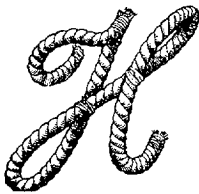




## EL APOYO LOGÍSTICO INTEGRADO EN LA ARMADA (III)

### EL CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

#### Antecedentes



EMOS visto en trabajos anteriores cómo el Análisis de Apoyo Logístico (AAL) es el centro, la base principal del Apoyo Logístico Integrado (ALI), que a su vez se transforma, en la práctica, en la determinación de necesidades y obtención de recursos de apoyo correspondientes a varias actividades logísticas que se conocen como elementos funcionales o elementos del ALI.

Parece conveniente referirnos ahora al principal elemento del ALI, que es el mantenimiento. Verdaderamente nuestro principal objetivo, que es disponer de un buque, sistema o equipo con la disponibilidad operativa deseada, se va a alcanzar con la aplicación de unas determinadas técnicas y con la utilización de unos determinados materiales que restablecerán en lo posible la condición inicial del equipo.

Este conjunto estudiado de normas, de técnicas aplicables o adaptadas a un determinado equipo para asegurar su disponibilidad operativa, es lo que se conocen con el nombre de Concepto de Mantenimiento (CM).

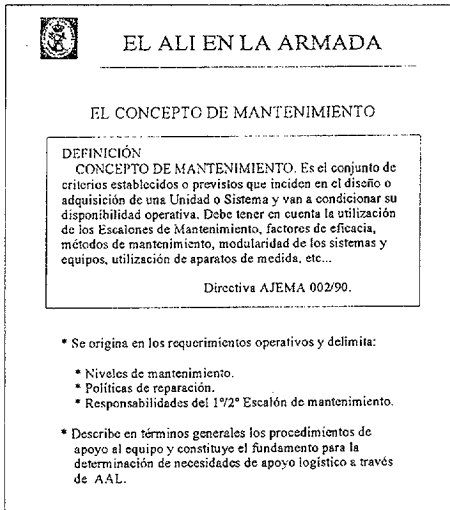


Figura 1.

A los fines del ALI es mucho más interesante la primera de las dos opciones porque nos permite comprender cómo el CM es, de hecho, el centro de todo el proceso ALI.

Así pues, concebido el CM de este modo, es esencial definir previamente el criterio para la reparación que se utilizará, planear el apoyo y proporcionar el fundamento para la definición de los requisitos de carácter logístico e incluso de carácter operativo.

## Consideraciones

Antes de establecer el CM se deben tener en cuenta dos importantes objetivos:

- Necesidad de optimizar cada nivel de mantenimiento.
- Minimizar las necesidades de personal especializado.

El Concepto de Mantenimiento es fundamental para definir la mantenibilidad (1) de un equipo. Por ejemplo, si el criterio que se desea seguir es la reparación por reemplazo de módulos, la modularidad del equipo debe ser un requisito fundamental a la hora de decidir la selección de un equipo. De este

---

(1) **Mantenibilidad:** medida de la facilidad con la que un equipo se puede mantener en una determinada condición de funcionamiento mediante técnicas llevadas a cabo por personal especialmente preparado que utiliza procedimientos y recursos previamente establecidos. La mantenibilidad se puede medir en términos de probabilidad o términos de tiempo medio de reparación (MTTR).

Este concepto se puede concebir o interpretar desde dos puntos de vista, que se proyectan, en cierto modo, en sentidos opuestos:

- Como requisito logístico o como objetivo que se debe alcanzar dentro de un proceso de obtención determinado y, por tanto, establecido antes de la fabricación o adquisición del equipo.
- Como condición o necesidad posterior impuesta por la interacción entre la realidad material de un equipo ya fabricado y la realidad material de nuestras instalaciones de apoyo.

modo, se comprende fácilmente que el CM debe establecerse tan pronto como sea posible, cuando se definan los requisitos operativos. La fiabilidad, la mantenibilidad y las diferentes técnicas de diagnóstico:

- Automáticas.
- Semiautomáticas.
- Manuales.

Son puntos importantes que hay que considerar cuando se estudian las alternativas de equipos puestos a nuestra disposición.

Establecido el CM, el AAL nos llevará a identificar las tareas de mantenimiento y su frecuencia, el personal y su nivel de preparación y los equipos de medida necesarios. El análisis FMECA (2) nos ayudará a

determinar los modos de fallo que pueden presentarse y la repercusión que van a tener en la disponibilidad del equipo. El proceso RCM (3) nos permitirá concentrar nuestros esfuerzos en aquellos fallos que van a ser más probables o que sean verdaderamente rentables prevenir. El análisis LORA (4) nos llevará a conocer en qué nivel deben efectuarse las operaciones de mantenimiento, atendiendo o no a consideraciones de coste, una vez que se han establecido los medios apropiados de diagnóstico:

- Puntos de comprobación.
- Condiciones de accesibilidad.

Según las distintas alternativas de comprobación, podemos considerar:

- Equipos desechables después del fallo.
- Utilización de medidores integrados en el equipo (BITE) (5).
- Utilización de equipos de prueba externos.
- Comprobación automática o semiautomática del equipo (ATE).
- Comprobación manual.

(2) FMCA (*Failure Modes Effects and Criticality Analysis*).

(3) RCM (*Reliability Centered Maintenance*).

(4) LORA (*Level of Repair Analysis*).

(5) BITE (*Built in Test Equipment*). ATE (*Automatic Test Equipment*).

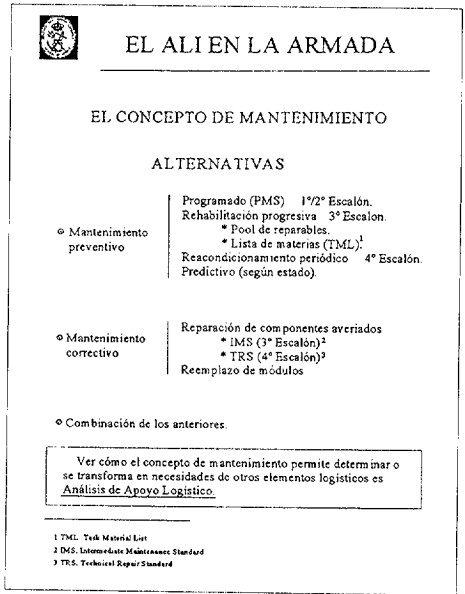


Figura 2.

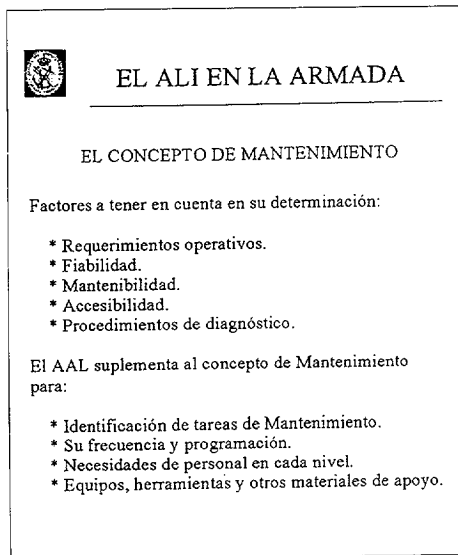


Figura 3.

Todas estas cuestiones están relacionadas con el equipo que queremos obtener y deben mencionarse en el correspondiente pliego de prescripciones o especificación técnica.

En la Armada el CM se materializa en dos grandes *tipos* de mantenimiento:

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.

Los otros tres *tipos* de mantenimiento que se mencionan en el Reglamento de Mantenimiento:

- De comprobación.
- De rehabilitación.
- De modificación (Instrucción 002/90).

Éstos podrían considerarse incluidos en los anteriores. Además de estos tipos de mantenimiento, la Instrucción de AJEMA 002/90 define y establece los siguientes *métodos* de mantenimiento:

- Obras de gran carena.
- Inmovilizaciones periódicas.
- Reparaciones incidentales.
- Mantenimiento continuo.
- Rehabilitación progresiva.
- Mantenimiento por síntomas.
- Mantenimiento por fiabilidad.

Esta clasificación atiende tanto a los métodos de mantenimiento propiamente dichos como a los períodos del ciclo de vida del buque en el que habitualmente se aplican.

La incorporación a la Armada de unidades de procedencia norteamericana ha ido provocando la asimilación de nuevos tipos y métodos de mantenimiento que conviene considerar.

Dentro del tipo de Mantenimiento Preventivo, el Subsistema de Mantenimiento Programado (PMS) es el más conocido y el que más problemas plantea a las dotaciones cuando no está bien estudiado y definido. El problema aparece cuando no se pueden efectuar los mantenimientos, bien por falta de

materiales (equipos de medida o repuestos) o bien por falta de documentación o de personal técnico suficientemente preparado. Por este motivo, el PMS debe tender hacia lo estrictamente imprescindible; en especial, debe reducirse a comprobaciones que permitan conocer la condición o el estado en el que se encuentra el equipo (tendencia hacia el mantenimiento predictivo).

La rehabilitación progresiva consiste en el reemplazo programado de equipos y componentes, cuyo desgaste se puede advertir antes de que llegue a producirse la avería, procediendo a su rehabilitación (6).

Para garantizar la disponibilidad operativa, este método de mantenimiento de tercer escalón obliga al cambio de equipos o componentes a plazo fijo, estén o no averiados. Este método es muy efectivo, pero también muy caro, como cualquiera puede imaginar. La tendencia en los buques que lo tienen implantado es llevarlo a cabo, pero siguiendo la técnicas «según estado».

La rehabilitación periódica supone prácticamente el *overhaul* del equipo y, por tanto, normalmente se lleva a efecto en el cuarto escalón.

Estos tipos y métodos de mantenimiento se ven sometidos con el paso del tiempo a un proceso de lógica evolución debido principalmente a:

- Los resultados de la experiencia práctica.
- Las nuevas tecnologías aplicadas al mantenimiento.
- La calidad de los nuevos materiales.
- La limitación de recursos.
- Las limitaciones de personal, tanto cuantitativas como de carácter técnico.

Por ello, es necesario determinar los requisitos de mantenimiento de un equipo mediante la aplicación de las técnicas RCM, ya mencionadas, y aplicarlos según criterios OCBM (7).

El RCM, o Mantenimiento por Fiabilidad, es un mantenimiento preventivo programado en función de la frecuencia e importancia de los fallos de los sistemas y equipos (Directiva 002/90).

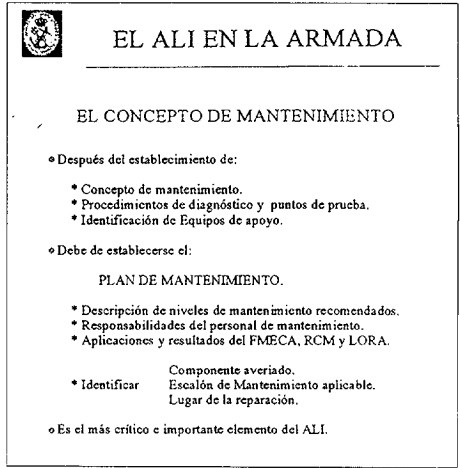


Figura 4.

(6) Instrucción AJEMA 002/90.

(7) OCBM (*On-Condition Based Maintenance*).

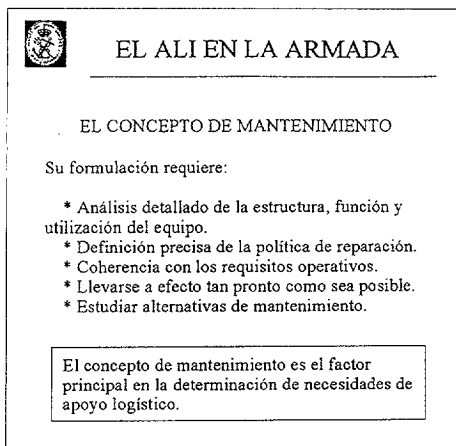


Figura 5.

Esta técnica de Mantenimiento Preventivo se aplica para evitar los fallos más probables o que pueden tener una incidencia más negativa en el cumplimiento de la misión del equipo (por tanto, un efecto considerable en la del buque).

El Mantenimiento por Síntomas, según estado, se basa en la observación de los parámetros fundamentales de funcionamiento de los sistemas y equipos (Directiva 002/90).

Este método trata de evitar el fallo que se comprueba inminente o potencialmente cercano, según se deduce del alejamiento de «lo normal» de

ciertas variables o parámetros críticos del equipo.

Estos parámetros o síntomas a tener en cuenta varían según la naturaleza del equipo:

- Vibraciones.
- Análisis de partículas.
- Temperaturas.
- Efectos eléctricos.
- Otros efectos físicos.

Este tipo de mantenimiento, aplicado a buques, propicia la fabricación de equipos con sensores automáticos instalados y la utilización de sistemas de transmisión automática de los datos obtenidos para su análisis en instalaciones terrestres. Éste es sin duda el camino hacia una mayor rentabilidad económica de las operaciones de mantenimiento y disponibilidad operativa de los equipos, motivo por el cual parece un camino inevitable que debemos estar dispuestos a seguir.

El otro gran tipo de mantenimiento, el Correctivo, también tiene componentes en todos los escalones. El correspondiente a la dotación del buque será siempre de menor entidad, habida cuenta de las capacidades limitadas del personal y de los medios disponibles, aunque orientado a reparaciones de daños que garanticen la supervivencia de la unidad. Por este motivo, y por la facilidad de su ejecución, cobra especial importancia el Mantenimiento Correctivo por reemplazo de componentes modulares que posteriormente habrán de ser reparados en cadenas montadas al efecto. Esta forma de mante-

nimiento, que parece muy eficaz, resulta cara y debe limitarse a los equipos de importancia considerable para el cumplimiento de la misión.

A modo de resumen, un Concepto de Mantenimiento de carácter general, aplicable en la Armada y, por tanto, útil para la redacción del Plan de Apoyo Logístico Integrado (PALI), podría ser el siguiente:

- Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo repartidas en cuatro escalones.
- Mantenimiento Preventivo de primer escalón mínimo y reducido a pequeñas comprobaciones, orientadas a conocer el estado del equipo, y reparaciones de daños suficientes para asegurar la supervivencia del buque.
- Utilización del concepto operador-mantenedor y, dentro de éste, máxima utilización del concepto de reparación por reemplazo de componentes modulares y normalizados.
- Mínimas necesidades de personal.
- Mantenimiento Correctivo de tercer y cuarto escalón concentrado en períodos de inmovilización periódica.
- Máxima utilización del segundo y tercer escalón de mantenimiento.
- Implantación progresiva del mantenimiento, según estado, mediante la adquisición de la tecnología y la adopción de los modelos existentes de Mantenimiento Predictivo.
- Máxima utilización de BITEs y ATEs.
- Utilización del método de rehabilitación progresiva, teniendo en cuenta el estado del equipo limitado a los sistemas GRES (8) 4 y 5.
- Utilización de rutas de desmontajes previamente estudiadas y establecidas.
- Accesibilidad garantizada a los puntos de mantenimiento y desmontaje.

## Conclusiones

El Concepto de Mantenimiento es el elemento más crítico del ALI, ya que tiene una influencia considerable en el resto de los elementos funcionales logísticos.

El Concepto de Mantenimiento, unido a los requisitos de fiabilidad y mantenibilidad, impone procedimientos de diagnóstico, del que se deducirán las necesidades de puntos y equipos de medida y prueba, el adiestramiento del personal, herramientas y, en general, todo el aprovisionamiento inicial.

---

(8) GRES (Grado de Esencialidad). Instrucción AJEMA 006/92.

El Concepto de Mantenimiento debe establecerse como requisito para minimizar el futuro esfuerzo logístico. Para ello, es necesario efectuar consideraciones sobre coste del ciclo de vida que ayuden a la adopción de decisiones durante el proceso de selección de un equipo.

El Concepto de Mantenimiento es una consecuencia de los requisitos operativos del equipo y define principalmente:

- Los niveles de mantenimiento que serán necesarios.
- La política de reparación.
- La asignación de responsabilidades de mantenimiento.

Aurelio FERNÁNDEZ DIZ



## BIBLIOGRAFÍA

- ARMADA: Directiva AJEMA 002/90: *Criterios doctrinales para el Apoyo Logístico.*  
Instrucción AJEMA 001/91. *El Mantenimiento en la Armada.*  
*Reglamento de Mantenimiento para la Fuerza Naval e Instalaciones de Apoyo .1981.*  
DOD: MIL-STD-1388-1A.  
WALTER FIN: *Integrated Logistics Support.*  
RICHARD, J. A.: *The Kelstein and Design Engineering Link.*