



EL CONTROL DE LA CONFIGURACIÓN EN LA ARMADA DEL SIGLO XXI

Juan Manuel MACÍAS GAYA



OS buques de guerra son sistemas muy costosos, extraordinariamente complejos, con un extenso proceso de adquisición y una dilatada vida operativa. Durante su ciclo de vida cambia su configuración como consecuencia de reparaciones y modificaciones. El objetivo del Apoyo Logístico Integrado (ALI) (1) es maximizar la disponibilidad de los sistemas optimizando el coste del ciclo de vida, asegurando el cumplimiento de la misión.

La Configuración Logística (CL), en adelante Configuración, es la base en la que se fundamentan

(1) El ALI se define en la publicación OTAN ALP-10 como el proceso técnico y administrativo a través del cual las consideraciones de apoyo logístico y sostenibilidad de las solucio-

los procesos logísticos necesarios para el desarrollo del ALI durante el ciclo de vida. Para controlar la evolución de los sistemas embarcados, la Ingeniería de Sistemas tiene como herramienta más eficaz la Gestión de la Configuración (GC), pues proporciona una visión de conjunto del desarrollo del sistema. Es, además, un aspecto indispensable para conseguir la interoperabilidad, mitigar riesgos y hacer uso eficaz de las capacidades de la OTAN (2) en operaciones conjuntas.

Un poco de historia

Lo que hoy conocemos como ALI podríamos decir que no es un asunto novedoso en la Armada. Ya en el siglo XVIII Patiño y posteriormente el marqués de la Ensenada iniciaron las reformas necesarias para el sostenimiento de las flotas, implicando a la industria nacional, impulsando los astilleros de la época y creando los nuevos arsenales y sus actividades de mantenimiento y aprovisionamiento.

Es a mediados del siglo XX, a raíz de los acuerdos con los Estados Unidos, cuando se da un gran salto tecnológico que obliga a reorganizar los servicios de aprovisionamiento y mantenimiento de la Fuerza. Aparecen los libros de cargo tipo COSAL (3) y se adopta el modelo americano para la gestión de repuestos.

A partir de los años 70, con la llegada de la informática a la Armada y de los nuevos programas de construcción, que obligaron a avanzar en la gestión integral de repuestos y pertrechos, se introducen los sistemas de gestión logística, apareciendo el Sistema Integrado de Gestión de Material de la Armada (SIGMA). La Armada, a la entrada en servicio de las fragatas clase *Baleares*, fue consciente de la necesidad de implantar el Control de la Configuración (CC) de las unidades. Se fijaron los primeros criterios para la codificación de

nes de material (*hardware* o *software*) se integran desde etapas tempranas del diseño y a lo largo del ciclo de vida de un programa de armamento, y por el cual todos los elementos de apoyo logístico están planeados, adquiridos, implementados, probados y proporcionados de una manera oportuna y rentable.

(2) El acuerdo de estandarización OTAN (STANAG) 4427 responde a los requisitos de interoperabilidad y armoniza los principios de la GC a aplicar en programas nacionales y multinacionales para responder a las exigencias de interoperabilidad de la Alianza.

(3) COSAL: *Consolidated Shipboard Allowance List*. Es un documento técnico y de aprovisionamiento que contiene los listados de repuestos de equipos (APL = *Allowance Parts List*) y de pertrechos (AEL = *Allowance Equipage List*), que describen las características técnicas, manuales de operación, nomenclatura, plan de mantenimiento, requeridos para el mantenimiento y operación de los sistemas y equipos. La calidad del COSAL depende de la buena y fiable disponibilidad de los datos de configuración.

la Marca Funcional y se utilizó una base de datos desarrollada por Bazán Cartagena durante la construcción de las corbetas clase *Descubierta*. Este primer intento fracasó, entre otras causas debido a que no se había incluido en las Especificaciones de Contrato (EdC) la elaboración de la configuración por la E. N. Bazán durante la fase de construcción.

A comienzos de los 80, con la construcción de los buques del Grupo de Combate, se hacía aún más necesario el disponer de un CC fiable y eficaz. Se dispuso la creación de los Negociados del Control de la Configuración (NCC) en los arsenales, a los que, entre otras misiones, se les asignaba el CC y la realización de las validaciones de los buques. También se determinaron funciones y responsabilidades al resto de organismos implicados. Los negociados no llegaron a implantarse.

Se delegó en el Astillero de Apoyo la gestión y CC para los buques de nueva construcción, tanto durante la fase de construcción como durante el ciclo de vida. Bazán desarrolló la aplicación informática CORAL (4). Se empezó a incluir en las EdC la elaboración de la Configuración. Bazán propuso añadir el CC durante la fase de servicio y su ampliación para todos los buques. Esto no prosperó y CORAL se quedó para los nuevos proyectos en sus fases de diseño y construcción. La Armada seguía sin un sistema para gestionar la Configuración durante la vida operativa de los buques.

A principios de los años 90 se encargó a Bazán el mantenimiento de la Configuración de los buques en servicio. Esta solución tampoco tuvo el éxito esperado, en parte debido a que muy pocas veces se informaba de las modificaciones y Bazán no actualizaba correctamente la base de datos CORAL de las unidades. Por ello, la Armada, a partir del año 1994, comienza a plantearse gestionar por sí misma el CC.

A finales del año 98 se determina que a partir de la entrada en servicio de los buques sea la Armada la que controle la Configuración, estableciendo las relaciones entre los organismos involucrados para incluir todos los datos necesarios para el CC. Se vuelven a crear los NCC en los arsenales e instalaciones de segundo escalón de mantenimiento en Rota (ISEMER).

En el año 2000 se crea en la JAL una aplicación para CC basada en MS-DOS y la base de datos BD CONFÍ, a la que tenían acceso los NCC de los arsenales y el personal necesario de la JAL. En 2002 se comenzó el desarrollo de una aplicación de CC en entorno Windows, y paralelamente se desarrollaba

(4) Proyecto CORAL desarrollado entre junio del 86 y febrero del 87 por Bazán a propuesta de la Armada para el diseño, desarrollo e implantación de un sistema integrado de información para el Control de la Configuración. La base de datos CORAL, aunque es propiedad de la Armada, está ubicada en las instalaciones de Navantia y mantenida por esta, teniendo acceso para consulta todos los organismos de la Armada involucrados.

el sistema GALIA (5). En febrero de 2003 empezó a utilizarse la aplicación CONFIWEB para la GC, que estuvo operativa hasta junio de 2007, cuando se incluyó un módulo de Configuración, evolución de la aplicación CONFIWEB, en el Sistema GALIA.

En julio de 2011 se promulgó la Instrucción Permanente de Mantenimiento (IPEMAN 01/11), motivada entre otras cosas por la consolidación del Sistema GALIA y la creciente importancia de los programas informáticos (*software*, SW) en los sistemas navales. Se trataba de establecer los criterios, procedimientos y responsabilidades que permitiesen conocer en todo momento la configuración de los buques, unidades e instalaciones para lograr un apoyo logístico eficaz a lo largo del ciclo de vida.

Finalmente en noviembre de 2016 se promulga la vigente Instrucción Permanente de Sostentamiento (IPESOS 02/16) que actualiza las responsabilidades de los distintos actores, ajustándose a la nueva organización de la Armada y a la normativa de los procesos de obtención del Ministerio de Defensa.

La ingeniería de ciclo de vida y la Gestión de la Configuración

Podemos hablar del buque de guerra como un sistema de sistemas, donde coexisten e interaccionan el sistema de combate con todos los sensores y armas, sistema de navegación, sistema integrado de control de plataforma, de comunicaciones, etc.; sistemas independientes unos de otros pero conectados entre sí.

La ingeniería de sistemas es la herramienta fundamental a utilizar desde la concepción y definición de los requisitos que han de satisfacer los sistemas del buque hasta la baja en servicio. Su propósito es obtener un sistema que satisfaga de forma eficaz y eficiente las necesidades del cliente reduciendo los riesgos y el coste del ciclo de vida.

La Configuración de un buque define cuáles son los sistemas, subsistemas, equipos y componentes que lleva instalados, con la descripción de sus características funcionales, físicas y técnicas, cantidad instalada, tipo y número de modificaciones efectuadas a cada uno de ellos y toda la documentación de apoyo disponible, todo ello registrado en documentos y bases de datos.

La proliferación de los elementos comerciales COTS (*Commercial Off-The-Shelf*) en nuestros sistemas embarcados, con ciclos de vida más cortos,

(5) Proyecto GALIA de Gestión del Apoyo logístico Integrado de la Armada, desarrollado a partir del año 2000, es un sistema informático común e integrado para gestionar las necesidades de mantenimiento de sus barcos e instalaciones, con la que intercambia información de la Configuración y los pedidos de repuestos asociados a los Partes de Mantenimiento. GALIA está interconectado con las aplicaciones SIGAPEA y SIGMA-DOS.

nos obliga a dar mayor importancia a las actividades de la ingeniería de ciclo de vida, principalmente la gestión de la obsolescencia y el control de la configuración.

Para conseguir un adecuado y eficaz ALI, es fundamental que todos los actores con responsabilidad sobre la construcción, mantenimiento y aprovisionamiento dispongan de la información completa, exacta y actualizada de la Configuración Logística.

La GC se define como el conjunto de acciones técnicas y administrativas que se realizan para mantener al día la configuración, iniciada durante las fases de Definición y Decisión y que continúa durante el resto de su ciclo de vida. Para que dicha gestión sea eficiente y eficaz es necesaria la planificación rigurosa para todo el ciclo de vida y la ejecución de dicho plan por parte de todos los participantes. Por esta razón es necesario establecer, sancionar y ejecutar para cada programa el correspondiente Plan de Gestión de la Configuración (PGC) para el ciclo de vida.

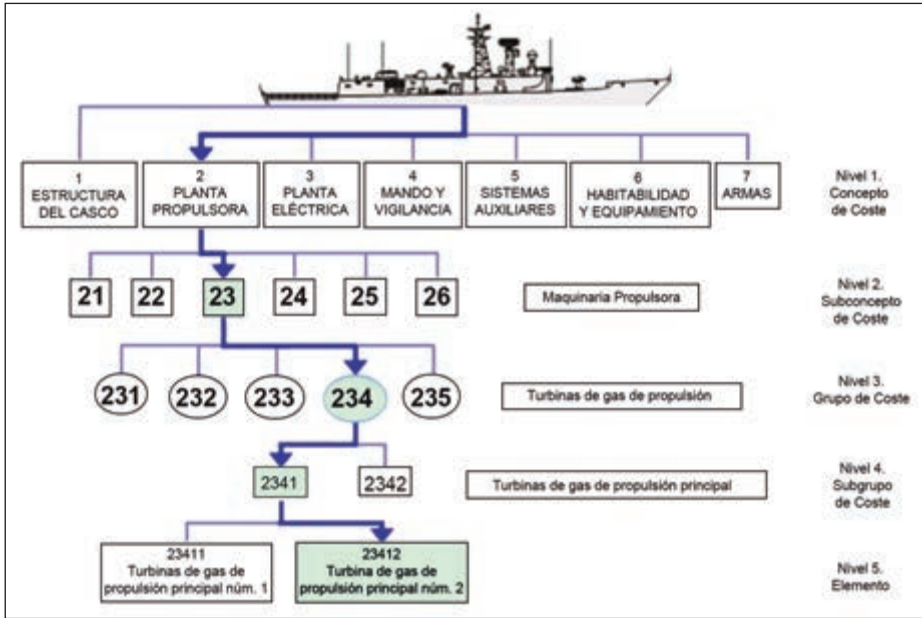
La GC, incluida dentro de los procesos de Aseguramiento Oficial de la Calidad (AOC), ayuda a avalar que el diseño del producto va a ser consistente con los requisitos del comprador, documenta la configuración del mismo, proporciona identificación y trazabilidad, muestra el estado de consecución de sus requisitos físicos y funcionales y facilita el acceso a la información precisa en todas las fases del ciclo de vida.

Proceso de identificación. Elaboración del Árbol de Elementos Configurados (AEC)

Como ya se ha dicho y la normativa vigente así lo refleja, la GC comienza desde las fases previas a la entrada en servicio. La Autoridad de Configuración (AC) (6) durante estas fases recae en la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) a través del jefe del Programa, que debe supervisar el proceso de GC del contratista en coordinación con el representante de Aseguramiento de la Calidad (RAC) designado para el contrato.

La Configuración Logística se representa por medio de un AEC que tiene una estructura jerárquica siguiendo siempre un criterio funcional. Es en estas primeras fases donde se elabora la Configuración Logística Básica (CLB) a

(6) Conforme la publicación PECON 2000, el comprador debe designar una Autoridad de Configuración (AC) con potestad de tomar todas las decisiones relativas a la GC para asegurar que el programa consigue y mantiene capacidades de la OTAN. La AC designada puede variar, dependiendo de la etapa del ciclo de vida y de las transiciones asociadas dentro de la organización del comprador. La AC debería tener la autoridad necesaria para ejecutar el PGC del ciclo de vida, y puede delegar en grupos de trabajo subordinados, pero se reservará el derecho de anular o corregir las recomendaciones hechas por dichos grupos.



Ejemplo de desarrollo de estructura funcional. (Fuente: IPESOS 02/2016 AJAL).

partir de los requisitos operativos y se va desarrollando el AEC, identificando los nodos funcionales siguiendo las directrices del Nomenclátor (7) de Material de la Armada.

La elaboración del AEC es un proceso iterativo, en el que el contratista desarrolla las versiones sucesivas de la configuración logística a medida que se avanza en el desarrollo del producto, extendiendo la CLB desde los nodos funcionales a los niveles de descomposición física que se considere conveniente, supervisado por el jefe del Programa.

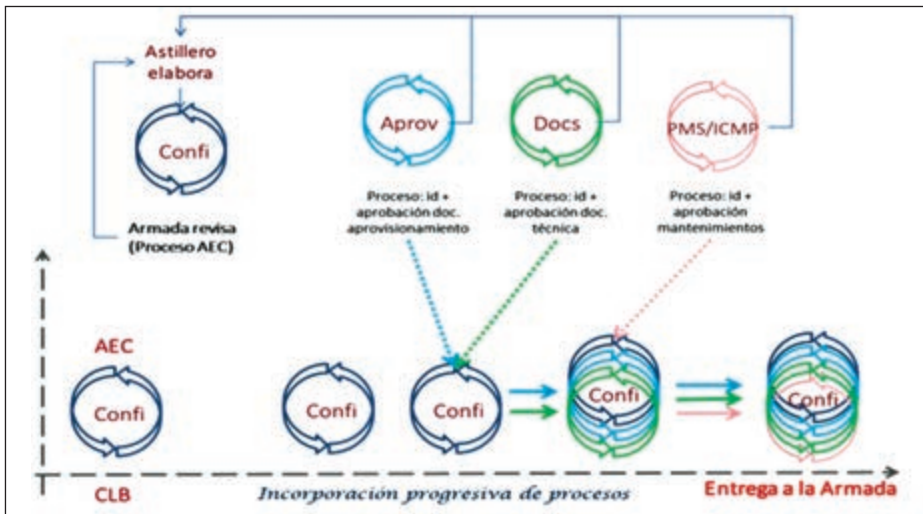
Para cada elemento configurado (EC) el contratista debe establecer la línea de referencia de configuración. La Sección de Coordinación de Apoyo Logístico Integrado (SECALI) de la Dirección de Sostenimiento (DISOS) coordina la carga de los datos de la configuración en GALIA, en apoyo a las Oficinas de Programa y vela por que se ajuste a la doctrina en vigor.

Durante esta fase se identifican los EC *hardware* (HW) y SW, así como la variada documentación asociada para el mantenimiento, aprovisionamiento y

(7) El Nomenclátor define los primeros cinco niveles de descomposición jerarquizada para asignar la Marca funcional de un elemento en el AEC. Estos niveles son: Concepto de Coste, Subconcepto de Coste, Grupo de Coste, Subgrupo de Coste y Elemento.

operación de los sistemas. El contratista debe elaborar la PIDA (8) de los distintos equipos. En este proceso de revisión y actualización para las nuevas construcciones intervienen la Oficina de Programa de la DGAM, la Dirección de Aprovisionamiento y Transportes (DAT) para los datos de aprovisionamiento (APL/AEL), los ramos técnicos de la SUBDING para la documentación técnica y de mantenimiento (fichas del Sistema de Mantenimiento Programado *Planned Maintenance System*, PMS), las jefaturas de Ingeniería, Construcciones y Obras (ICO) de los arsenales designados, dotaciones de quilla y el Centro de Programas Tácticos (CPT) para los elementos SW de los sistemas de combate, de enlace de datos y de control de plataforma.

En el AEC a cada EC se le asigna un Código de Estructura Jerárquica (HSC, *Hierarchical Structure Code*) o Marca Funcional (MFUN) de hasta 12 caracteres, que permite identificar dicho EC de forma unívoca y distinguirlo de los demás. Este código HSC es utilizado como referencia para los procesos de mantenimiento, gestión de repuestos, etc. Si un HSC desaparece del AEC, automáticamente también lo hace del COSAL el APL asociado a ese equipo, y los repuestos que correspondan son dados de baja en el cargo. Igualmente en GALIA se eliminarían las fichas PMS asociadas. Es esencial que en esta fase



Integración de procesos en la revisión de versiones de la Configuración.
(Fuente: IPESOS 02/2016 AJAL).

(8) La PIDA o Propuesta Inicial de Apoyo es un documento que se exige a cada contratista para determinar los repuestos y pertrechos necesarios a adquirir inicialmente para garantizar la operatividad de los equipos y sirve de base para la elaboración de las APL y AEL correspondientes.

todos los actores implicados en la elaboración de la configuración hagan su trabajo con esmero y calidad para obtener la Configuración lo más fiable posible a la entrada en servicio de buque. Los datos de la Configuración se tratan como «dato único», y sobre esta base de datos trabajan las aplicaciones logísticas interconectadas con GALIA.

A partir de la entrega del buque a la Armada, la responsabilidad de la GC es transferida al DISOS, apoyado por los organismos de la Armada que correspondan (SUBDING, DAT, CPT, arsenales, etc.), y debe quedar reflejada en el documento de transferencia.

El control de cambios

Ya hemos dicho que durante el ciclo de vida de los buques los sistemas evolucionan por diversas razones, como mejoras funcionales, resolución de obsolescencias o refrescos tecnológicos.

Se define como cambio o modificación las acciones realizadas en las unidades para corregir fallos, mejorar sus características o funciones, adaptarlas a un nuevo entorno, cumplimentar la legislación, etcétera.

Si partir de una buena CLB, un exacto y fiable AEC con datos veraces completos y documentos asociados actualizados en el momento de la entrega a la Armada es fundamental para el sostenimiento, más importante aún es mantener actualizada la Configuración durante su vida operativa cuando se realizan cambios o alteraciones que tienen su impacto en ella.

A medida que se desarrolla el proceso de obtención es habitual que haya cambios en los requisitos, bien porque se modifiquen los existentes o porque surjan otros nuevos. Antes de implementarse el cambio, debe seguir un proceso de aprobación que tiene que estar bien definido en el PGC. Es necesario documentar el cambio realizando la modificación de todos los documentos que se vean afectados por el mismo.

El CC es una de las principales actividades de la GC y se define como el proceso sistemático para asegurar que los cambios a la configuración establecida son adecuadamente identificados, documentados, se evalúa su impacto y son aprobados en el oportuno nivel de autoridad y posteriormente incorporados y verificados.

Antes de la entrega del buque a la Armada, durante la construcción, el contratista controla los cambios en los elementos de configuración (EC), supervisados por la DGAM a través de la Oficina de Programa.

Tras la entrega se producirán modificaciones o alteraciones logísticamente significativas, bien por obsolescencias u otras razones. Cualquier alteración a la configuración, una vez cumplimentados todos los trámites reglamentarios y aprobada, dará lugar a la introducción, con la supervisión de la SECALI, de sus datos en GALIA por medio del Trámite de Discrepancias. La modificación

Consejo y gestión de REC

Acciones: [Menu] | Tipo de Usuario: [Dropdown] | Voto Activo: [Input] | [Botones]

Resumen: JUAN CARLOS QUINONEZ | [Botones]

Marcas: [Input] | [Botones]

188 asuntos resueltos. Mostrando EC's del 1 al 100.

Id	Descripción	Estado	Fecha	Fecha de Pago	Monto	Moneda
2190	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2191	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2192	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2193	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2194	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2195	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2196	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2197	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2198	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2199	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2200	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2201	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2202	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2203	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2204	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2205	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2206	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2207	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2208	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2209	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2210	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2211	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2212	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2213	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2214	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2215	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2216	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2217	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2218	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2219	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2220	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2221	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2222	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2223	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2224	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2225	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2226	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2227	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2228	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2229	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2230	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2231	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2232	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2233	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2234	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2235	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2236	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2237	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2238	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2239	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2240	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2241	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2242	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2243	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2244	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2245	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2246	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2247	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2248	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2249	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD
2250	PROCESADOR LARRO	V. TENDIENDO	14/08/2018	14/08/2018	500	USD

Visita de la pantalla de Configuración en GALIA. (Sistema de Combate del LHD Juan Carlos D).

se dará por finalizada cuando toda la documentación a la que afecte esté totalmente actualizada y registrada en el Sistema GALIA, ya que puede verse afectada la gestión de aprovisionamiento (APL/AEL) y de mantenimiento (fichas PMS).

Es en el CC donde reside la fiabilidad de nuestro sistema de apoyo logístico integrado. Los actores participantes, con diversos niveles de responsabilidad, tienen que velar por la bondad del sistema GALIA alimentando los datos necesarios para mantener su integridad. El sistema dispone de la facilidad del trámite de discrepancias para informar de una alteración o proponer la corrección de errores en los datos registrados de un EC.

Las jefaturas de Mantenimiento, a través de su NCC, y el CPT son fundamentales para tener actualizada la Configuración de las unidades a las que apoyan.

La GC de los elementos SW

El SW, a diferencia del HW, no sufre desgaste o deterioro durante su utilización. La necesidad de su mantenimiento y modificación viene motivada bien por corrección de errores no detectados anteriormente, por adaptación a nuevo HW sustituto por obsolescencias del original o por nuevas funcionalidades requeridas por necesidades no contempladas en las especificaciones originales.

El desarrollo de sistemas SW se rige por una metodología (9) basada en normas definidas por el Ministerio de Defensa, que genera en cada hito una cantidad ingente de documentación, necesaria para asegurar la trazabilidad con los requisitos, y que debe ser sometida a la GC.

Desde la creación del CPT/CIA (10), el SW de los sistemas de combate de las FFG ha estado sometido a un riguroso control de configuración mantenido por la sección de programas del CPT/CIA.

A finales de 2004 se empezó a tomar conciencia de la necesidad de ejercer el control de la configuración de los sistemas SW embarcados, principalmente

(9) PECAL-2210-«Requisitos OTAN de aseguramiento de la calidad del SW, suplementario a la PECAL 2110»; Normas MIL-STD-498-*Software Development and Documentation*, y DOD-STD-2167A-*Defense System Software Development*.

(10) En enero de 1985 se crea el CPT/CIA, cuya Sección de Programas era el órgano encargado del mantenimiento y del CC de los programas operativos y de apoyo de los Sistemas de Mando y Control del portaviones y de Combate de las fragatas clase *Santa María* y *Baleares*. En el año 1988 se establecieron con la US Navy los procedimientos para llevar a cabo el mantenimiento del ciclo de vida del SW del Grupo de Combate, en el que se fijaron las relaciones funcionales entre el EMA, JAL y CPT/CIA. El jefe de la Sección de Programas era el presidente de la Junta de CC del SW, bajo la responsabilidad del CPT/CIA, y mantenía con la US Navy reuniones de seguimiento de las actividades relacionadas con el ciclo de vida del SW.

los sistemas de combate y los sistemas de control de plataforma, y se estimó que el CPT/CIA, tras la correspondiente reorganización, asumiera dicho control. Finalmente en 2009 se decidió la segregación del CIA y el CPT, encomendando a este último el control de la configuración SW de los sistemas de combate, de enlace de datos tácticos y de control de plataforma.

La GC de los elementos SW requiere una atención especial. La ingeniería del SW, como la ingeniería de sistemas, responde a unos requisitos que deben ser completos, consistentes, claros, modificables, verificables y trazables. Se establecen líneas de referencia o base (*baselines*) del sistema, que van acompañadas de toda la información y documentación necesarias que forman parte de la Configuración (especificaciones de requisitos, documentos de diseño, de pruebas, manuales, etcétera).

La GC del SW es una tarea ardua que exige dedicación, precisión y organización, y por esta razón las relaciones y responsabilidades de los distintos actores tienen que estar claras, desde la empresa que desarrolla e integra el SW o agente de integración industrial, los usuarios, Jefatura de Programa, Dirección Técnica o agente de ingeniería y el CPT.

El CPT apoya y representa a las oficinas del programa en los distintos grupos habilitados para garantizar el adecuado control y gestión de la configuración SW de los distintos sistemas, a saber, Comités de Evaluación *Software* (CES), Grupo de Evaluación de Cambios (GEC) y Comités de Control de Configuración (CCC), establecidos por NAVANTIA para cada programa de obtención /mantenimiento de SW.

Hacia dónde vamos: Control de la Configuración 4.0

Con la llegada de las nuevas tecnologías de la cuarta revolución industrial que conforman el concepto Industria 4.0 se plantea un nuevo reto para la Armada que debe liderar los procesos de trabajo logísticos en los años venideros.

Esta cuarta revolución en la que estamos inmersos viene liderada por la fusión y uso masivo de las tecnologías de realidad virtual y aumentada, hipersensorización, almacenamiento en la nube, análisis Big Data, conectividad, Internet de las Cosas (IoT), virtualización, fabricación aditiva con impresión 3D, robótica, ciberseguridad, vehículos autónomos, etc. Este salto obliga además a un cambio de mentalidad en los procesos industriales y logísticos.

En la Industria 4.0 cobra especial importancia el llamado Gemelo Digital (GD), que surge como un nuevo enfoque importante para el diseño y el mantenimiento, transformando el ciclo de vida completo de un producto. Los GD son avatares digitales de los dispositivos y procesos que integran una fábrica o un entorno laboral y que funcionan en conexión con el operativo real que replican a través de Sistemas Ciberfísicos (CPS).

El nuevo Concepto de Apoyo Logístico (CONLOG) aprobado por el AJEMA propone los fundamentos de lo que será el Apoyo Logístico 4.0, que tendrá como pilares los principios tecnológicos de interoperabilidad, virtualización, automatización, capacidad de trabajo en tiempo real, fiabilidad, modularidad y orientación de los servicios al cliente.

Este nuevo modelo de AL tomará como catalizador el programa de obtención de las fragatas *F-110*. Se dispondrá del GD, que será la base para la producción en todo lo referente al diseño y ejecución; el apoyo al ciclo de vida en todos los procesos de sostenimiento, potenciando el mantenimiento basado en la fiabilidad y la gestión de repuestos y obsolescencias, y para la instrucción y el adiestramiento del personal de operación y mantenimiento, optimizando las capacidades de simulación.

Este GD será la base de datos única en la que se fundamentará la configuración del buque. Su estricto y riguroso control seguirá siendo clave para el ALI eficaz durante todo el ciclo de vida.

La evolución hacia el AL 4.0 estará basada en la transformación digital iniciada en el Ministerio de Defensa, que modificará los procesos logísticos, haciéndolos más ágiles y eficientes, en los que se tiene que implicar e integrar a las empresas estratégicas. La aplicación GALIA se tendrá que adaptar a la nueva arquitectura global para dar respuesta a los actuales retos, manteniendo la coexistencia del sistema de Apoyo Logístico que hasta hoy sigue sosteniendo eficazmente a las unidades en servicio.

Conclusión

El principal objetivo de la Armada siempre ha sido y será la existencia y eficacia de la Fuerza. El desarrollo de un programa naval es de las inversiones más costosas que realiza un país. Al coste de la obtención hay que añadir el no menos considerable del sostenimiento durante todo el ciclo de vida hasta su baja en el servicio. La eficiencia en la gestión de los recursos obliga a conocer bien la Configuración con una gestión eficaz y racional. Es indispensable para lograr los objetivos del Apoyo Logístico conocer qué tenemos, cómo lo tenemos y qué debemos hacer para mantenerlo en las mejores condiciones de operatividad.

La Configuración Logística es la base donde se fundamentan los procesos logísticos necesarios para el sostenimiento. Por esta razón es esencial y crítico mantener un estricto y riguroso control de la Configuración durante todo el ciclo de vida. Las nuevas tecnologías facilitarán cada vez mejor la consecución de los objetivos de la GC en la medida en que las personas y las organizaciones con responsabilidad en todas las fases estén concienciadas de su importancia capital en beneficio de los procesos logísticos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN, F.: «Programas de adquisición: la gestión de requisitos». REVISTA GENERAL DE MARINA. Marzo 2014.
- CARAVACA, J.; RUESTA, C.: «El apoyo logístico en la Flotilla de Aeronaves». REVISTA GENERAL DE MARINA. Agosto-septiembre 2016.
- CARRIAZO, D.: «Sistema integrado de sostenimiento». REVISTA GENERAL DE MARINA. Agosto-septiembre 2018.
- FRANCO, J.: «Ayer y hoy del Aprovisionamiento en la Armada». Suplemento REVISTA GENERAL DE MARINA. Noviembre 2017.
- MARTÍNEZ, M.; GONZÁLEZ, A.: «Concepto de Apoyo Logístico de la F-110». REVISTA GENERAL DE MARINA. Agosto-septiembre 2018.
- ORY, J.: *Desarrollo de sistemas basado en elementos comerciales (COTS). Su gestión de mantenimiento y obsolescencia.*
- PERY, E.: «El mantenimiento en la Armada». REVISTA GENERAL DE MARINA. Agosto-septiembre 2011.
- DE LA PUENTE, L.: «Normativa norteamericana en nuestra construcción naval». Boletín Técnico de Ingeniería-ETSIAN. Mayo 2017.
- RAMOS, J.; GALÁN, V.: «Aplicaciones logísticas de gestión de material en la Armada». REVISTA GENERAL DE MARINA. Agosto-septiembre 2011.
- SOLS, A.; MOLERO A.: «La brecha de capacidades operativas y los programas de refresco de tecnología». REVISTA GENERAL DE MARINA. Octubre 2010.
- Instrucción 001/76 de AJAL. Archivo para el control de la configuración de los sistemas y equipos de la fuerza e instalaciones navales.
- Instrucción 05/84.de AJAL sobre Gestión y Control de la Configuración en la Armada.
- Instrucción 02/85 de AJAL sobre los Arsenales y Astillero de Apoyo.
- Instrucción 06/1992 de AJEMA sobre El Apoyo Logístico Integrado en La Armada (ALI).
- Instrucción 08/98 de AJAL sobre el Control de la Configuración.
- Instrucción Permanente de Mantenimiento IPEMAN 01/2011 de AJAL sobre el Control de la Configuración.
- Instrucción 72/2012 del SEDEF, por la que se regula el proceso de obtención del armamento y material y la gestión de sus programas.
- Instrucción Técnica IT 4201.08A de DGAM sobre el Proceso de Gestión de la Configuración. Enero 2015.
- Instrucción Permanente de Sostenimiento IPESOS 02/2016 de AJAL sobre Configuración de las Unidades.
- Sección CALI-DIC. El control de la configuración. Marzo 2004.
- Norma UNE 71044. Tecnología de la Información. Procesos de ciclo de vida del *software*. Diciembre 1999.
- STANAG 4427. *Configuration management in System Life Cycle Management.*
- PECON 2000. Política sobre Gestión de la configuración. DGAM junio 2015.
- PECON 2009. Guía sobre Gestión de la configuración. DGAM junio 2015.
- PECON 2100. Requisitos contractuales de Gestión de la configuración. DGAM junio 2015.
- Concepto del Apoyo Logístico del AJEMA (julio 2017).
- Instrucción Permanente de Logística IPELOG 01/2018 de AJAL que desarrolla el Concepto de Apoyo Logístico.



Prácticas de los alumnos de la Escuela Naval Militar en el Centro de Instrucción de Seguridad Interior de la Escuela de Especialidades «Antonio de Escañón». (Foto: *Flickr Armada*).