.

However, the results of the usability show that users, despite of not having worked with an optimal tool, found that it was a suitable solution for reducing the workload for the on-board safety officer. Many of the participants also showed interest on this alternative, proving that the initially proposed problem affects a huge part of the maritime sector.

A Periodicidad de las revisiones de equipos usada para el desarrollo de la aplicación

Equipos de seguridad	Periodicidad									
	1M	2M	3M	6M	12M	24M	30M	60M	120M	
Fechas de caducidad	X									
Bote caída libre y pes- cante	X		X	X	X	X		X		
Bote de rescate y pes- cante	X		X	X	X		X	X		
Aros Salvavidas	X									
Balsas Salvavidas	X				X					
Chalecos Salvavidas	X									
Trajes de Inmersión	X									
Pirotecnia del Puente	X									
Equipos portátiles de Espuma	X									
Equipos de Bombero y ERAS	X					X		X		
Compresor aire botellas ERAS / EEBDS	X				X					
Equipos de escape rápi- do ELSA's	X					X		X		
Equipos de seguridad y Protección química	X									
Equipo de Helicóptero	X									
Mangueras, Carretes de C.I. e Hidrantes	X			X	X					
Linea C.I. Y válvulas de corte	X									
Conexión internacional	X									
Extintores portátiles y Carros extintores	X				X	X		X	X	

Sigue en la página siguiente.

Equipos de seguridad	Periodicidad								
	1M	2M	3M	6M	12M	24M	30M	60M	120M
Mantas apagallamas y Sets Lava Ojos	X								
Sistema de polvo seco en cubierta	X				X				
Water Spray System		X							
Foam System	X				X				
Grampas de ventilación neumáticas	X				X				
Grampas de ventilación manuales	X								
Sistema detección incendios	X								
Remolque de emergencia Proa / Popa				X					
Sistema C.I CO2, Botellines de disparo	X								
Sistema de niebla C.I para espacios de maquinas	X								
Comunicaciones internas	X								
Pulsadores alarma general	X								
Bombas C.I	X								
Equipos de salvamento electrónico puente	X								
Chalecos inflables para maniobra	X								
Arneses de seguridad	X								
Cascos de seguridad	X								
Escaleras de mano	X								
Baterías				X					

B Reporte descriptivo de trabajo estándar

Las siguientes guías de mantenimiento han sido extraídas del plan de mantenimiento de un buque LNG/c español que se han empleado como guía para el diseño de los formularios de inspección de estos elementos.

B.1 Revisión mensual de extintores portátiles en acomodación y cubierta

Revisión mensual de todos los extintores portátiles:

1. Utilizar libro de registro para asegurar que todos los extintores portátiles son inspeccionados.
2. Asegurar localización correcta de acuerdo al plan de lucha contraincendios del buque.
3. Comprobar acceso libre a todos los extintores.
4. Reparar cualquier desperfecto.
5. Actualizar etiqueta con la fecha en la que el extintor fue revisado.

Extintores de espuma:

1. Comprobar mangueras, sellos y abrazaderas.

Extintores de polvo seco:

1. Comprobar mangueras, sellos y abrazaderas.
2. Agitar extintor o remover polvo con varilla para evitar compactación.

Extintores de CO_2 :

1. Comprobar mangueras, sellos y abrazaderas.
2. Pesar extintor y comparar con el peso inscrito en la botella.

Extintores de agua:

1. Comprobar mangueras, sellos y abrazaderas.

B.2 Revisión de trajes de inmersión

Revisión mensual:

1. Comprobar la condición del traje de inmersión, incluyendo:
 - Que las uniones estén en buen estado y las cintas retroreflejantes estén fijadas en su sitio.
 - Que el silbato está adecuadamente sujeto y que funciona correctamente.
 - Que la luz del traje de inmersión funciona correctamente.
2. Comprobar que la cantidad corresponde a los requisitos de disponibilidad y que se encuentran en su ubicación aprobada.
3. Los lugares de almacenamiento de los trajes de inmersión deben estar adecuadamente señalizados.
4. Comprobar y registrar fechas de caducidad de los kit de reparación

Mantenimiento:

1. Lavar y limpiar el traje de inmersión si es necesario. Seguir instrucciones del fabricante. Utilizar solución detergente leve.
2. Comprobar luz/batería y reemplazar si es necesario.
3. Buscar daños en el tejido.

B.3 Revisión de chalecos salvavidas

Revisión mensual:

1. Comprobar la condición del chaleco salvavidas, incluyendo:
 - Que las cuerdas, cintas y correas estén en buen estado y que no estén anudadas, enredadas o atadas entre ellas.
 - Que las cintas retroreflejantes estén fijadas en su sitio.
 - Que el silbato está bien sujeto y funciona correctamente.

- Que la luz del chaleco funciona adecuadamente. El exterior de las lámparas debe ser examinado en busca de bultos o otras deformaciones. Cualquier lámpara que presente desperfectos debe ser sustituida incluso antes de que se cumpla su fecha de caducidad.
2. Contar los chalecos salvavidas y comprobar que la cantidad corresponde con los requisitos y que se encuentran localizados en sus ubicaciones aprobadas.
 3. Los lugares de almacenamiento de los chalecos salvavidas deben estar debidamente señalizados.

Mantenimiento:

1. Lavar y limpiar los chalecos si es necesario. Es suficiente utilizar agua jabonosa si es necesario realizar un lavado.
2. Renovar luces/baterías si es necesario de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

C Informe de inspecciones de equipos de seguridad generado con Google Drive

Barco: _____
 Oficial: _____
 Firma: _____
 Fecha: 8/07/2014

**Informe de inspecciones de equipos de seguridad
 Chalecos Salvavidas**

ID	Localización	Designación	Caducidad de la Silbato y luz	Localización cor Cintas y enganc	Reflectores	Fecha de revisión	Próxima revisió	Comentarios
Jac01	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	20/06/2014	20/07/2014	
Jac02	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	20/06/2014	20/07/2014	
Jac03	PUENTE	Armario Babor	1/04/2017	TRUE	TRUE	5/06/2014	5/07/2014	
Jac04	CBTA E	Capitán	1/04/2017	TRUE	TRUE	21/06/2014	21/07/2014	
Jac05	CBTA E	Jefe de Máquin	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/06/2014	8/07/2014	
Jac06	CBTA E	Oficial Senior	1/08/2014	TRUE	TRUE	21/06/2014	21/07/2014	
Jac07	CBTA E	Oficial Radio	1/08/2014	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac08	CBTA E	Armador "A"	1/07/2014	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac09	CBTA E	Cabin 614	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac10	CBTA E	Practico	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac11	CBTA E	Cabin 610	1/04/2017	FALSE	FALSE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac12	CBTA E	Cabin 611	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac13	CBTA D	1er Off Cub	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac14	CBTA D	Maqinista Carg	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac15	CBTA C	2do Off Puente	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac16	CBTA C	3er Off Puente	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac17	CBTA C	1er Off Maquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac18	CBTA C	2do Off Maquin	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac19	CBTA C	3er Off Maquina	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac20	CBTA C	Off Electricista	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	
Jac21	CBTA C	Contraestre	1/04/2017	TRUE	TRUE	8/07/2014	8/08/2014	

D Cuestionario SUS empleado para la evaluación de la herramienta

CUESTIONARIO S.U.S. DE USABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA MOVIL APLICADA A LA GESTION DE MANTENIMIENTO A BORDO

Este cuestionario anónimo consta de una serie de preguntas sobre tu opinión sobre la usabilidad de la tecnología que has aplicado en un plano.

- Todas tus respuestas son confidenciales.
- Es importante que contestes todas las preguntas lo más honestamente que puedas.
- Si sientes que no puedes responder a un ítem en particular, elige el punto central de la escala (C).
- Por favor elije la respuesta que mejor se adapte a tu reacción inmediata.
- No gastes mucho tiempo en cada apartado, la primera reacción es la mejor.
- No te preocupes por proyectar una buena imagen. Recuerda que la encuesta es confidencial.

La escala de respuestas es:

- A. Total desacuerdo
- B. Desacuerdo
- C. Ni acuerdo ni desacuerdo
- D. Acuerdo
- E. Total acuerdo

*Obligatorio

1. Sexo *

Marca solo un óvalo.

- Hombre
- Mujer

2. Edad *

.....

3. Tipo de buque *

Elegir el tipo de buque en el que navegas habitualmente

Marca solo un óvalo.

- Buque RORO o RORO PAX
- Buque Tanque (gasero, químico o petrolero)
- Portacontenedores
- Buque de carga sólida a granel
- Otros

4. Departamento *

Elegir el departamento en el que desempeña funciones actualmente.

Marca solo un óvalo.

- Cubierta
- Máquinas
- Otro

5. Posición *

Elegir posición desempeñada a bordo

Marca solo un óvalo.

- Capitán/Jefe de Máquinas
- Primer Oficial/Maquinista
- Segundo Oficial/Maquinista
- Tercer Oficial/Maquinista
- Alumno/Subalterno
- Otro

6. Encuesta de Usabilidad *

Marca solo un óvalo por fila.

	A	B	C	D	E
1. Creo que me gustará utilizar este sistema con frecuencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Encontré el sistema innecesariamente complejo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Pensé que el sistema era fácil de utilizar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Creí que necesitaría el apoyo de un técnico para poder usar este sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Me pareció que las diversas funciones en este sistema están bien integradas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Creo que hay muchas inconsistencias en este sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Creo que la mayoría de la gente aprenderá a utilizar este sistema muy rápidamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. He encontrado el sistema engorroso de usar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Me sentí muy seguro con el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Tuve que aprender muchas cosas antes de poder utilizar el sistema	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Observaciones *

Aquí puedes reflejar cualquier comentario adicional, así como tu opinión sobre la implementación del uso de dispositivos móviles en el trabajo diario a bordo fuera del ámbito del oficial de seguridad.

.....

.....

.....

.....

.....

Con la tecnología de
 Google Forms

Bibliografía

- [1] *Guidelines On The Application Of Directive 94/9/Ec Of The European Parliament And The Council Of 23 March 1994 On The Approximation Of The Laws Of The Member States Concerning Equipment And Protective Systems Intended For Use In Potentially Explosive Atmospheres*. European Commision, 2012.
- [2] *MSC/Circ.1116. Unified Interpretations Of The Ibc And Igc Codes*. Maritime Safety Commission, 2012.
- [3] *Safety Equipment Check List of Onboard Safety Officer of Spannish LNG/c*. 2013.
- [4] AIRACOM, *ATEX Mobility Solutions for Oil and Gas Organisations*. [Página web] [consultado 10 de junio de 2014]. URL: <http://www.airacom.com>.
- [5] BROOKE, J., “SUS - A quick and dirty usability scale”. 1996.
- [6] CAT PHONES, *Rugged Phones Designed For Tough Outdoor Environments*. [Página web] [consultado 10 de junio de 2014]. URL: <http://catphones.com>.
- [7] GOOGLE, *Google Goggles*. [Página web], 2014 [consultado 1 de junio de 2014]. URL: <https://support.google.com/websearch/answer/166331?hl=en>.
- [8] GOOGLE, *Descubre Google Drive: un lugar para todos tus archivos*. [Página web] [consultado 8 de julio de 2014]. URL: <http://www.google.com/intl/es/drive/index.html>.
- [9] GOOGLE PLAY, *Barcode Scanner*. [Página web], 2014 [consultado 1 de junio de 2014]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.zxing.client.android>.
- [10] GOOGLE PLAY, *QR Code Generator*. [Página web], 2014 [consultado 10 de junio de 2014]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=excelsior.qr.generator>.
- [11] HONEYWELL ANALYTICS - EXPERTS IN GAS DETECTION, *Certificación y clasificación*. [Página web], [consultado 6 de julio de 2014]. URL: <http://www.honeywellanalytics.com>.
- [12] INTERNACIONAL, O. M., *Código para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel: código de gaseros*. OMI, 1983, ISBN 9789280130904.

-
- [13] INTERNACIONAL, O. M., *Solas, Edición Refundida 2009*. Organización Marítima Internacional, 2009, ISBN 9789280101980.
- [14] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, *Degrees of Protection*. IEC 60529, IEC, 2004.
- [15] INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, *Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection n*. IEC 60079-15, IEC, 2010.
- [16] KANTHARIA, R., "What Are The Duties Of Ship Safety Officer (SSO)?" *Marine Insight*, 2012.
- [17] LUCKYDROID, *Memento Database*. [Página web], 2014 [consultado 30 de mayo de 2014]. URL: <http://mementodatabase.com/>.
- [18] MASIP, R. O., *Mantenimiento preventivo*. Generalitat de Catalunya.
- [19] NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND, *Electromagnetic Radiatio Hazards (Hazards to personnel, fuel and other flammable material)*. NAVSEA, 2003.
- [20] NETWORK WORKING GROUP, *RFC 4180 - Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files*. [Página web], 2005 [consultado 8 de julio de 2014]. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc4180>.
- [21] ORGANIZATION, I. M., *International Safety Management Code: ISM Code and revised guidelines on implementation of the ISM Code by administrations : 2002 edition*. IMO Publication, International Maritime Organization, 2002, ISBN 9789280151237.
- [22] ORGANIZATION, I. M., *FSS code: international code for fire safety systems : Resolution MSC.98(73)*. IMO publication, International Maritime Organization, 2007, ISBN 9789280114812.
- [23] ORGANIZATION, I. M.; COMMITTEE, I. M. O. M. S., *International life-saving appliance code (LSA Code): resolutions MSC.48(66)*. International Maritime Organization, 1997, ISBN 9789280114409.
- [24] TEC-IT, *QR Code Studio*. [Página web], 2014 [consultado 10 de junio de 2014]. URL: <http://tec-it-qr-code-studio.software.informer.com/>.
- [25] UBUNTU APPS DIRECTORY, *QtQR*. [Página web], 2014 [consultado 10 de junio de 2014]. URL: <https://apps.ubuntu.com/cat/applications/qtqr/>.