



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis y mejora del sistema de gestión del stock de vestuario de la Armada: propuesta de un modelo de inventario centralizado

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Jaime Cuartero Rodríguez

DIRECTOR: Iván Puente Luna

CURSO ACADÉMICO: 2020-2021

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Análisis y mejora del sistema de gestión del stock de vestuario de la Armada: propuesta de un modelo de inventario centralizado

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Cuerpo General

UniversidadeVigo

RESUMEN

La COVID-19 ha evidenciado globalmente la necesidad de modernizar la cadena de suministro, dándole un carácter más dinámico e impersonal. El crecimiento de los gigantes de la logística durante este periodo de crisis ha convertido a las tecnologías que caracterizan al Entorno 4.0 en necesidades de la logística de inventario.

El Servicio de Vestuarios de la Armada Española se encarga de la gestión del inventario de uniformes a través de sus emplazamientos o Servicios Periféricos. Sigue el principio de “control centralizado y gestión descentralizada” en la gestión de su Almacén Virtual Único. Sin embargo, debido a la falta de robustez de los procesos y a la gran cantidad de trabajos analógicos que se llevan a cabo en sus almacenes, resulta imposible la aplicación efectiva de dicho concepto. Esto tiene como resultado el descontento general de los usuarios de la Armada Española con el Servicio en cuestión.

En el presente proyecto, aplicando el Ciclo de Mejora de Procesos de Negocios se propone la normalización de los procesos de adquisición del inventario y la mejora de la trazabilidad de los activos. Estas mejoras buscan la centralización eficiente de la información del Almacén Virtual Único para la aplicación efectiva del concepto de “control centralizado y gestión descentralizada”.

PALABRAS CLAVE

Armada, Emplazamiento, Inventario, Previsión, Vestuario.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecerse a toda mi familia, a mis abuelos, a mis padres y a mis hermanos. Por su continuo apoyo durante estos cinco años de formación y por las conversaciones de carácter crítico constructivo que predominan en nuestras sobremesas. También se lo agradezco enormemente a mi novia María, por su constante y acertado consejo.

En segundo lugar, se lo agradezco a todo el personal del Servicio de Vestuarios de la Armada que me ha facilitado la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto. En concreto, al TN Fernando Sánchez Sanjurjo, ejemplo de actitud de mejora desinteresada para con la Armada.

Por último, gracias a mi tutor, por aceptar desde el primer momento sin dudar mi propuesta de proyecto y por su apoyo durante la ejecución del mismo.

CONTENIDO

Contenido	1
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas.....	5
1 Introducción y objetivos	7
1.1 Contextualización.....	9
1.2 Motivación	10
1.3 Objetivos	11
2 Estado del arte	13
2.1 Organización Jerárquica del Servicio de Vestuarios.....	13
2.1.1 Cuartel General de la Armada	13
2.1.2 Fuerza	14
2.1.3 Apoyo a la Fuerza	14
2.2 Gestión Actual del Inventario	17
2.2.1 Control Centralizado y Gestión Descentralizada.....	17
2.2.2 Almacén Virtual Único.....	18
2.2.3 Previsión y Compra del Inventario	19
2.2.4 Distribución	21
2.2.5 Gestión de Almacenes	22
2.3 Situación de los Servicios Periféricos	23
3 Desarrollo del TFG.....	25
3.1 Marco Teórico.....	25
3.1.1 Ciclo de Mejora de Procesos de Negocios (CMP)	25
3.1.2 Modelos de Inventario	28
3.1.3 Previsión de la Demanda	30
3.2 Trazabilidad de los Activos.....	31
3.2.1 Fundamentos de la Tecnología de los Sistemas de Códigos de Barras	32
3.2.2 Fundamentos de la Tecnología de RFID	33
4 Resultados	35
4.1 Sensibilización	35
4.1.1 Análisis del grado de satisfacción de los miembros de la Armada con el Servicio de Vestuarios.....	35
4.2 Identificación	39
4.2.1 Previsión de Necesidades	39
4.2.2 Gestión de Inventario en los Almacenes.....	40

4.3 Planificación y Análisis	40
4.3.1 Nuevo Concepto de Almacén Virtual Único	40
4.3.2 Mejora de la Trazabilidad del Inventario.....	47
5 Conclusiones y líneas futuras	55
5.1 Conclusiones	55
5.2 Futuras líneas de trabajo	56
6 Bibliografía.....	57
Anexo I: Consumos de Faenas Ignífugas del Emplazamiento de Rota.....	59
Anexo II: Almacenes del Servicio de Vestuarios de la ENM	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Tuit de la <i>World Health Organization</i> el 4 de enero de 2020 [1]	7
Figura 1-2 Situación mundial de la COVID-19 a 23 de enero de 2021 [2]	8
Figura 1-3 Encuesta realizada por la firma estadounidense Criteo sobre ventas físicas y <i>online</i> durante los inicios de la pandemia COVID-19 [3]	8
Figura 1-4 Fragata F110, armas y sensores [6].....	9
Figura 1-6 Centro Universitario de la Defensa [8]	10
Figura 2-1 Estructura básica de la Armada Española, Apoyo a la Fuerza – Elaboración propia [10]....	13
Figura 2-2 Cuartel General de la Armada [11]	14
Figura 2-3 Escudo de la Flota [12].....	14
Figura 2-4 Estructura Jefatura de Apoyo Logístico - Elaboración propia [13]	15
Figura 2-5 Estructura Dirección de Abastecimiento y Transporte [13].....	16
Figura 2-6 Esquema visual de la organización del Servicio de Vestuarios - Elaboración propia	17
Figura 2-7 SIGMA-WEB, Consulta de existencias [Servicio de Vestuarios de la ENM].....	18
Figura 2-8 Almacén Virtual Único - Elaboración propia	19
Figura 2-9 Diagrama de proceso de la previsión y la compra del Inventario - Elaboración propia	20
Figura 2-10 Extracto de la plantilla de necesidades del Servicio de Vestuarios de Marín en el año 2021 [Servicio de Vestuarios ENM]	20
Figura 2-11 Adquisición por canje de puntos [15]	21
Figura 2-12 Canje de puntos [15]	22
Figura 3-1 Ciclo de Mejora de Procesos de Negocio - Elaboración propia [18]	26
Figura 3-2 Etapas de la metodología DMAIC - Elaboración propia	27
Figura 3-3 Modelo de Cantidad Económica del Pedido - Elaboración propia	29
Figura 3-4 Fórmula de Wilson [19]	29
Figura 3-5 Sistema de Periodo Fijo o Revisión Periódica – Elaboración Propia	30
Figura 3-6 Componentes principales de los Sistemas de códigos de barras - Elaboración propia	33
Figura 3-7 Esquema genérico de un sistema RFID - Elaboración propia [22]	34
Figura 4-1 Respuestas a la primera pregunta - Elaboración propia	36
Figura 4-2 Respuestas a la segunda pregunta - Elaboración propia	36
Figura 4-3 Respuestas a la tercera pregunta - Elaboración propia.....	37
Figura 4-4 Respuestas a la cuarta pregunta - Elaboración propia.....	37
Figura 4-5 Respuestas a la quinta pregunta - Elaboración propia.....	38
Figura 4-6 Respuestas a la sexta pregunta - Elaboración propia	38
Figura 4-7 Conclusión sobre el Servicio de Vestuarios - Elaboración propia	39
Figura 4-8 Diagrama de proceso de la propuesta para el nuevo funcionamiento de previsión y compra de las necesidades del Servicio de Vestuarios - Elaboración propia	41

Figura 4-9 Modelos de gestión de <i>stocks</i> - Elaboración propia [19]	42
Figura 4-10 Propuesta en un entorno idílico de un modelo EOQ - Elaboración propia	43
Figura 4-11 Modelo en un entorno idílico de Periodo Fijo - Elaboración propia.....	43
Figura 4-12 Propuesta realista de la gestión del inventario - Elaboración propia	44
Figura 4-13 Cómputo de las tallas genéricas para hombre - Elaboración propia	45
Figura 4-14 Cómputo de las tallas genéricas de mujer - Elaboración propia	45
Figura 4-15 Diagrama de flujo de la propuesta del proceso de adquisición para la centralización de las necesidades - Elaboración propia.....	47
Figura 4-17 Ejemplo de distribución de antenas de radiofrecuencia en Sastrería, Tienda y Almacén Trasero - Elaboración propia.....	49
Figura 4-17 Balance económico con etiquetado previo - Elaboración propia.....	52
Figura 4-18 Balance económico sin etiquetado previo - Elaboración propia.....	53
Figura A1-1 Consumos en el tallaje de hombre en el emplazamiento de Rota - Elaboración propia	59
Figura A1-2 Consumos en tallaje de mujer en el emplazamiento de Rota - Elaboración propia	60
Figura A2-1 Plano general de la ENM [Servicio de Mantenimiento ENM]	61
Figura A2-2 Almacén de Subsistencias [Servicio de Mantenimiento ENM]	62
Figura A2-3 Tienda, Sastrería y Almacén Trasero [Servicio de Mantenimiento ENM]	62
Figura A2-4 Almacén de Aprovisionamiento [Servicio de Mantenimiento ENM].....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Ventajas y desventajas de los posibles sistemas a implantar - Elaboración propia [22]	32
Tabla 4-1 Inversión inicial para la implantación de un sistema de códigos de barras - Elaboración propia	49
Tabla 4-2 Estudio del porcentaje de trabajo de control analógico del inventario por operario - Elaboración propia	50
Tabla 4-3 Ahorro medio anual con etiquetado previo - Elaboración propia	51
Tabla 4-4 Balance económico con etiquetado previo - Elaboración propia	51
Tabla 4-5 Ahorro medio anual sin etiquetado previo - Elaboración propia.....	52
Tabla 4-6 Balance económico sin etiquetado previo - Elaboración propia	53

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Wuhan (China), 31 de diciembre de 2019. La oficina de la OMS (Organización Mundial de la Salud) en la República de China encuentra a un grupo de individuos diagnosticados de una extraña neumonía. No se conoce el origen, pero parece que es muy contagiosa. La situación es realmente controvertida. Hay quien defiende que es una gripe normal que no debería preocuparnos. Otros son más alarmantes y advierten de su peligrosidad. Los síntomas no se conocen con certeza. Nadie sabe nada. Autoridades sanitarias de todo el mundo contactan con la OMS en busca de respuestas.

El 4 de enero de 2020 la OMS tuitea (Figura 1-1) que era un brote de neumonía procedente de Wuhan, por ahora, sin muertes asociadas. El día 5 de enero advierte de la peligrosidad de los síntomas respiratorios de la enfermedad. Sin embargo, el mundo todavía no lo toma en serio. Líderes mundiales como Jair Bolsonaro o Boris Johnson afirman que no es más que un pequeño resfriado.



Figura 1-1 Tuit de la *World Health Organization* el 4 de enero de 2020 [1]

Tan solo dos semanas más tarde, los medios de comunicación chinos reportan al mundo entero la primera muerte asociada a esta “insignificante” enfermedad. Esto comienza a parecer algo más serio. A pesar de esto, la vida diaria a nivel mundial parece continuar como si nada estuviese ocurriendo.

Se empieza a conocer más sobre el que ya llaman virus Sars-CoV-2. Se dice que su contagio es casi inevitable si se entra en contacto con un infectado. Continúa al alza el número de muertes.

Casi dos meses más tarde, la enfermedad está descontrolada. El día 13 de marzo el Director General de la OMS afirma que Europa se ha convertido en el epicentro de la pandemia, con más casos y muertes que en el resto del mundo. El día 14 de marzo el Gobierno Central Español aprueba el estado de alarma.

En las siguientes jornadas el Ministro de Sanidad, Salvador Illa, insta a las empresas que tengan *stock* de productos sanitarios a ponerlo en conocimiento del Gobierno. El Gobierno moviliza el 20% del PIB en ayudas. Parece que, además de una crisis sanitaria, va a tener lugar una crisis económica.

A pesar de abrirse una época de grandes crisis, como siempre, se da paso a una época de oportunidades para aquellos que saben orientar sus velas y aprovechar el entorno económico en el que hay que navegar. Es el momento de adaptar todo el proceso productivo, dejando a la tecnología protagonizarlo. El ser humano debe mantenerse aislado, gestionando los procesos desde la distancia.

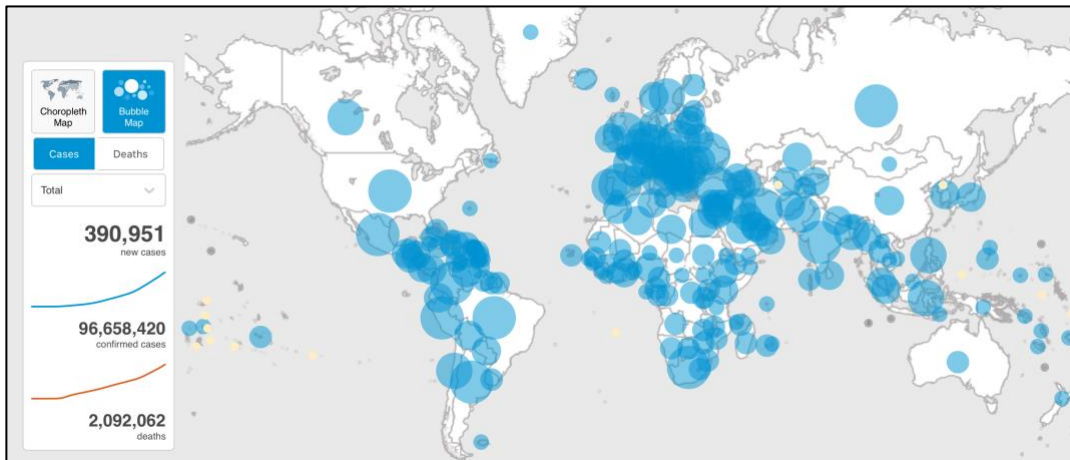


Figura 1-2 Situación mundial de la COVID-19 a 23 de enero de 2021 [2]

En este ámbito, empresas de *delivery* como Amazon¹ o Glovo² han experimentado su máximo auge. En la Figura 1-3 se aprecia como desde la explosión de la pandemia, en marzo del pasado año, se disparan las ventas *online*, frente a las ventas físicas que caen en picado.

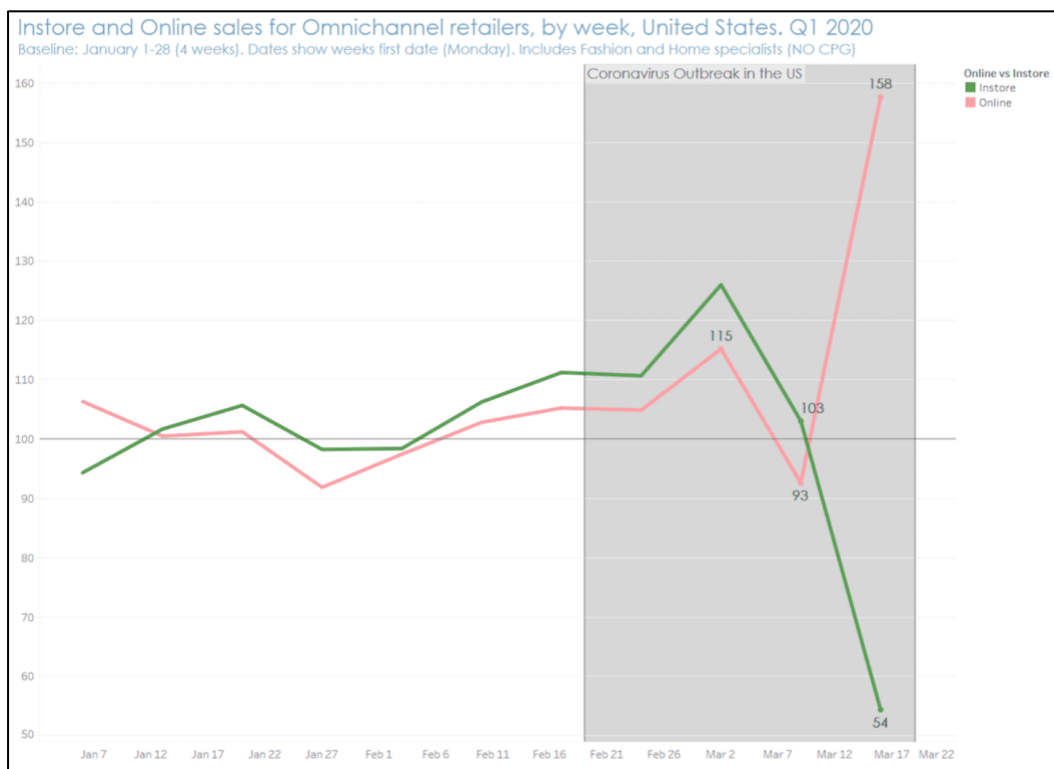


Figura 1-3 Encuesta realizada por la firma estadounidense Criteo sobre ventas físicas y *online* durante los inicios de la pandemia COVID-19 [3]

¹ Empresa a nivel mundial de comercio electrónico, liderada por Jeff Bezos.

² Empresa española dedicada a la compra, recogida y envío de pedidos a través de repartidores independientes conocidos como “glovers”.

La Revolución 4.0 ha de ser asumida por la Armada para mantener su puesto en la vanguardia de la transformación tecnológica. En definitiva, en lo que a este proyecto respecta, el Servicio de Vestuarios, perteneciente al Apoyo a la Fuerza, ha de estar a la altura de esta modernización.

1.2 Motivación

El día 16 de agosto de 2016 ingresé en las Fuerzas Armadas; fue entonces cuando empecé a notar cierta falta de eficiencia en el Servicio de Vestuarios. En el módulo de nuevo ingreso, a algunos aspirantes nos entregaban prendas que parecían antiguas o se encontraban defectuosas. Los motivos por los que tuviesen que entregarnos así estos artículos los desconocía. Probablemente, fuesen tan complejos que, por aquel entonces, no hubiese sido capaz de comprenderlos. Sin embargo, como comúnmente se suele decir, “a los problemas, soluciones”.



Figura 1- Escuela Naval Militar [7]

Dos semanas más tarde, después de pasar un exigente periodo de adaptación a la vida militar, comenzamos lo que constituye nuestra formación técnica como futuros Oficiales de la Armada. Entre las áreas que conforman nuestro plan de estudios, se encuentran las relacionadas con el Grado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Vigo, impartidas por los profesores del CUD (Figura 1-5). En esta línea, y atendiendo al conjunto global de la carrera, me ha surgido un gran interés personal en el ámbito de la Empresa. Todo ello, unido a mi curiosidad sobre qué falla en el Servicio de Vestuarios me llevó, hace unos pocos meses, a proponer este proyecto.



Figura 1-5 Centro Universitario de la Defensa [8]

Todo aquel que haya investigado mínimamente sobre esta cuestión sabe que es un tema muy complicado. Son innumerables las dificultades existentes, entre las que destacan la falta de presupuesto y la complejidad burocrática. Sin embargo, no se debe permitir que estos obstáculos nos hagan variar nuestra derrota y dejemos de proponer soluciones.

Esta misma actitud de cambio es la que impulsó a José Patiño y Rosales³ a promover la renovación de la Armada en la primera mitad del S. XVIII. A comienzos de siglo, la Armada contaba con unos pocos navíos en un estado lamentable, además de un presupuesto mínimo. La situación descrita llevó a

³ Oriundo de Galicia, José Patiño y Rosales nació en Milán en 1666 y se trasladó a la Corte de España en 1708 para el desempeño de diversos cargos públicos. Siendo ministro del Consejo Real de órdenes y caballero de la de Calatrava, fue nombrado para desempeñar la Intendencia militar de la provincia de Extremadura en 1711, y posteriormente obtuvo el cargo de Intendente General de la Marina de España por nombramiento de 28 de enero de 1717, y de Presidente del Tribunal de Contratación, siendo el principal impulsor de la reforma de la Marina de Guerra Española. Falleció en el Real Sitio del San Ildefonso el 3 de noviembre de 1736 [9].

la necesidad de modernización de la Armada, dando lugar a lo que se puede definir como la Armada Española moderna. Tal fue la actitud de renovación, que se produjo una importante elevación de los recursos económicos a tal efecto. Si en el año 1701 la Marina de Guerra manejaba un presupuesto anual de en torno a 900.000 reales, dos décadas más tarde la cifra se elevó hasta los 20.000.000 reales [9]. Es decir, todo cambio debe ir acompañado de un presupuesto acorde si quiere implantarse correctamente.

Volviendo a mi curiosidad del porqué falla en el Sistema de Vestuarios, no he querido dejar que la propuesta se basase en una mera percepción personal. Para evitar esto, he distribuido una encuesta por todos los cuerpos, escalas y emplazamientos de la Armada, con el objeto de conocer las opiniones de los usuarios a nivel global. En la encuesta, cuyos resultados se desarrollan en el punto 4.1.1, se hacen las siguientes preguntas:

1. Marque el emplazamiento de vestuarios al que generalmente acude: Marín, Ferrol, Cartagena, Madrid, Rota, San Fernando o Canarias.
2. ¿Qué grado de satisfacción tiene en cuanto al Servicio de Vestuarios?
3. Cuando va a comprar alguna prenda o zapato al Servicio de Vestuarios, ¿encuentra lo que busca en la talla que le corresponde?
4. ¿Compra ropa de paisano *online*?
5. En caso de conocer el proceso de recomendación de talla online de marcas como Springfield o Zara, responda la siguiente pregunta. En caso de no conocerlo marque "No corresponde". ¿Lo considera útil?
6. En cuanto al Servicio de Vestuarios, ¿preferiría comprar a través de una aplicación online en lugar de físicamente? En la aplicación cada miembro de la Armada contaría con su cuenta personal en la que cargase datos como su altura, peso, complexión física, talla de zapatos, etc. con el objetivo de que la propia aplicación le recomendase que talla comprar.

1.3 Objetivos

Los objetivos del presente Trabajo de Fin de Grado se enmarcan de forma general en el Entorno 4.0 y, más específicamente, en de la pandemia por COVID-19. Por una parte, el Entorno 4.0 nos ofrece tecnologías que permiten el control remoto de los procesos y, como consecuencia, incrementar la eficiencia del potencial humano. Por otra parte, la distancia social impuesta por la COVID-19 nos ha llevado a tener la necesidad de impersonalizar lo máximo posible los procesos, es decir, reducir al máximo el contacto humano en la producción, distribución y entrega de material.

El objetivo fundamental que se persigue con la elaboración de este trabajo es identificar la problemática existente en el proceso de gestión del Servicio de Vestuarios y, como consecuencia de esta identificación, formular propuestas de mejora del proceso de control y suministro de los activos. Todo esto con el objetivo final de que estas propuestas sean implementadas en proyectos posteriores.

Además, como objetivo secundario, se pretende concienciar de la necesidad de implantación en el ámbito del apoyo logístico de un ciclo de mejora continua de los procesos. Esto es así debido a la gran interrelación de este sector con la tecnología.

2 ESTADO DEL ARTE

En el presente apartado se hace un análisis del funcionamiento actual del Servicio de Vestuarios de la Armada Española. A continuación, se presenta la opinión general que tienen los distintos emplazamientos sobre el funcionamiento del actual servicio, que dará pie al desarrollo del proyecto.

Para el estudio del funcionamiento del Servicio en cuestión, se ha mantenido contacto directo con la Subdirección General de Apoyo Logístico (SUBDAT), así como con los emplazamientos distribuidos en el territorio peninsular, principalmente con los emplazamientos de Marín y Rota.

2.1 Organización Jerárquica del Servicio de Vestuarios

En primer lugar, la estructura fundamental de la Armada Española, definida por la Orden DEF/1642/2015, de 30 de julio y desarrollada por la Instrucción 4/2016, de 15 de enero, del Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada [10], es la siguiente:

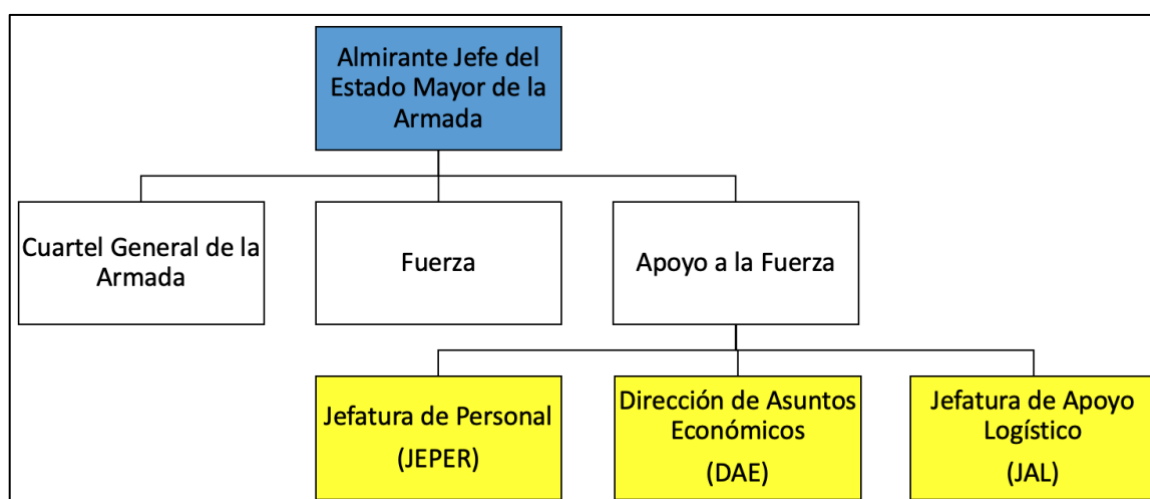


Figura 2-1 Estructura básica de la Armada Española, Apoyo a la Fuerza – Elaboración propia [10]

2.1.1 Cuartel General de la Armada

Ubicado en Madrid, está conformado por los medios materiales y humanos necesarios para que el Almirante Jefe del Estado Mayor de la Armada⁴ pueda ejercer el mando de la misma.

⁴ Desde el Año 2021 ocupa este puesto el Excmo. Señor Almirante General Antonio Martorell Lacave [24].



Figura 2-2 Cuartel General de la Armada [11]

2.1.2 Fuerza

El núcleo básico de la Fuerza Naval para llevar a cabo operaciones militares en cualquier emplazamiento de interés es la Flota, comandada por el Almirante de la Flota⁵.

Este núcleo está constituido por buques de guerra y submarinos, unidades de guerra de minas, unidades aéreas, unidades de guerra naval especial y órganos de mando a flote, que junto a la Fuerza de Infantería de Marina constituyen la capacidad de proyección del poder naval sobre la costa, protección, libertad de acción, apoyo logístico operativo y guerra naval especial, lo que otorga en conjunto a la Fuerza Naval su carácter expedicionario [12].



Figura 2-3 Escudo de la Flota [12]

2.1.3 Apoyo a la Fuerza

Como su propio nombre indica, es el órgano de apoyo a las unidades de la Fuerza. Su función principal es que esta esté capacitada para cumplir con sus cometidos, contando con el personal y el abastecimiento óptimo para el desarrollo de sus misiones. A su vez, esta se subdivide en Jefatura de Personal (JEPER), Dirección de Asuntos Económicos (DAE) y Jefatura de Apoyo Logístico (JAL).

De estas Jefaturas citadas, es la JAL con la que está relacionado directamente este proyecto. Esta está formada por el conjunto de medios necesarios para auxiliar al AJAL en todo lo relacionado con la dirección, gestión, administración y control del Apoyo Logístico en la Armada. El Apoyo Logístico en la Armada hace referencia a la adquisición, al abastecimiento, al mantenimiento, al transporte, al apoyo técnico de la ingeniería, a los sistemas de armas, a las construcciones y, en definitiva, al apoyo en arsenales y bases.

La Jefatura de Apoyo logístico, como se indica en la Figura 2-4 se compone de cuatro direcciones: la Dirección de Ingeniería y Construcciones (DIC), encargada principalmente del futuro de la Armada;

⁵ Este puesto ha sido otorgado el año 2021 Excmo. Señor Almirante Eugenio Díaz del Río Jaudenes [25].

la Dirección de Sostenimiento (DISOS), cuyo cometido es asegurar la operatividad de los recursos de la Armada para permitir el alistamiento de sus unidades; la Dirección de Infraestructura (DIN), la cual dirige el Proceso del Ciclo de Vida de la Infraestructura, ordenación de instalaciones y protección medioambiental; y, por último, la Dirección de Aprovisionamiento y Transportes (DAT), que participa en la gestión del presupuesto de la Armada y en el control del recurso financiero que administra el Almirante de Apoyo Logístico [13] (AJAL)⁶.

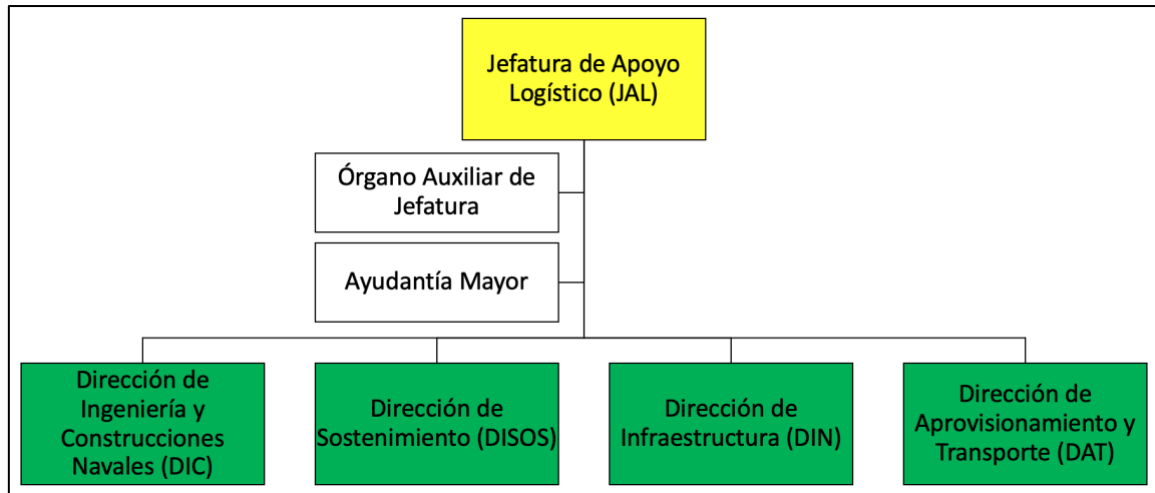


Figura 2-4 Estructura Jefatura de Apoyo Logístico - Elaboración propia [13]

Dentro de la Jefatura de Apoyo Logístico, en la Dirección de Aprovisionamiento y Transporte se encuentra la Sección o Área de Abastecimiento y Transporte. De esta Sección depende directamente el Servicio de Vestuarios de la Armada.

⁶ Desde el año 2020, la JAL esta mandada por el Ecmo. Señor Almirante Aniceto Rosique Nieto. [16]

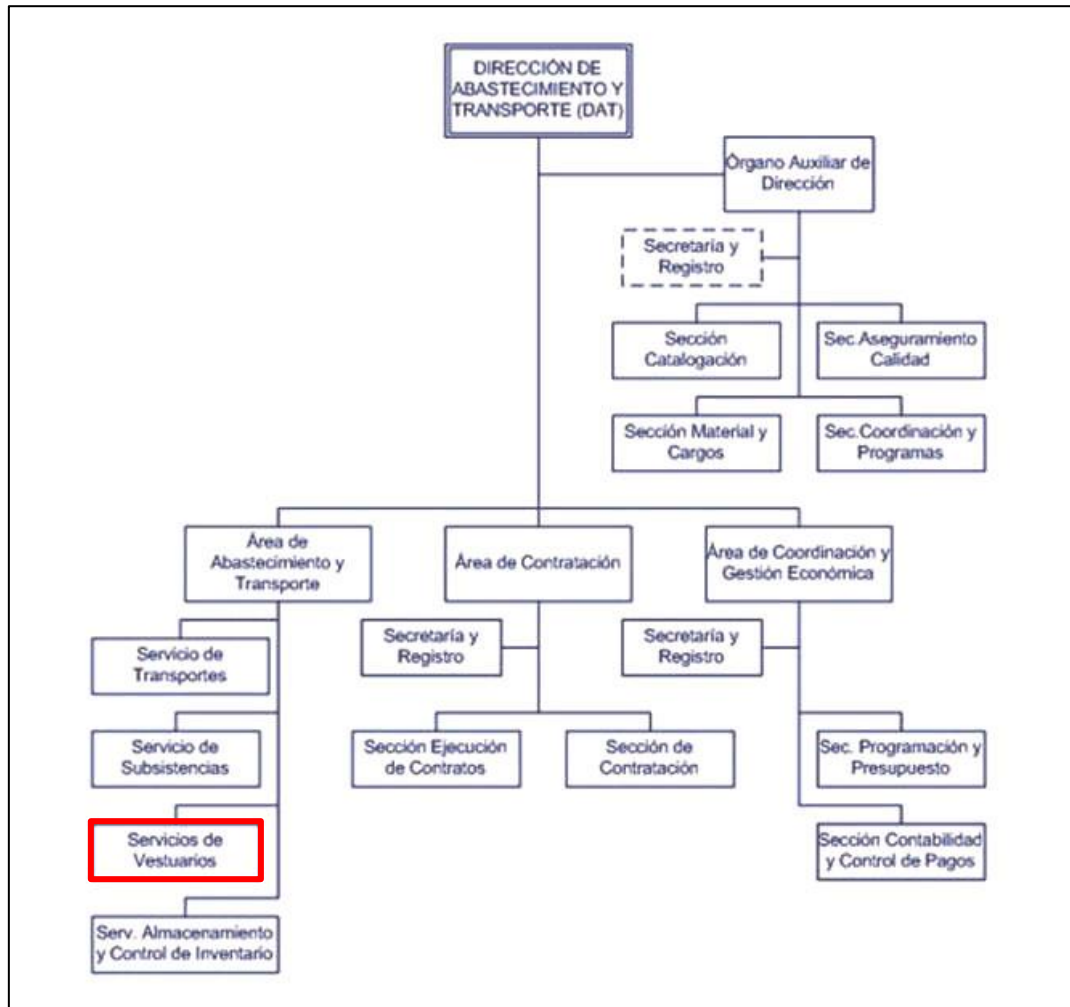


Figura 2-5 Estructura Dirección de Abastecimiento y Transporte [13]

Dicho Servicio de Vestuarios cuenta con siete emplazamientos (Servicios Periféricos) distribuidos en territorio nacional, atendiendo a la aglomeración de personal en función de las principales zonas de destino. Como se indica en la Figura 2-6 estos emplazamientos son los siguientes: Ferrol, Marín, Cartagena, Madrid, Rota, San Fernando, Canarias.



Figura 2-6 Esquema visual de la organización del Servicio de Vestuarios - Elaboración propia

Cabe destacar que cada uno de los emplazamientos tiene capacidad de almacenamiento de inventario. Dicho *stock*, es recibido en los emplazamientos directamente de los proveedores que contrata, previa licitación, la JAL a través de la SUBDAT.

2.2 Gestión Actual del Inventario

2.2.1 Control Centralizado y Gestión Descentralizada

El sistema actual de gestión de inventario en la Armada persigue el principio de “control centralizado y gestión descentralizada”. Con la aplicación SIGMA (Figura 2-7), la SUBDAT ejerce la centralización del control. En dicho programa, cada emplazamiento actualiza analógicamente las cantidades de inventario con las que cuenta en sus almacenes. Además, a través de SIGMA, cada emplazamiento tiene acceso a las existencias de sus paralelos. La gestión descentralizada se consigue con la autonomía de los Servicios Periféricos sobre el *stock* del que disponen en sus almacenes.

En la actualidad, la aplicación SIGMA tiene dos vías de entrada y salida de datos: SIGMA-WEB y SIGMA-RF. La entrada de la información en la primera se realiza manualmente y es la usada en el entorno del Servicio de Vestuarios. La segunda se implementó en el año 2018 y es utilizada actualmente por los almacenes de repuestos de las unidades a flote. Como se puede deducir de su nombre, esta entrada utiliza técnicas de radiofrecuencia para introducir los datos de los activos en la aplicación SIGMA.

Figura 2-7 SIGMA-WEB, Consulta de existencias [Servicio de Vestuarios de la ENM]

Dentro de este término “gestión descentralizada” es importante definir el concepto de “redistribución”. En el momento en el que un emplazamiento sufre una rotura de *stock*, puede solicitar el inventario necesario a cualquiera de sus iguales, siempre que este disponga del mismo. Sin embargo, el solicitado no tiene la obligación de movilizar este inventario. Es decir, el emplazamiento al que se le solicita lo que otro necesita, puede negar la entrega de los artículos alegando futuras necesidades.

2.2.2 Almacén Virtual Único

Como se ha especificado en las últimas líneas del apartado 2.1.3, cada uno de los emplazamientos cuenta con capacidad propia de almacenaje. Es por esto que, por motivos de efectividad, en lugar de un almacén físico de centralización de inventario, siguiendo la doctrina del AJEMA, se sigue el principio de Almacén Virtual Único (Figura 2-8).

En relación con esta idea, se pueden definir los dos objetivos principales que persigue. En primer lugar, cumplir con el principio de “control centralizado y gestión descentralizada”. En segundo lugar, aumentar la efectividad por la proximidad de los emplazamientos a los puntos de aglomeración de personal de la Armada. Además de estos dos objetivos principales, cabe destacar un aspecto primordial, el ahorro de gastos. Ya que, para disponer de un supuesto almacén central con capacidad de almacenamiento de todo el inventario del vestuario de la Armada, existirían dos posibilidades: la subcontratación externa o la internalización de este servicio. La subcontratación queda descartada, ya que al ser un servicio que se debe ofrecer de forma prolongada en el tiempo, supondría un gasto continuado nada interesante. La internalización de este servicio de almacenamiento centralizado, supondría una inversión inicial de capital muy alta. Esta inversión iría asociada principalmente a la infraestructura necesaria, que de forma resumida debería contar con un gran almacén industrial, así como todos los sistemas tecnológicos asociados para la gestión del mismo (sistemas de estanterías, trans-elevadores, trans-paletas, amplia red de Radio Frecuencia para el control del inventario, etc.).

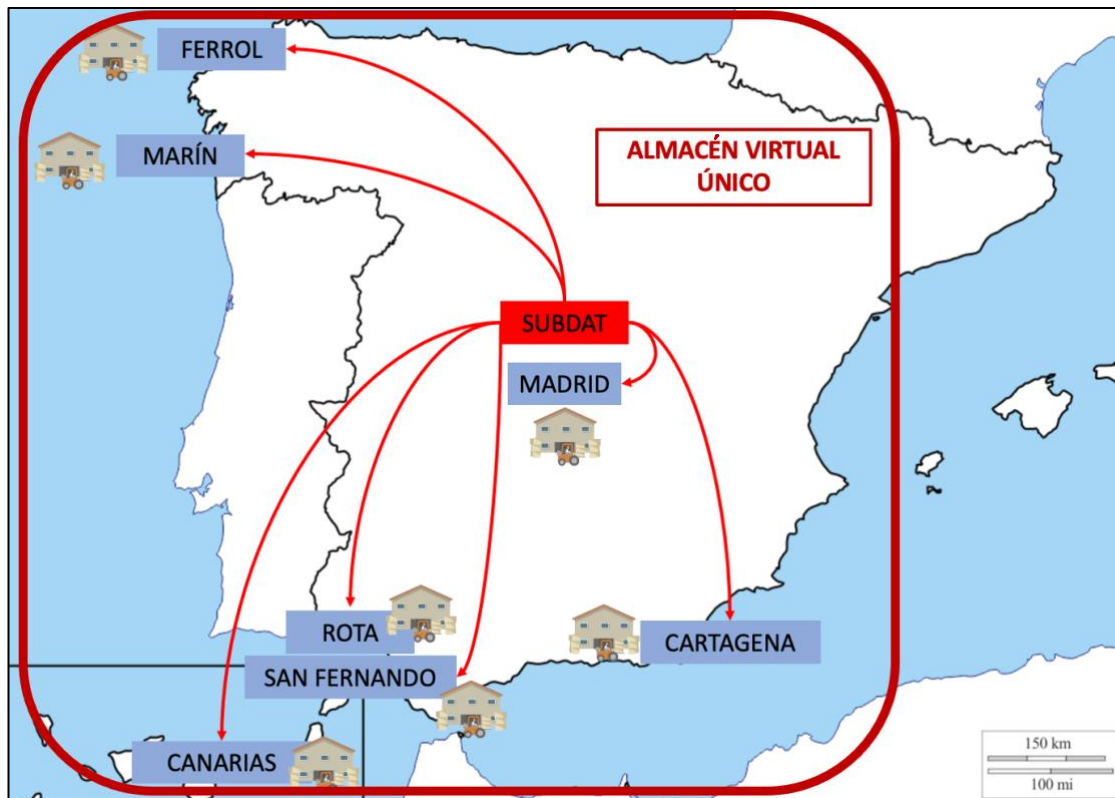


Figura 2-8 Almacén Virtual Único - Elaboración propia

2.2.3 Previsión y Compra del Inventario

En la Figura 2-9 se plasma mediante un diagrama de flujo de proceso el funcionamiento básico de la previsión y la compra del *stock*. Como ya se ha mencionado en el apartado 2.2.1, cada emplazamiento cuenta con autonomía de gestión del *stock* del que dispone en sus almacenes. Es por esto que periódicamente cada uno de los emplazamientos informa de sus necesidades a la SUBDAT. Este periodo, en el caso de los emplazamientos de los que dependen las academias, suele coincidir con el tiempo entre las recepciones de las distintas promociones de alumnos de nuevo ingreso. Por ejemplo, el emplazamiento de Marín, del cual depende la ENM (Escuela Naval Militar), envía su previsión a un año vista; sin embargo, el emplazamiento de Ferrol, del que dependen ciertas academias de marinería a las que se incorporan promociones cada seis meses, comunica sus necesidades con dichos meses de antelación. Los emplazamientos de los cuales no dependen academias (Madrid, Rota y Canarias), tienen la costumbre de informar de sus necesidades con un año de antelación, ya que es lo que suele tardar la recepción del pedido una vez se firma el contrato con el proveedor, o bien cuando les solicita la información la SUBDAT.

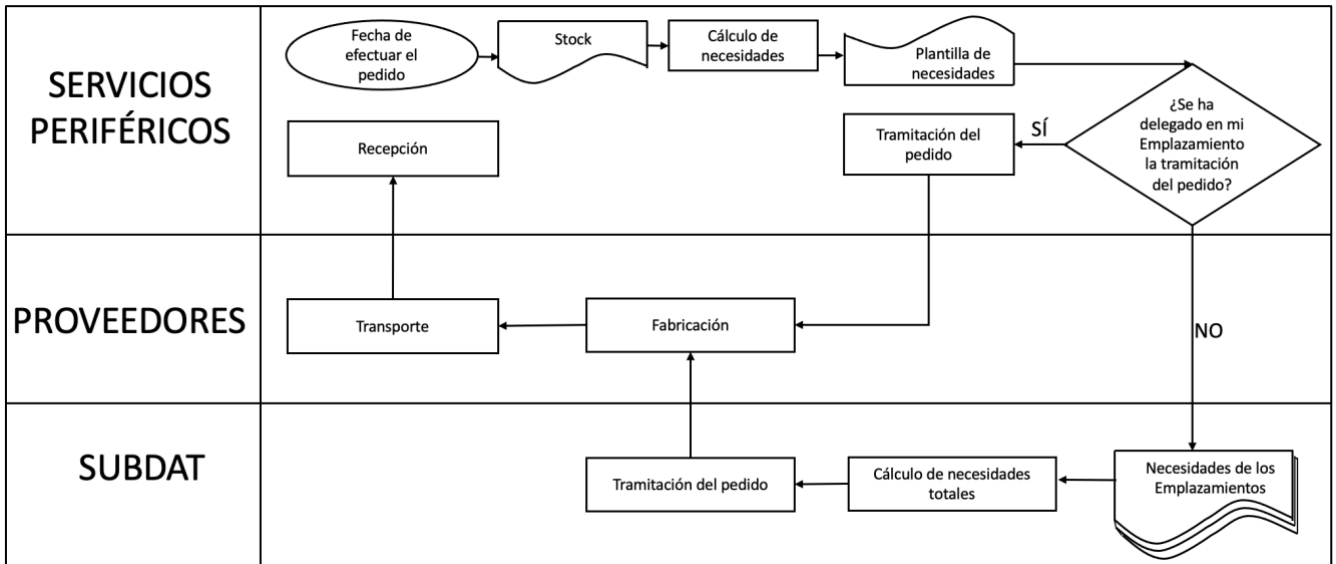


Figura 2-9 Diagrama de proceso de la previsión y la compra del Inventario - Elaboración propia

Por otra parte, existen ciertos artículos propios de cada emplazamiento (por ejemplo, botas enterizas en el Servicio Periférico de Marín) que se gestionan mediante contratos locales, cumpliendo con lo reflejado en la Ley de Contratación del Sector Público [14]. Son estos emplazamientos los únicos que pueden gestionar la adquisición de dichos artículos, si se delega en ellos la misma.

La previsión de necesidades se calcula basándose en los consumos del periodo en curso, entendiendo esto como el periodo de tiempo entre el envío del informe de necesidades a la SUBDAT y la recepción del inventario. Sin embargo, al no conocer ni la cantidad de personal ni las tallas de sus integrantes, se hace una previsión a priori de la cantidad de cada talla que se necesitará.

ANEXO I DEL PPT. Madrid 20-02-2019							
LOTE I - UNIFORME DIARIO Y TRABAJO							
NO	NOMBRE DEL ARTÍCULO	ETV/FICHA	PRECIO UNIDAD DE ENTREGA S/IVA	CANTIDAD	TOTAL S/IVA	TOTAL CON IVA	OBSERVACIONES
1	UNIFORME DIARIO AZUL OFI/SUB MASCULINO (AMERICANA Y PANTALON)	043 09ª R / 450 0ª R	137,50 €	105	2.992,50 €	3.620,93 €	44C6/5 - 46C6/10 - 48C6/5 - 50C6/5 44R6/10 - 46R6/10 - 48R6/10 - 50R6/10 - 52R6/10 46L6/5 - 48L6/5 - 50L6/10 46A6/5 - 48A6/5
2	UNIFORME DIARIO AZUL OFI/SUB FEMENINO (AMERICANA Y PANTALON)	200 03ª R / 450 0ª R	137,50 €	40	5.500,00 €	6.655,00 €	36R/10 - 38R/10 - 40R/5 - 42R/5 - 44R/10
3	UNIFORME DIARIO AZUL OFI/SUB FEMENINO (AMERICANA, PANTALON Y FALDA)	200 03ª R / 450 0ª R	169,40 €	0	- €	- €	
4	UNIFORME DIARIO AZUL MTMP MARINERÍA MASCULINO (MARINERÍA Y PANTALON)	142 5ª R / 450 0ª R	77,00 €	0	- €	- €	
5	UNIFORME DIARIO AZUL MARINERÍA FEMENINO (MARINERÍA Y PANTALON)	142 5ª R / 450 0ª R	77,00 €	0	- €	- €	
6	UNIFORME DIARIO AZUL MARINERÍA FEMENINO (MARINERÍA PANTALON Y FALDA)	142 5ª R / 450 0ª R	108,90 €	0	- €	- €	
7	UNIFORME FRANJAS IPM OFI/SUB MASCULINO (GUERRERA Y PANTALON)	085 06ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	163,90 €	0	- €	- €	
8	UNIFORME FRANJAS IPM OFI/SUB FEMENINO (GUERRERA, PANTALON)	206 04ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	163,90 €	0	- €	- €	
9	UNIFORME FRANJAS IPM OFI/SUB FEMENINO (GUERRERA, PANTALON Y FALDA)	206 04ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	199,10 €	0	- €	- €	
10	UNIFORME FRANJAS IPM TROPA MASCULINO (GUERRERA Y PANTALON)	063 06ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	163,90 €	0	- €	- €	
11	UNIFORME FRANJAS IPM TROPA FEMENINO (GUERRERA, PANTALON)	202 04ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	163,90 €	0	- €	- €	
12	UNIFORME FRANJAS IPM TROPA FEMENINO (GUERRERA, PANTALON Y FALDA)	202 04ª R / 143 0ª R / 230 01ª R	199,10 €	0	- €	- €	
13	UNIFORME DIARIO BLANCO OFI/SUB MASCULINO (GUERRERA Y PANTALON)	047 09ª R / 145 0ª R	137,50 €	155	21.312,50 €	25.788,13 €	44C6/5 - 46C6/10 - 48C6/10 - 50C6/10 - 52C6/5 44R6/10 - 46R6/30 48L6/20 - 50L6/20 - 52L6/20 - 54L6/5 46L6/10 -
14	UNIFORME DIARIO BLANCO OFI/SUB FEMENINO (GUERRERA, PANTALON Y FALDA)	/ 201 03ª R / 145 0ª R	169,45 €	0	- €	- €	
15	UNIFORME DIARIO BLANCO OFI/SUB FEMENINO (GUERRERA Y PANTALON)	/ 201 03ª R / 145 0ª R	137,50 €	89	12.237,50 €	14.807,38 €	36R/20 - 38R/20 - 40R/5 - 42R/5 - 44R/5 - 46R/2 - 48R/2 36L/10 - 38L/10 - 40L/5 - 42L/5

Figura 2-10 Extracto de la plantilla de necesidades del Servicio de Vestuarios de Marín en el año 2021 [Servicio de Vestuarios ENM]

Esta previsión la envía cada Servicio Periférico a la SUBDAT. Al estar la fabricación externalizada, dicha Subdirección, en base a las existencias actualizadas en SIGMA-WEB (2.2.1), contrata bajo pedido a los proveedores las cantidades solicitadas, siempre y cuando lo permitan los recursos económicos.

2.2.4 Distribución

Actualmente existen dos modos de distribución de los artículos a los usuarios. Se puede realizar la compra física tradicional o, aunque aún no esté generalizado su uso, también se puede comprar a través de la Tienda Virtual mediante el Portal de Personal, accediendo desde la Intranet de Defensa.

2.2.4.1 Recogida en el Punto de Venta de los Servicios Periféricos

Es el método más habitual. Consiste en el tipo de compra tradicional en el que el consumidor acude al punto de venta físicamente a comprar los artículos.

Este sistema cuenta con la ventaja de poder ver los artículos físicamente antes de comprarlos. Sin embargo, en base a los comentarios de los usuarios dejados en la Encuesta 4.1.1, de Análisis del grado de satisfacción de los miembros de la Armada con el Servicio de Vestuarios, cuenta con otras desventajas asociadas al servicio: cortos periodos de apertura en horario de trabajo o personal que no encuentra lo que busca y tiene que volver en repetidas ocasiones. Estas desventajas dan lugar a la pérdida de horas hombre en sus respectivas unidades, provocando una caída de la productividad en las horas de trabajo consumidas.

2.2.4.2 Servicio de Distribución a través del Portal de Personal

La información expuesta en el presente punto ha sido obtenida de [15]. La compra a través del Portal de Personal persigue evitar desplazamientos innecesarios de los usuarios para adquirir las prendas de su interés y aligerar los procedimientos de entrega de las tiendas.

Tallas y Cantidades - Puntos disponibles: 30,35		
Prenda - Puntos	Talla	Cantidad
1 ALBORNOZ VERDE (18,50 puntos)	332021805 - ALBORNOZ VD T-44/46	1
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Canjea: 18,50 puntos

Autorizar Rechazar Volver

Figura 2-11 Adquisición por canje de puntos [15]

El proceso se inicia con una solicitud de canje o compra de prendas mediante el Portal de Vestuarios. Una vez que el solicitante ha cumplimentado todos los datos y dado su conformidad, la solicitud queda a disposición del almacén para que inicie su tramitación.

Es importante mencionar que aún no está disponible la adquisición de los artículos para su envío.

2.2.4.3 Sistema de Reposición de Vestuario por Puntos

Se está a la espera de la activación del presente sistema. Está gestionado mediante el Portal de Personal y la aplicación logística SIGMA WEB. Tiene como objetivo regular la gestión del módulo de reposición de vestuario de trabajo por puntos, para facilitar la adquisición y suministro de las prendas básicas que compone el uniforme de trabajo del personal de la Armada.

Para vertebrar dicho sistema se ha definido un módulo de diez prendas (susceptibles de modificación). Para lo cual se ha dispuesto asignar, a cada miembro de la Armada en activo o en reserva con destino, una cantidad de cincuenta puntos anuales, que servirán para canjearlos por las prendas que se elijan del módulo definido, en función de los puntos atribuidos a cada una de ellas.

El criterio establecido es que el valor en euros de cada prenda que figure en SIGMA WEB equivalga a los puntos asignados para su adquisición, de modo que cada interesado elija lo que desee hasta completar sus cincuenta puntos asignados.

En caso de no usarse la totalidad de dichos puntos, estos serán acumulables a los cincuenta puntos del año inmediatamente siguiente, caducando si no se consumen en ese año.

Puntos máximos por año	
2016:	40,00
2017:	50,00
2018:	50,00
2019:	50,00
2020:	

Figura 2-12 Canje de puntos [15]

El procedimiento de solicitud se realizará mediante el acceso al Portal de Personal y, desde la pestaña de “Vestuarios”, se enlazará con la aplicación “SIGMA”, donde se muestra el módulo de reposición de ropa de trabajo y el almacén donde recogerlas (que es por defecto el del destino del usuario).

Recibidas las peticiones por el almacén, este confirma el pedido o lo rechaza (por diversos motivos) y procede, en su caso, a la entrega. Finalmente, se envía un aviso al interesado para que lo recoja en un plazo no superior a quince días.

2.2.5 Gestión de Almacenes

Además de tener en cuenta los tipos de adquisición vigentes en este preciso momento, es digna de estudio la gestión actual de los almacenes de este gran Almacén Virtual Único.

En los almacenes de cada uno de los Servicios Periféricos se realizan dos tipos principales de trabajo: de gestión analógica y de almacén.

Los trabajos de gestión analógica hacen referencia al control del inventario. A su vez, estos se pueden clasificar en función de las siguientes situaciones:

- **Recepción de mercancía:** se debe dar entrada, por tallas, a todos los artículos a SIGMA WEB y registrar dónde están almacenados.
- **Redistribución (2.2.1):** se debe dar salida, por tallas y a todos los artículos a redistribuir, en SIGMA WEB.
- **Distribución:** se pueden diferenciar dos clases. En ambas se apuntan manualmente los datos en una lista y posteriormente se introducen los datos en la aplicación.
 - **Venta:** es una gestión rápida que consiste en dar salida a los artículos en SIGMA WEB una vez han sido entregados al consumidor.
 - **Distribución con cargo a Hacienda:** se debe ejecutar la operación de cargo a Hacienda y dar salida a los activos en SIGMA WEB.

Los trabajos de almacén son todos aquellos relacionados con el movimiento de mercancías dentro de estos espacios.

2.3 Situación de los Servicios Periféricos

Según la información aportada por distintos emplazamientos, se procede a exponer el análisis en cuanto a su visión del sistema actual de gestión. Estos Servicios Periféricos encuentran principalmente los siguientes problemas en todos los emplazamientos:

- Como se ha mencionado en el punto 2.2.3, los emplazamientos informan de sus necesidades de inventario cada cierto periodo de tiempo. La longitud de estos periodos (de 6 a 12 meses) hace que los pedidos sean desmesurados, incluyendo una tasa de error acorde al tamaño del pedido.

Se pone como ejemplo el caso de los pantalones azules de régimen interior en la ENM. Según informa el personal del Servicio de Vestuarios de Marín, en la previsión piden una media de tres tallas de pantalón por cada aspirante que ingrese el próximo curso. Cabe destacar que, al hacer la previsión con tantos meses de antelación, ni siquiera se sabe la cantidad de aspirantes que ingresarán en el ciclo siguiente. Todo esto da lugar a acumulación del *stock* de las tallas menos comunes, que terminan por quedar obsoletas, y posibles roturas de *stock* por no tener tallas suficientes del artículo en cuestión, lo que se traduce en un malgasto del recurso presupuestario.

- Ciertos emplazamientos cuentan con artículos exclusivos de su Servicio, ya que no todas las unidades que dependen de ellos tienen las mismas necesidades de vestuarios. La adquisición de estos artículos se puede gestionar mediante contratos locales (uniforme de Catorce Botones para Aspirantes y Guardia Marinas en la ENM, entre otros) o centralizando su compra mediante el proceso habitual (por ejemplo, las botas enterizas en la ENM), a través de la SUBDAT, ralentizando el proceso.
- Escasez de personal para la gestión de almacenes, lo que ralentiza el proceso de distribución de los activos. Apoyo a la Fuerza

3 DESARROLLO DEL TFG

En el documento “Concepto de Apoyo Logístico” (CONLOG), aprobado por el AJEMA el 5 de julio de 2017 [16], se establecen las líneas generales de actuación, así como los principios que determinarán la derrota hacia el nuevo concepto de apoyo logístico, el “Apoyo Logístico 4.0”.

En el presente apartado, se exponen los conceptos teóricos que sustentan las posteriores propuestas de mejora a la problemática existente en el Servicio de Vestuarios de la Armada Española. Las propuestas estarán subordinadas a las directrices detalladas en [17]. Se destacan las siguientes:

- **Directriz 34:** se maximizará la integración entre las aplicaciones logísticas de aprovisionamiento, así como con las aplicaciones de mantenimiento existentes, que permita la gestión integral del apoyo logístico, garantice la continuidad de los procesos logísticos y simplifique la toma de decisiones.
- **Directriz 35:** se consolidará la gestión integral del inventario alcanzada tras la implantación del Almacén Virtual único (2.2.2), [...] incorporando las ventajas del desarrollo tecnológico y la profusión de la información digital compartida, y potenciando el intercambio de información con las aplicaciones que sean necesarias.
- **Directriz 36:** se continuará potenciando el uso del comercio electrónico, ampliándolo a todos los tipos de material, formalizando nuevos contratos de suministro bajo procedimientos electrónicos, y minimizando el almacenamiento y la distribución de estos materiales por el Segundo Escalón de Aprovisionamiento.

3.1 Marco Teórico

Teniendo en cuenta que el sector de la logística, ya sea en el ámbito militar o en el civil, está extremadamente ligado a la evolución tecnológica, se debe mantener un constante ciclo de mejora. Un ciclo de mejora que persiga la excelencia en la gestión a través de la adaptación continua al entorno, a sus requerimientos de calidad y a sus necesidades.

Debido a la mejora continua que debe tener lugar en este Servicio, se decide utilizar la metodología del Ciclo de Mejora de Procesos (CMP) para resolver la problemática existente, siguiendo los fundamentos que plantea en cuanto a la organización y a los sistemas de la información con los que cuenta. En el presente apartado se procede a desarrollar el modelo escogido.

3.1.1 Ciclo de Mejora de Procesos de Negocios (CMP)

Los profesores José María Berenguer y Juan Antonio Ramos-Yzquierdo de la Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Navarra, desarrollaron en el año 2004 Ciclo de Mejora

de Procesos de Negocios (CMP) [18]. El objeto de este método es la resolución de problemas mediante el diseño/rediseño de procesos de negocio.

El ciclo de mejora se basa en el modelo DMAIC de *Six Sigma* (desarrollado en el punto 3.1.1.1), y plantea ocho fases, tal y como se muestra en la Figura 3-1. Dichas fases son las siguientes:

1. **Sensibilización**, en la que se prepara la situación de cambio favorable hacia el nuevo arquetipo de organización de procesos.
2. **Identificación**, detallando el proceso que se debería mejorar en vista a la estrategia de la empresa.
3. **Planificación**, debiendo concretar cuál es el proyecto de mejora de los procesos detallados en la fase anterior.
4. **Análisis**, es decir, recopilar, sistematizar, evaluar y documentar las ineficiencias del proceso elegido, sus causas y sus posibles soluciones.
5. **Diseño**, en la que los requisitos de mejora del proceso se transforman en especificaciones funcionales de un nuevo proceso, es decir, se mejoran los procedimientos.
6. **Implantación**, en la que se pone a prueba la solución diseñada.
7. **Control**, en la que se mide la calidad del proceso implementado.
8. **Capacitación**, que consiste en adquirir las competencias que, mediante la repetición del ciclo, garantizan la solidificación de una nueva cultura de procesos.

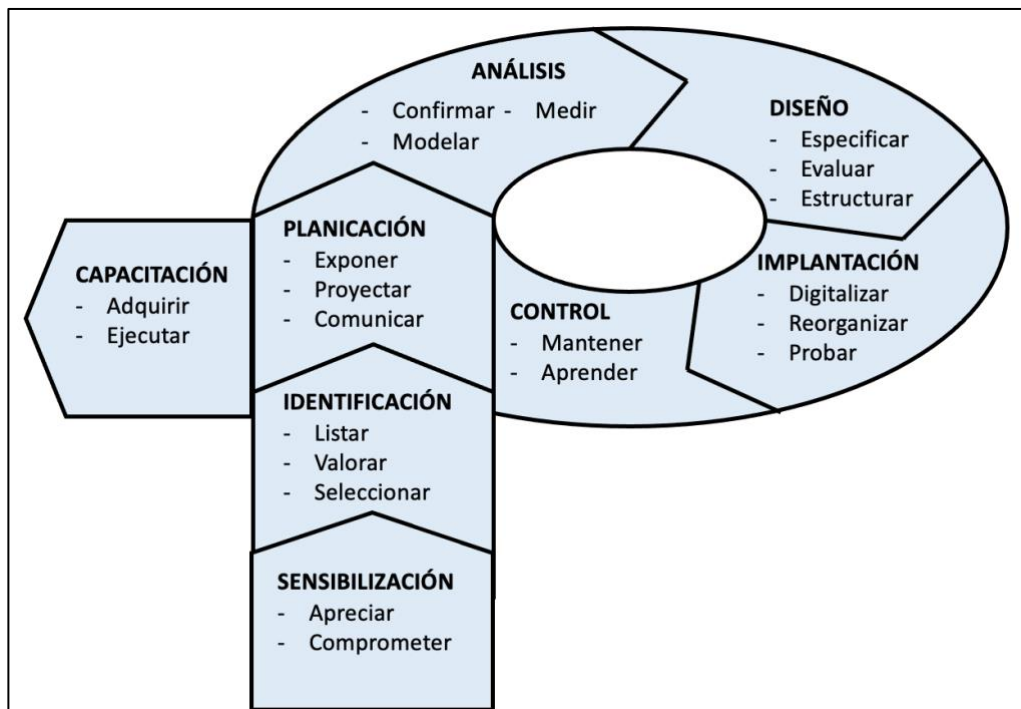


Figura 3-1 Ciclo de Mejora de Procesos de Negocio - Elaboración propia [18]

El objeto del modelo presentado es promover una innovadora cultura de gestión en las empresas, mediante la motivación del uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y el diseño de modelos de negocio más competitivos y eficientes. En definitiva, se puede concluir que:

- La capacidad de una empresa u organismo de gestión para mejorar su calidad depende totalmente de un apropiado diseño de los procesos.
- El proceso de mejora consiste en eliminar las deficiencias, aumentar la eficacia de los recursos y la capacidad para reducir los tiempos de respuesta, incrementando así la productividad.

En su origen, el Ciclo de Mejora de Procesos de Negocios (CMP) no hizo más que insistir en los principios del *Lean Management*, que buscan la eficiencia del proceso para producir más con menos.

3.1.1.1 El Modelo DMAIC de Six Sigma

En el presente apartado se exponen los conceptos de *Six Sigma* de la mano de su metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), en los que se basa el Ciclo de Mejora de Procesos de Negocios (CMP).

Los principios y herramientas de la metodología *Six Sigma* están fielmente asociados al movimiento *lean* de mejora continua. Entre estos principios se pueden destacar los siguientes: enfoque al cliente, centrado en el proceso, metodología para proyectos y robustez de los procesos eliminando la variación.

Para la aplicación de estos principios, *Six Sigma* emplea múltiples herramientas con distintas finalidades, entre las que se pueden concretar las herramientas para la selección y priorización (matrices, diagramas de Pareto), para mejora de procesos (creatividad, procesos robustos) y las utilizadas para análisis de datos (instrumentos estadísticos y de representación gráfica, análisis de correlación y regresión) entre muchas otras.

Recientemente los conceptos de *Six Sigma* se han convertido en la forma común para identificar y resolver los problemas de diseño y operacionales asociados a los procesos. Esta filosofía de análisis y mejora utiliza básicamente dos metodologías:

- En primer lugar, la propia metodología DMAIC, utilizada para mejorar los procesos existentes en una organización.
- La segunda metodología, conocida como DFSS (*Define for Six Sigma*), también definida como DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar) por las cinco fases que la componen, es utilizada cuando se quiere diseñar un proceso innovador para introducirlo en una organización, con el objetivo de que soporte las técnicas de *Six Sigma*.

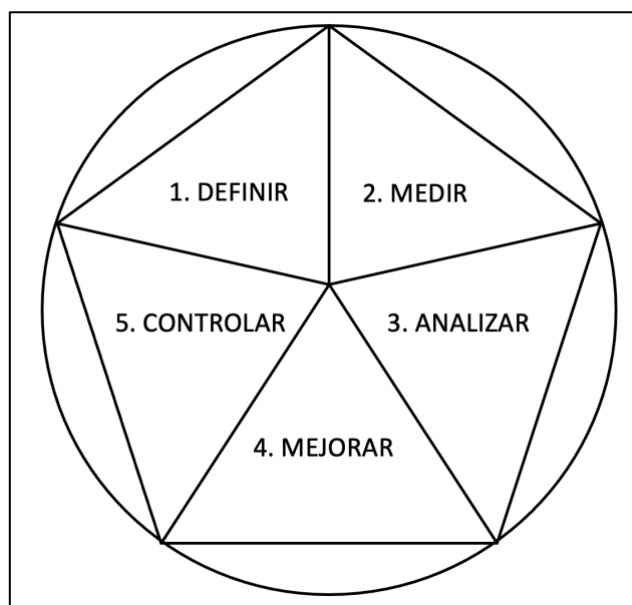


Figura 3-2 Etapas de la metodología DMAIC - Elaboración propia

El modelo DMAIC, tal y como se muestra en la Figura 3-2, se compone de cinco fases:

1. **Definir:** la metodología se inicia concretando el problema. Se deben establecer las características que modelan el comportamiento del proceso.

2. **Medir:** cuando ya se ha definido el problema, se deben concretar las características que determinan el funcionamiento del proceso. Para esto es necesario perfilar y orientar el ámbito de mejora, así como los requisitos y las características del proceso que se consideran como clave (variables de desempeño), y qué parámetros son determinantes para la mejora del mismo (variables de entrada). Además, para desarrollar esta fase es necesario recoger información sobre el funcionamiento actual del sistema.
3. **Analizar:** el objetivo de esta etapa es determinar las causas de los problemas definidos mediante el análisis de la información recogida en la etapa predecesora. A través de la estructuración de un plan de mejoras potenciales, se desarrollan y validan las hipótesis de las causas raíces.
4. **Mejorar:** una vez se demuestra que el problema no es un evento aleatorio, se deben buscar posibles soluciones. Se desarrollan ideas para solucionar las causas de los problemas identificados, se prueban las soluciones y se miden los resultados.
5. **Controlar:** finalmente, una vez aplicadas las soluciones, se necesita establecer las medidas necesarias para asegurar que el buen funcionamiento del proceso pueda mantenerse en el tiempo. Para asegurar este mantenimiento en el tiempo, se debe diseñar e implementar una estrategia de control. En definitiva, se deben establecer medidas estándar que aseguren el mantenimiento del correcto desempeño de los procesos y corregir problemas a medida que se presenten.

3.1.2 Modelos de Inventario

En base a lo impartido en la asignatura de Fundamentos de la Organización de Empresas [19], se presentan los dos modelos de inventario en los que se sustentará la propuesta para la gestión del *stock* de vestuarios.

3.1.2.1 Modelo de la Cantidad Económica de Pedido (EOQ)

El Modelo de Cantidad Económica del Pedido (EOQ) es aplicable a tipos de demanda independiente de cantidad fija.

Aunque la fórmula básica fue planteada en 1913 por Ford Whitan Harris, no fue hasta el año 1934 cuando el consultor R.H. Wilson desarrolló el modelo completo. Este se basa en el cálculo de un lote económico de pedido, llamado EOQ (*Economic Order of Quantity*), es decir, la determinación de un lote de pedido que minimice el cómputo de los costes de adquisición, almacenaje y emisión del pedido. A pesar de que fue enunciado hace más de ochenta años y de las hipótesis teóricas en las que se sustenta, sirve de referencia o punto de partida.

Como ya se ha mencionado, el Modelo de Cantidad Económica de Pedido se basa en una serie de hipótesis, recogidas a continuación:

- Demanda continua, es decir, que la tasa de consumo es constante.
- El plazo de entrega (tiempo transcurrido desde la emisión del pedido hasta su recepción en almacén) es constante.
- La recepción de la mercancía es instantánea.
- Los precios se mantienen constantes, los costes no varían con el tiempo.
- No existen descuentos por cantidad.
- No se permiten roturas de inventario, se hacen los pedidos en el momento adecuado.

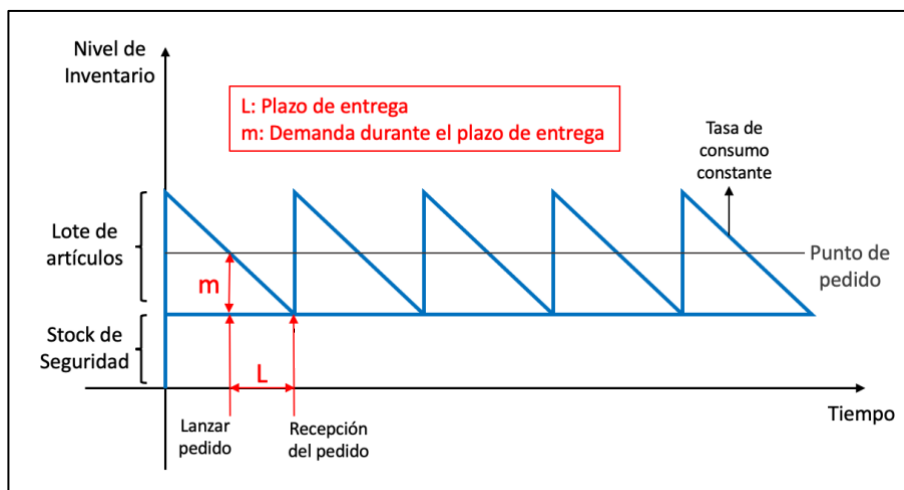


Figura 3-3 Modelo de Cantidad Económica del Pedido - Elaboración propia

A partir de estas hipótesis, el modelo propone la revisión continua el inventario y cuando baja hasta un Punto de Pedido (PP), se pide una cantidad fija de inventario (Q).

La cantidad económica del lote de artículos, se calcula mediante la Fórmula de Wilson. Esta fórmula se obtiene de derivar la suma de los costes totales respecto al lote de pedido (Q) e igualarla a cero (Figura 3-4).

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times CE}{r \times c}}$$

D: demanda anual
 CE: Coste de Emisión del pedido
 r: coste anual de mantenimiento (% sobre cada € en stock)
 c: coste de adquisición

Figura 3-4 Fórmula de Wilson [19]

3.1.2.2 Modelo de Periodo Fijo o de Revisión Periódica

El Modelo de Periodo Fijo o Revisión Periódica (R) con Nivel de Inventario (S), es aplicable a tipos de demanda independiente y, como su propio nombre indica, de periodo fijo.

Este modelo propone la revisión del inventario a intervalos de tiempos fijos, realizando en este momento de revisión el pedido en función de la demanda durante el periodo inmediatamente anterior. Es decir, en cada periodo se pide una cantidad suficiente de artículos para elevar el *stock* disponible hasta un nivel de *stock* predeterminado “S”. La determinación del nivel de inventario necesario se establece en función del nivel de servicio que se quiere dar al cliente.

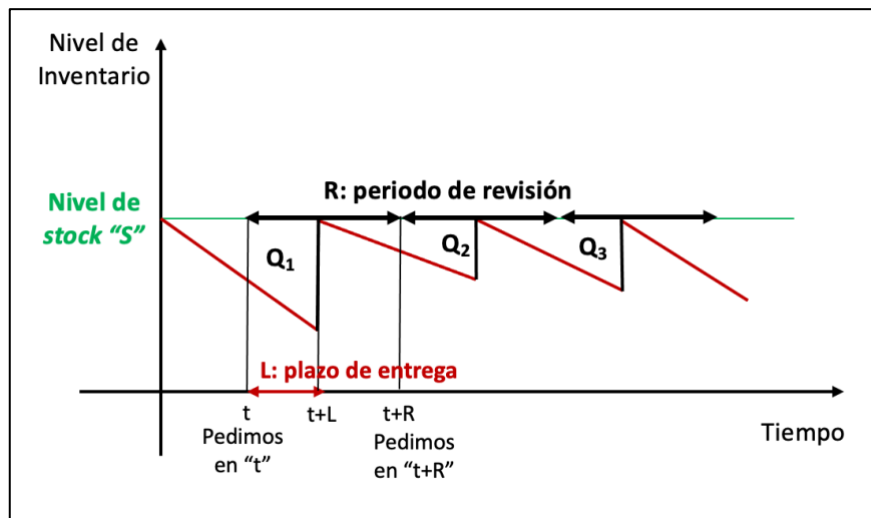


Figura 3-5 Sistema de Período Fijo o Revisión Periódica – Elaboración Propia

3.1.3 Previsión de la Demanda

La previsión de la demanda es el proceso de planificación comercial que puede definirse como el conjunto de actividades destinadas a proporcionar estimaciones cuantitativas o cualitativas de las ventas futuras de la empresa (en nuestro caso, el Servicio de Vestuarios de la Armada Española) con objeto de ser utilizadas en los procesos de decisión y planificación desarrollados por esta [19].

La previsión de estas necesidades debe realizarse tanto mediante técnicas cuantitativas (basadas en modelos matemáticos) como aplicando previsiones cualitativas (decisiones del mando en base a la experiencia).

Teniendo en cuenta la previsión cuantitativa, el diseño de un modelo de cálculo de previsión de la demanda requiere de datos. Mediante estos datos se podrá comprobar el comportamiento de la demanda de cada artículo. En función de estos datos se pueden clasificar como:

- **Modelos de series temporales:** que utilizan la secuencia cronológica de los datos de la demanda pasada para intuir la futura. A partir de estas secuencias se tienen en cuenta la tendencia, que consiste en la evolución constante de la demanda a largo plazo, y la estacionalidad, que hace referencia a las oscilaciones periódicas. Finalmente, también afectan las variaciones irregulares que, al ser imprevisibles, no se pueden tener en cuenta.
- **Modelos causales:** basados en el comportamiento de la demanda con respecto a factores externos, lo que se define como relaciones causa-efecto.

3.1.3.1 Tipos de Demanda

En función de la relación que guardan los artículos se definen dos tipos de demanda: dependiente e independiente.

La demanda independiente se refiere a aquellos artículos que no guardan relación entre sí. Sin embargo, el tipo de demanda dependiente hace referencia a la necesidad de un artículo como consecuencia directa de la necesidad existente de otro artículo de mayor nivel [20].

3.1.3.2 Plazos de Previsión de la Demanda

Se distinguen tres horizontes temporales de previsión: largo, medio y corto plazo. Por una parte, las previsiones a medio y largo plazo tratan de asuntos más extensos asociados a la planificación a largo plazo (productos, almacenes de distribución). Por otra parte, las previsiones a corto plazo se utilizan para definir los planes de acción a corto plazo, por lo que emplean metodologías diferentes, más exactas que las empleadas a largo plazo [19].

3.2 Trazabilidad de los Activos

En la logística civil, algunos expertos estiman que el 30% del inventario en la cadena de aprovisionamiento corresponde a *stocks* que existen debido a que la información sobre la demanda y el abastecimiento no es precisa ni está actualizada en tiempo real [21].

Antes de adentrarse en el estudio de las tecnologías existentes de apoyo a la cadena de suministro, es importante entender el objetivo de cualquier almacén. En una operación eficiente y efectiva de un almacén debe minimizarse el coste de movimiento de los activos para así maximizar el uso efectivo del personal y del espacio. Este objetivo se consigue manteniendo el mayor grado de control sobre la trazabilidad de los productos.

La RAE (Real Academia Española) define la trazabilidad en la primera de sus acepciones como la “posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo”.

En el mercado existen multitud de sistemas de control del inventario. Entre ellos, los más utilizados actualmente son dos. En primer lugar, los sistemas de identificación de productos mediante códigos de barras. Estos se basan en la captura de información de los productos mediante un, valga la redundancia, código de líneas y espacios. En segundo lugar, la identificación y control de los ítems mediante radiofrecuencia. Este sistema está conquistando los mercados por la precisión en tiempo real con la que se puede ejercer el control del *stock*.

El sistema de código de barras cuenta con una etiqueta electrónica fijada a los productos que proporciona los datos grabados previamente (origen, destino, tipo de producto, información de factura, etc.) en el momento de identificar el artículo. Incluye por lo tanto una mejora a la trazabilidad frente a la gestión analógica de los *stocks*. Como resultado, esta tecnología de captura de información en los procesos logísticos es considerada una de las más usadas a nivel mundial por su facilidad de implantación y su bajo coste.

Sin embargo, el uso de la radiofrecuencia en la cadena de suministro está al alza, sustituyéndose así las etiquetas de códigos de barras por etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*). El RFID utiliza las ondas radio para identificar artículos de forma automática, involucrando etiquetas y lectores. Mediante el uso de aplicaciones dinámicas de RFID, es posible mejorar la trazabilidad logística que nos aportaban previamente los códigos de barras. Cabe destacar que, al ser una tecnología más moderna, presenta la desventaja de ser más costosa.

IDENTIFICACIÓN RFID

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mayor capacidad de almacenamiento.	Mayor inversión inicial en comparación con los códigos de barras.
Posibilidad de grabar información en repetidas ocasiones.	
Identificación simultanea de productos.	
No requiere de operario para la lectura.	
Las actualizaciones de inventario se realizan en tiempo real.	
Mayor capacidad de trazabilidad frente a los códigos de barras.	

CÓDIGOS DE BARRAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Costes de implementación menores frente a RFID.	Invariabilidad de la información contenida en la etiqueta.
	Necesidad de un operador para la lectura de los códigos.
	Mayor desgaste que las etiquetas RFID.

Tabla 3-1 Ventajas y desventajas de los posibles sistemas a implantar - Elaboración propia [22]

3.2.1 Fundamentos de la Tecnología de los Sistemas de Códigos de Barras

Se trata de una tecnología extendida a lo largo de todo el mundo como herramienta de apoyo a la cadena logística cuyo funcionamiento se basa en la información contenida en un código de líneas y espacios, que se encuentra fijado a los productos. Mediante este código se permite la lectura de manera precisa y rápida.

Un sistema de códigos de barras está compuesto principalmente por un *software* y un *hardware*. En lo que a *software* respecta, cabe destacar que no es necesario desarrollarlo ya que ya se implementó la extensión de SIGMA RF para dar servicio a los almacenes de SERDIZROT (2.2.1). Por otra parte, el *hardware* se compone de cuatro elementos principales que son: impresora, etiquetas, lector y equipos de acceso al sistema de información. Además, también se requiere de toda la infraestructura necesaria que posibilite la comunicación entre los elementos principales (antenas y cableado).

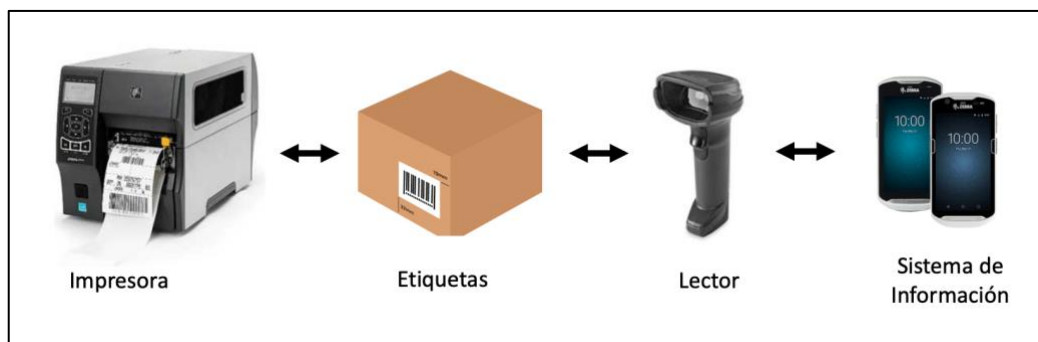


Figura 3-6 Componentes principales de los Sistemas de códigos de barras - Elaboración propia

El sistema opera de la siguiente manera: en primer lugar, se selecciona la etiqueta para imprimir y se adhiere al artículo en cuestión, posteriormente, cuando se requiere la utilización del sistema, el operario reconoce con el lector el contenido del código de la etiqueta, que activa el sistema de información (en el que se registran los datos seleccionados).

3.2.2 Fundamentos de la Tecnología de RFID

El RFID se compone del proceso y la infraestructura física necesaria para identificar automáticamente los activos a través de ondas radio. Sirve como sistema de gestión de datos de manera remota usando etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID.

El principio de funcionamiento es muy parecido al del ya conocido código de barras. Se trata de codificar un identificador alfanumérico en una etiqueta que posibilite el acceso rápido y fiable a la información sin necesidad de la intervención total de un operario.

Además de posibilitar la completa automatización de los procesos analógicos, al automatizarlos, se han encontrado un sinnúmero de beneficios gracias a la experiencia en el mundo de la logística con esta tecnología. Algunos de estos son:

- Identificación y localización de los activos en la cadena de suministro en tiempo real, mejorando exponencialmente la trazabilidad de los artículos.
- Capacidad de informar del momento en el que se deben reponer las estanterías en tienda y de avisar de la posible mala ubicación de un artículo. De esta forma se mejora el servicio ofrecido al cliente.
- Lecturas más rápidas y precisas, sin necesidad de tener línea de visión directa entre el lector y la etiqueta.

Las ventajas antes mencionadas llevan a la optimización del proceso de recepción y distribución, además de reducir los excesos de inventario en almacén.

Un sistema RFID (Figura 4-13) consta de cuatro componentes principales: etiquetas RFID (*tags* en inglés), lectores, antenas y un subsistema de procesamiento de datos con su *software* asociado.

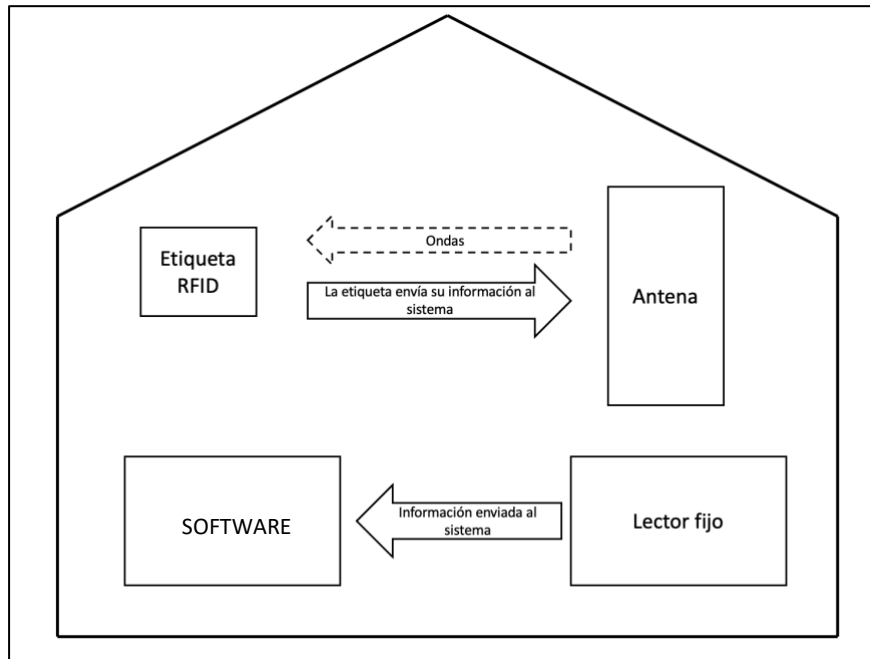


Figura 3-7 Esquema genérico de un sistema RFID - Elaboración propia [22]

4 RESULTADOS

En primer lugar, se decide aplicar el CMP para el estudio de la problemática y la propuesta de mejoras de este Servicio ya que es el modelo de mejora continua que se encuentra implantado, por iniciativa individual, en otra unidad logística de la Armada (SERDIZROT).

Dadas las limitaciones profesionales del presente proyecto, así como los propios objetivos del mismo, se llevarán a cabo las primeras cuatro fases del CMP (sensibilización, identificación, planificación y análisis). Se debería seguir con las siguientes fases para demostrar el correcto funcionamiento de la propuesta y, por tanto, su utilidad. Al completar todas las fases del ciclo CMP se iniciaría en este departamento con el ciclo de mejora continua que propone este modelo.

4.1 Sensibilización

Además de la necesaria adaptación al Entorno 4.0, en el que se encuentra inmersa nuestra Armada, reflejada en las directrices del Concepto de Apoyo Logístico de 2017 (véase el capítulo 3), se ha distribuido una encuesta entre los usuarios para conocer el estado de satisfacción de estos con el Servicio de Vestuarios.

En vista de los resultados expuestos en el punto 4.1.1, se concluye que la situación requiere del comienzo de un ciclo de mejora del proceso.

4.1.1 Análisis del grado de satisfacción de los miembros de la Armada con el Servicio de Vestuarios

Los resultados de la presente encuesta reflejan el grado de satisfacción de los 644 miembros de la Armada que han respondido a las preguntas. Cabe destacar que, para aportar fiabilidad a los resultados, se ha incluido una primera pregunta para reconocer la muestra de la población que ha respondido al test. Sin embargo, se ha decidido no incluir una cuestión sobre el empleo, cuerpo y/o escala a la que pertenecen los encuestados. Se ha tomado esta decisión con el propósito de que nadie se pudiese sentir señalado y respondiese con total transparencia a las preguntas. Además, tampoco se han recogido los correos electrónicos de los encuestados, persiguiendo el mismo objetivo.

4.1.1.1 Marque el emplazamiento de vestuarios al que generalmente acude:

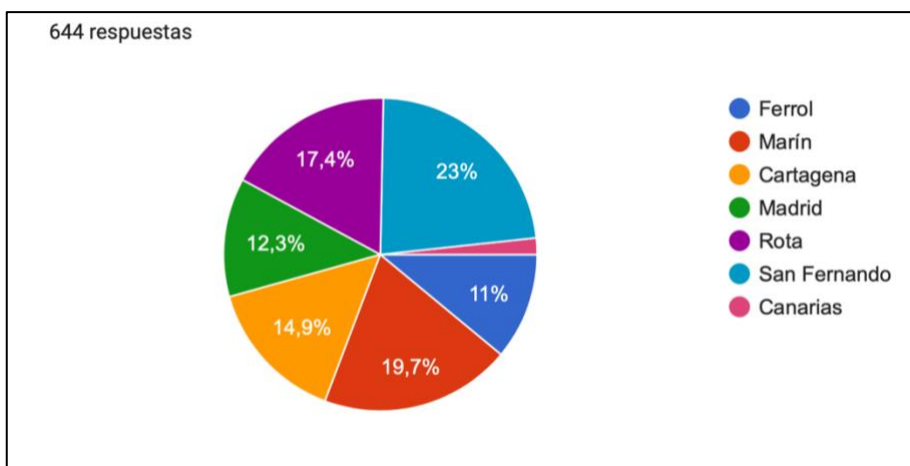


Figura 4-1 Respuestas a la primera pregunta - Elaboración propia

Como era de esperar, en los resultados se observa que ha sido respondida por personal de los siete emplazamientos con los que cuenta el Servicio de Vestuarios de la Armada. Los porcentajes obtenidos ofrecen veracidad a los resultados de las siguientes cuestiones. Esto es así ya que, si solo hubiese sido respondida por los miembros de un emplazamiento, por ejemplo, Marín, correríamos el riesgo de obtener información sesgada al únicamente conocer el estado de dicho Servicio de Vestuarios en uno de los emplazamientos.

4.1.1.2 ¿Qué grado de satisfacción tiene en cuanto al Servicio de Vestuarios?

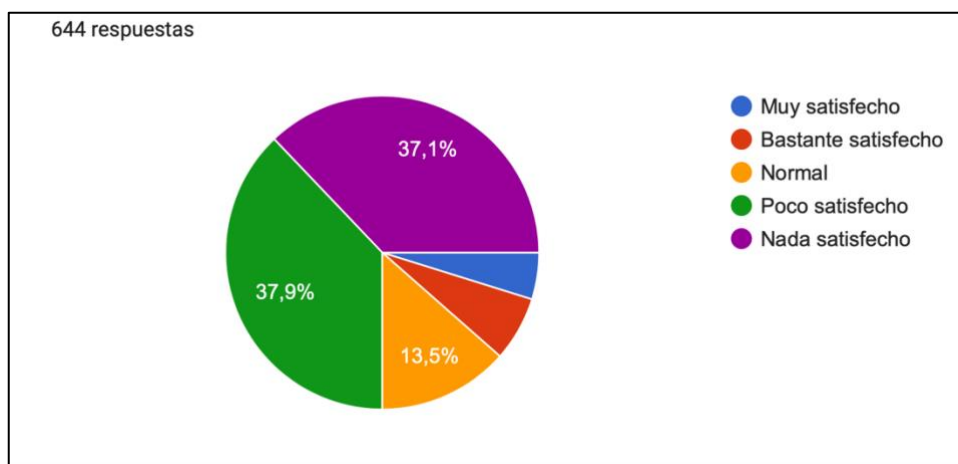


Figura 4-2 Respuestas a la segunda pregunta - Elaboración propia

Un 75% de los encuestados se encuentra poco o nada satisfecho, mientras que solo un 11,5% se encuentra bastante o muy satisfecho. Extrapolando estos resultados a todos los miembros de la Armada, se demuestra la innegable necesidad de mejorar la calidad del Servicio en cuestión.

4.1.1.3 Cuando va a comprar alguna prenda o zapato al Servicio de Vestuarios, ¿encuentra lo que busca en la talla que le corresponde?

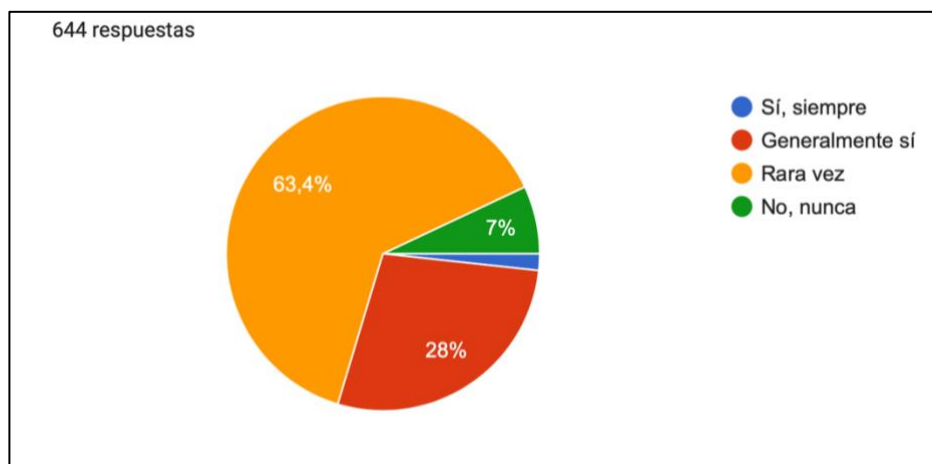


Figura 4-3 Respuestas a la tercera pregunta - Elaboración propia

Continuando la línea de análisis de la pregunta anterior, se puede afirmar que, generalmente, más del 70% de los encuestados rara vez o nunca encuentran lo que buscan en la talla que les corresponde. Esto refleja la ineficiencia del sistema actual en el que se producen numerosas roturas de *stock*.

4.1.1.4 ¿Compra ropa de paisano online?

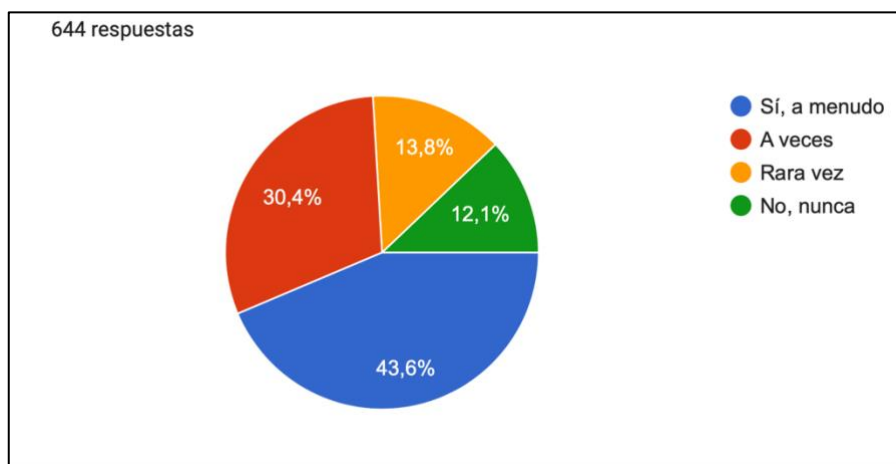


Figura 4-4 Respuestas a la cuarta pregunta - Elaboración propia

Esta pregunta va dirigida a sondear las costumbres de los miembros de la Armada en relación con a la gestión de sus compras diarias a través de Internet.

En el gráfico se observa que un 74% a veces o a menudo compra ropa de paisano a través de plataformas online. De lo que se puede deducir que este porcentaje de la muestra está acostumbrado y tiene experiencia en estas gestiones, por lo que no supondría una novedad en su rutina diaria.

Por otra parte, el 26% restante refleja que, a pesar de los avances tecnológicos, sigue existiendo población que a día de hoy evita la compra por Internet. Por esta razón, la implantación de un sistema de distribución online, supondría un esfuerzo de adaptación en aquellos que evitan el método ya citado.

4.1.1.5 *En caso de conocer el proceso de recomendación de talla online de marcas como Springfield o Zara, responda la siguiente pregunta. En caso de no conocerlo marque "No corresponde". ¿Lo considera útil?*

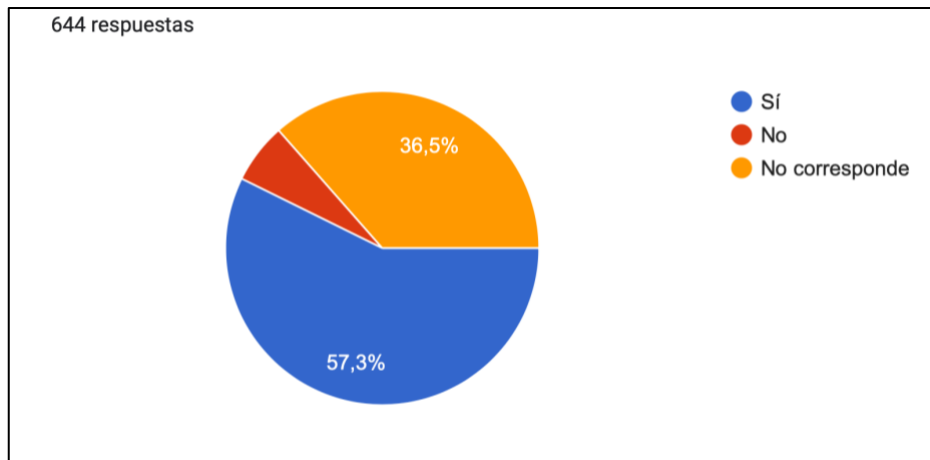


Figura 4-5 Respuestas a la quinta pregunta - Elaboración propia

En la línea de la cuestión anterior, estos resultados nos demuestran que, de aquellos que conocen los distintos métodos de recomendación de tallas, nada más que un 10,8% suele quedar disgustado con la sugerencia. Por lo tanto, se podría inferir que el porcentaje de devoluciones sería mínimo. Asimismo, siempre se venderían las mismas prendas con el mismo tallaje a lo largo del tiempo. Es por esto que los usuarios conocerían su talla, gracias no solo a la recomendación de talla sino también por su propia experiencia.

4.1.1.6 *En cuanto al Servicio de Vestuarios, ¿preferiría comprar a través de una aplicación online en lugar de físicamente? En la aplicación cada miembro de la Armada contaría con su cuenta personal en la que cargase datos como su altura, peso, compleción física, talla de zapatos, etc. con el objetivo de que la propia aplicación le recomendase que talla comprar.*

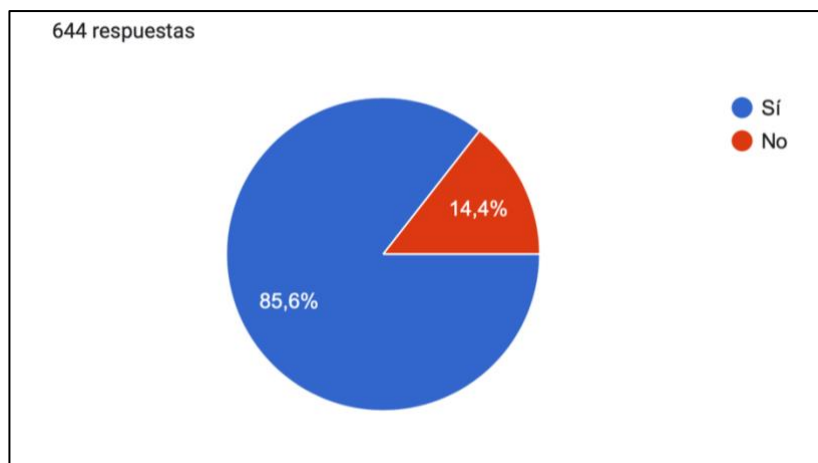


Figura 4-6 Respuestas a la sexta pregunta - Elaboración propia

Para concluir, este último sondeo tiene como objetivo conocer la opinión clara de los encuestados sobre la propuesta que se quiere estudiar en el presente proyecto. Se demuestra la existencia de una amplia mayoría que prefiere hacer sus compras online, debido a la eficacia y eficiencia de estos servicios hoy en día.

Únicamente un 14,4% preferiría continuar con la compra física. Por lo que, como ya se ha citado, tendrían que adaptarse a las nuevas tecnologías o bien se podría mantener, simultáneamente a la distribución online, el servicio de venta física.

4.2 Identificación

La premisa fundamental de la problemática de este proyecto radica en el recurso presupuestario. Se ha de tener en cuenta que el Servicio de Vestuarios de la Armada Española no funciona como una empresa de venta de ropa, ya que no existe beneficio de ningún tipo. Esto hace cambiar prácticamente todos los modelos de previsión de la demanda de lo que serían, aparentemente, los servicios paralelos en el mundo civil. Sin embargo, sí requiere y son aplicables todas las tecnologías que emplean las empresas del sector de la distribución de material en el ámbito civil. En definitiva, el recurso financiero debe ser invertido de la forma más eficiente posible, apoyándose en las nuevas tecnologías para producir mejores resultados con menos recursos.

Por otra parte, teniendo en cuenta los contenidos desarrollados en el punto 2.2 (Gestión Actual del Inventario), se puede concluir que el funcionamiento actual del Servicio a estudiar supone una mezcla entre sistemas *push*, en los que la fabricación de los productos se lleva a cabo en función de la previsión de la demanda (necesidades de los emplazamientos), y *pull*, en los que la fabricación se ajusta a las necesidades del consumidor (miembros de la Armada). Se trata de una combinación de ambos ya que, la vaga e inexacta previsión de las necesidades (referente al modelo *push*) se lleva a cabo en función de las supuestas necesidades de los usuarios (propio del modelo *pull*).

El resultado es un malgasto del recurso presupuestario, ya que a gran cantidad de artículos en los que se ha invertido dinero no se les da salida, perdiendo el dinero que se había destinado a los mismos. Debido a esto, el objetivo es proponer un sistema en el que se minimicen las pérdidas monetarias, haciendo una previsión más exacta de las necesidades, así como una gestión más eficiente del *stock*.

Como resultado de esta dinámica de trabajo, se puede determinar que existen dos problemas fundamentales. Por una parte, uno referente a la Previsión de Necesidades y, por otra parte, otro relativo a la Gestión de Inventario en los Almacenes.

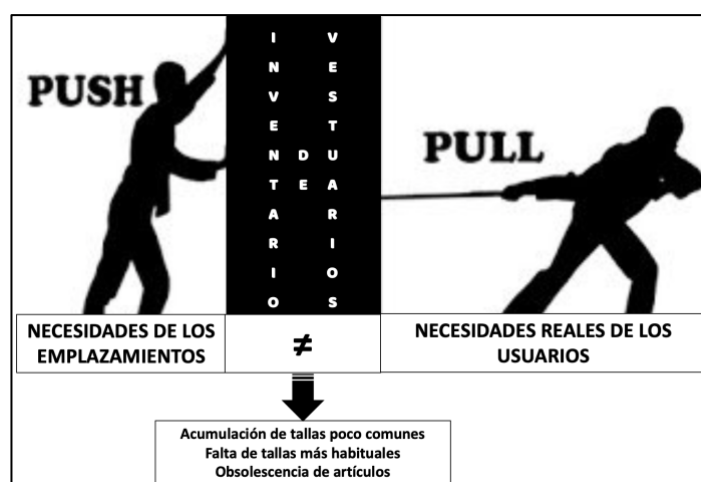


Figura 4-7 Conclusión sobre el Servicio de Vestuarios - Elaboración propia

4.2.1 Previsión de Necesidades

Actualmente, a los usuarios destinados en unidades a flote o en unidades de Infantería de Marina les corresponde un Módulo de Vestuarios en el momento de embarcar en dichas unidades y, a partir de esa fecha, cada cuatro años destinados en la Flota. De todas formas, se está a la espera de la aprobación de un presupuesto para la implantación del sistema de puntos (2.2.4.3).

Como se ha explicado en los puntos 2.2.3 y 2.3, la previsión actualmente se envía desde los emplazamientos. Los propios emplazamientos calculan sus necesidades en función de los consumos reales registrados del periodo previo a la petición del inventario. Sin embargo, esto supone un gran fallo porque, si se analiza la situación, se observa que estos consumos no son tan reales.

Se puede dar la situación en la que un usuario no compre alguna prenda por falta de disponibilidad en el momento que la necesitaba y optase por comprarla en una tienda civil o por llevarse otra talla. Si esto ocurre en grandes cantidades y no se registra, provoca un gran error en la previsión, dando lugar en el próximo periodo a la misma falta de existencias que se dio en el periodo anterior.

4.2.2 Gestión de Inventario en los Almacenes

Como se ha nombrado en el punto 2.3, actualmente existe déficit de personal para la gestión de los almacenes de los Servicios Periféricos. Este déficit se hace presente principalmente en la gestión de la información del inventario, es decir en el trasvase analógico de datos a la aplicación SIGMA WEB (2.2.1). Además, otro de los factores que reducen enormemente la efectividad y limitan la agilización del proceso, es el hecho de no disponer de las ayudas tecnológicas adecuadas. Mediante la implantación de las mismas se conseguiría automatizar los procesos de recogida de información y, por lo tanto, obtener el máximo rendimiento posible de las horas-hombre.

Igualmente, la gestión analógica de la información da lugar a errores humanos e impide que se tenga un control exhaustivo en tiempo real del inventario.

4.3 Planificación y Análisis

Persiguiendo el objetivo de ofrecer un buen servicio, propio de una Armada 4.0, y teniendo en cuenta la situación real, en la que el recurso presupuestario constituye la variable de desempeño principal, se propone la centralización completa de todos aquellos artículos del Servicio de Vestuarios de interés general, es decir, aquellos de los que existe una necesidad común en todos los emplazamientos. La propuesta de centralización se hace solo sobre aquellos artículos de interés general ya que, si la adquisición de aquellos que son propios de un único emplazamiento se gestionase mediante contratos locales, tal y como ya se hace con un alto porcentaje de ellos, se aceleraría y simplificaría la adquisición de los mismos, aumentando por lo tanto la eficacia y la eficiencia del proceso de gestión.

Por lo tanto, la variable de entrada principal es la mejora de la gestión de la información del inventario.

Por otra parte, siguiendo el principio de “control centralizado y gestión descentralizada” se decide continuar con el actual Almacén Virtual Único. Sin embargo, se propone introducir una serie de cambios con el objetivo de aprovechar de la forma más eficiente posible el recurso monetario.

Además de centralizar, se persigue tener un mayor control sobre la mercancía, y de ese modo mejorar la trazabilidad de los activos. Esto se consigue mediante técnicas de radio-frecuencia que permitan automatizar los procesos de recogida de datos. Así, mediante una infraestructura que permita la identificación de los activos, se tendrá un conocimiento prácticamente exacto sobre el estado del inventario acumulado en los almacenes.

4.3.1 Nuevo Concepto de Almacén Virtual Único

El sistema actual no se comporta como un almacén único, sino como un complejo de estos. Esto es así ya que cada uno de los Servicios Periféricos tiene sus necesidades, olvidando la razón de ser principal, los usuarios. Es importante no olvidar esto, las necesidades son de los usuarios, y no de los emplazamientos que les prestan servicio.

Para poner a funcionar este concepto existente pero ahora actualizado, de Almacén Virtual Único es necesario introducir una serie de cambios. Por una parte, mejorando el funcionamiento del proceso de gestión de la cadena de suministro, buscando disminuir las dificultades de adquisición de los artículos,

y, por consiguiente, evolucionando hacia un estado de máxima eficiencia. Por otra parte, de la mano de la propuesta de cambio ya presentada, se debe implementar un sistema que permita la centralización de la información que faculte al órgano central para calcular la previsión de la demanda con el mínimo error posible.

4.3.1.1 Cadena de Suministro

Antes de continuar, es necesario diferenciar entre las dos distintas clases de artículos: los propios de cada emplazamiento (Catorce Botones, botas enterizas, etc.) y aquellos de interés general en todos los emplazamientos (faena ignífuga, uniforme mimetizado, camisa blanca de manga larga, etc.).

La propuesta consiste en que la totalidad de los artículos propios de algún emplazamiento los gestione el correspondiente Servicio Periférico mediante contratos locales, siguiendo la Ley de Contratación del Sector público, tal y como se hace actualmente con algunos de ellos. Así mismo, se propone centralizar la previsión de la demanda y, por lo tanto, la compra de los productos de interés general.

Actualmente cada uno de los emplazamientos envía su previsión individual de necesidades a la SUBDAT, con su error asociado. De esta manera, se suman todos los errores a la hora de calcular los lotes de inventario que se solicitarán a los proveedores. Es por ello que, si se centraliza la previsión de la demanda, se minimizará el error cometido en dicha gestión.

Tras el cierre del contrato con los proveedores, estos enviarán los lotes al almacén correspondiente. Este almacén será el del Servicio Periférico que haya cerrado el contrato, en caso de un contrato local, o bien, el que haya considerado la SUBDAT, de forma directamente proporcional a los consumos porcentuales totales de los emplazamientos.

En definitiva, orientando el cambio a aumentar la robustez del proceso y a eliminar la variación, se propone que los actuales Servicios Periféricos únicamente gestionen sus productos particulares y que los de interés general los gestione la SUBDAT.

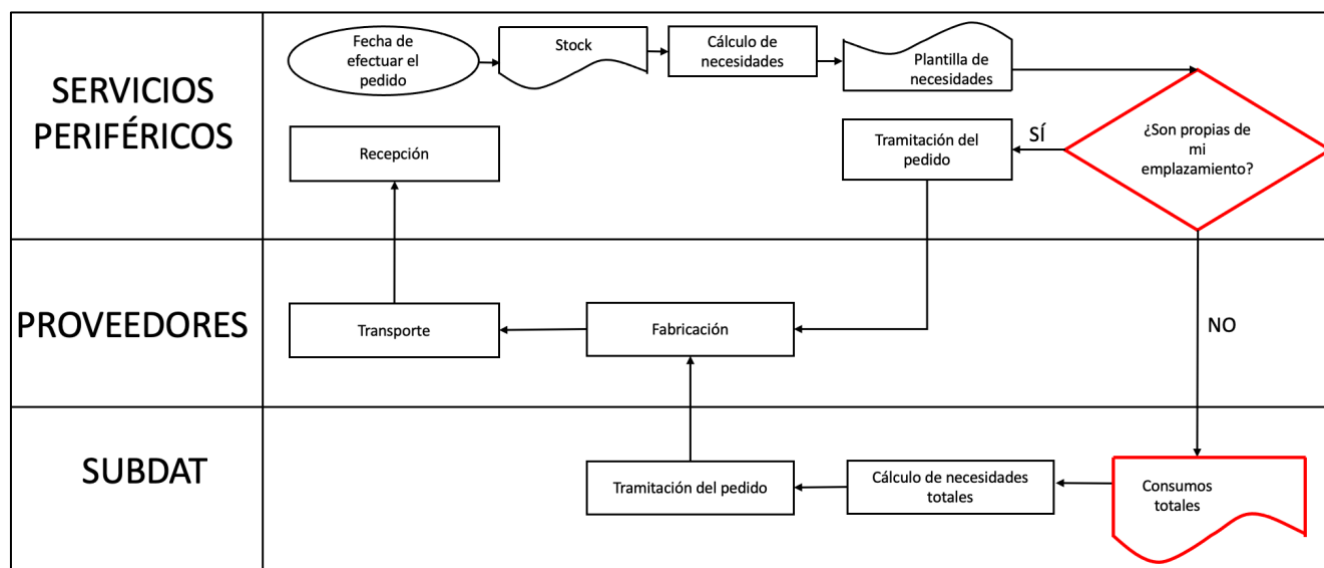


Figura 4-8 Diagrama de proceso de la propuesta para el nuevo funcionamiento de previsión y compra de las necesidades del Servicio de Vestuarios - Elaboración propia

Para implementar este funcionamiento de las cadenas de suministro es necesario cambiar el proceso actual de gestión del inventario. Se trata de un cambio básico del procedimiento de trabajo de los organismos correspondientes, reflejado en la Figura 4-8, frente al modelo actual de gestión (Figura 2-9). Se debe diferenciar completamente entre los artículos propios de un emplazamiento y los de interés general para todos los Servicios Periféricos. Los primeros serán, en su totalidad, gestionados por el

emplazamiento correspondiente, delegando así completamente la gestión de este tipo de indumentaria en los Servicios Periféricos idóneos. En cambio, la previsión y compra de los segundos deberán ser gestionadas en exclusiva por la SUBDAT, a través de la centralización de la información de los consumos de todos los usuarios de la Armada.

4.3.1.2 Previsión de la Demanda

Una de las motivaciones de este proyecto consiste en solventar la problemática existente en la previsión de la demanda del *stock* de vestuario. Si esta se pudiese calcular de forma exacta independientemente del método de cálculo y del entorno, no existiría ningún problema y, por lo tanto, tampoco este proyecto para solucionarlo. Sin embargo, sí existe.

Para calcular nuestro pronóstico de la demanda debemos tener en cuenta los siguientes aspectos: en primer lugar, las previsiones serán a largo plazo, en concreto previsiones a un año, ya que es el tiempo que tarda en recibirse el pedido efectuado; en segundo lugar, los pedidos serán de grandes lotes de artículos. Además, las necesidades de nuestro mercado son prácticamente constantes ya que no dependen de los gustos de los usuarios, sino de sus necesidades profesionales. A esto último se le suma que un alto porcentaje de los clientes es constante en el tiempo, es decir, los clientes son prácticamente los mismos a lo largo de los años.

Otro factor determinante es la naturaleza de la empresa que es objeto de este estudio (Servicio de Vestuarios de la Armada Española). Una empresa sin ánimo de lucro que se mantiene únicamente con el presupuesto financiero asignado a la misma. Por este motivo, se debe utilizar el recurso monetario de la forma más eficiente posible, invirtiendo todo el presupuesto posible a la adquisición del material demandado por los usuarios.

4.3.1.2.1 Propuesta de Modelo de Inventario

La definición de la estrategia de adquisición del inventario estará fundamentada en dos Modelos de Inventario: el Modelo de Cantidad Económica del Pedido (3.1.2.1) y el Sistema de Revisión Periódica “R” con nivel de pedido “S” (3.1.2.2). La determinación de la demanda en ambos sistemas puede estar argumentada en función tanto de variables cualitativas como cuantitativas.

SISTEMA DE INFORMACIÓN	¿CUÁNDO PEDIR?	¿CUÁNTO PEDIR?
CONTINUO	MODELO EOQ Cuando el <i>stock</i> baje de un nivel PP (demanda media durante el plazo de entrega).	Una cantidad determinada Q.
PERIÓDICO	MODELO R, S Al revisar.	Una cantidad determinada, “demanda durante R” + “demanda durante el plazo de entrega”.

Figura 4-9 Modelos de gestión de *stocks* - Elaboración propia [19]

Por una parte, el diseño del modelo se puede basar en los conceptos definidos por el Modelo de Cantidad Económica del Pedido (Figura 4-10) ya que el factor económico es el principal determinante en el contexto en el que se encuentra la empresa (Servicio de Vestuarios).

Atendiendo a dichos principios, de forma idílica se podría establecer un sistema de compra periódica, de tiempos cortos, en la que se contratasen las cantidades de productos a adquirir con el proveedor en función de lo consumido en los periodos previos. De esta forma se reaccionaría rápidamente ante cualquier cambio en el comportamiento de la demanda. Además, continuando en esta

línea idílica, para resolver el problema de las roturas de *stock*, se establecería un *Stock de Seguridad (SS)* con el que poder hacer frente a posibles demandas anómalas.

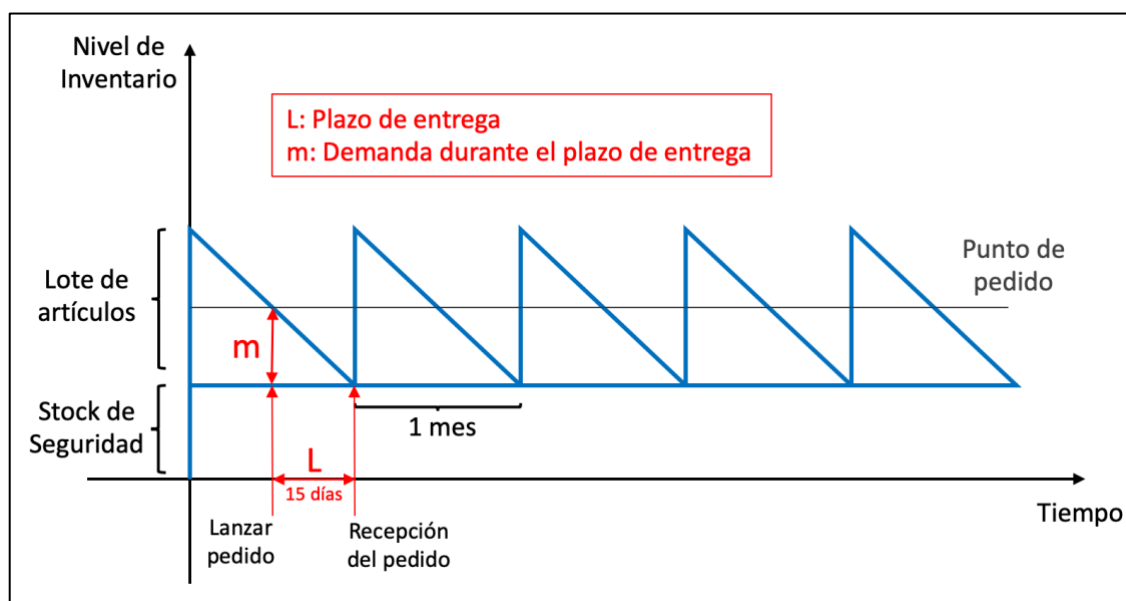


Figura 4-10 Propuesta en un entorno idílico de un modelo EOQ - Elaboración propia

Por otro lado, con el objetivo de asegurar una calidad del servicio adecuada, la definición de la estrategia se puede fundar sobre los principios del Sistema de Revisión Periódica "R" con nivel de pedido "S" (Figura 4-11).

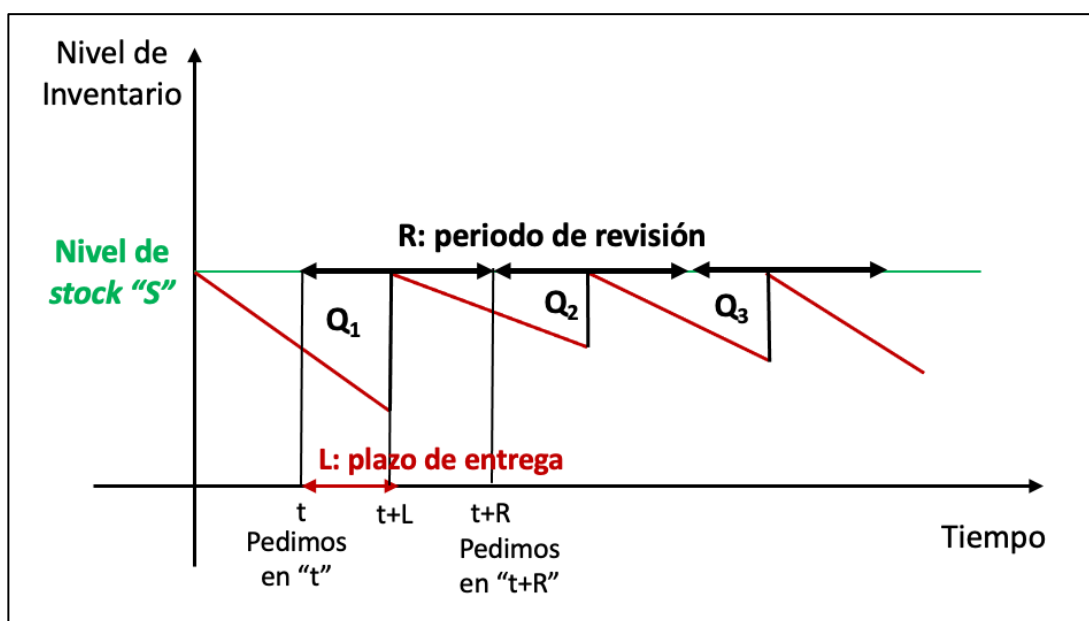


Figura 4-11 Modelo en un entorno idílico de Periodo Fijo - Elaboración propia

Atendiendo a esta teoría, sería excelente un sistema en el que se hiciesen pedidos periódicos en función de lo que se ha consumido en dicho fragmento de tiempo, para volver al nivel inicial de inventario. Así, periódicamente se volvería a tener el inventario planeado, evitando roturas de *stock*. La desventaja de este sistema, a pesar de asegurar una impecable calidad del servicio, es el elevado coste de almacenamiento que implica.

Se debe tener en cuenta la existencia de los factores determinantes asociados a la naturaleza del Servicio (tiempos largos para la previsión de la demanda, grandes lotes de artículos, población de

clientes constante), ya desarrollados previamente, así como los factores derivados del recurso presupuestario.

Estos factores hacen olvidar la propuesta idílica reflejada en la Figura 4-10. Ya que, por la forma de funcionamiento de asignación del presupuesto, el Servicio se ve obligado a contratar grandes lotes de artículos, que por su gran tamaño requieren de largos tiempos de espera para su adquisición. Estos largos plazos de entrega tienen una duración mínima de un año, por lo que no es viable adelantar la solicitud del siguiente pedido ya que sería un tiempo demasiado largo para hacer la previsión (más de un año).

Además, también se debe abandonar la intención de mantener un *Stock de Seguridad* debido al incremento de gastos de mantenimiento del Servicio que esto provocaría (gastos de almacenamiento del material principalmente). Por el mismo motivo económico, no es viable la propuesta cimentada completamente en el Sistema de Revisión Periódica.

En definitiva, el Servicio se ve obligado a realizar grandes lotes de pedidos con un año de antelación a su necesidad, y a su vez no se puede mantener un *Stock de Seguridad* ya que exigiría que una parte del presupuesto se destinase únicamente al almacenaje del mismo.

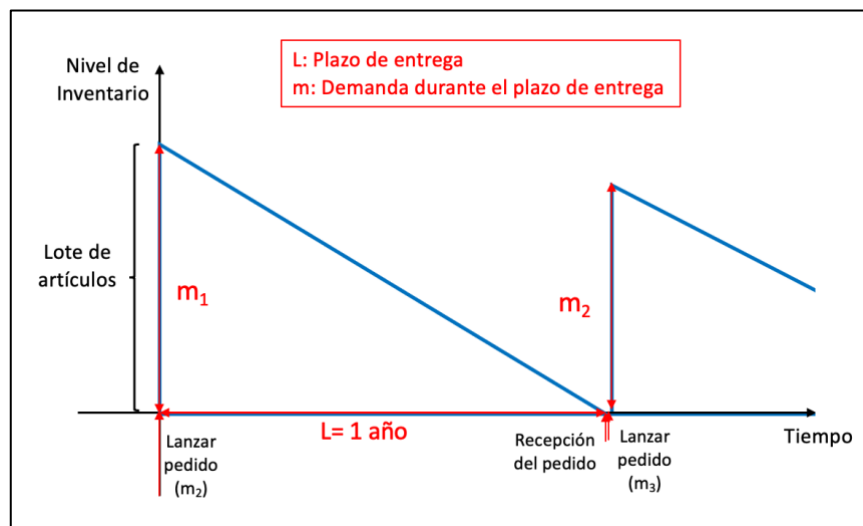


Figura 4-12 Propuesta realista de la gestión del inventario - Elaboración propia

Por todo esto se decide proponer la siguiente estrategia (Figura 4-12) fundamentada en una combinación de ambos modelos. Cada año (nuestro periodo) se calculan las necesidades para el tiempo del plazo de entrega siguiente. Por lo tanto, se debería contratar a los proveedores dichos lotes en función a los consumos de los años previos, estableciendo un modelo de previsión estándar (ahora mismo no está estandarizado el método de previsión de las necesidades para todos los emplazamientos) en función del tipo de artículo (ya sea de interés general o propio de un Servicio Periférico, siguiendo lo propuesto en el punto 4.3.1.1) que permita el cálculo de la previsión de su demanda con el mínimo error posible.

Sin embargo, el emplazamiento de Rota informa de que no es posible actualmente diseñar un modelo de previsión de la demanda debido a la falta de continuidad en el suministro de las prendas. El exceso de variabilidad en las tallas, unido a esta falta de continuidad en la reposición de las mismas, hace que los usuarios se lleven en muchas ocasiones el vestuario que está disponible y no el apropiado. Este hecho impide que los consumos de las prendas sigan un patrón, ya que se producen variaciones irregulares continuas año tras año. Se adjunta un gráfico que demuestra la imposibilidad de diseñar un modelo de previsión de la demanda con los consumos de faenas en el Servicio Periférico de Rota (Anexo I: Consumos de Faenas Ignífugas del Emplazamiento de Rota).

En las figuras Figura A1-1 y Figura A1-2 se puede observar que existen 46 tallas de hombre y 18 tallas de mujer. Como ya se ha detallado, esta gran cantidad de tallas provoca que los individuos adquieran cualquiera de las que se encuentren disponibles y que se adapten a su complejión física. Al no adquirir cada usuario con continuidad la misma talla, ocasiona que los consumos no sigan un patrón.

Sin embargo, si se suman los consumos de las tallas genéricas (C, S, M, L y X en el tallaje de hombres y S, R, L y X en el de mujer) se pueden observar ciertos comportamientos de las adquisiciones (Figura 4-13 y Figura 4-14).

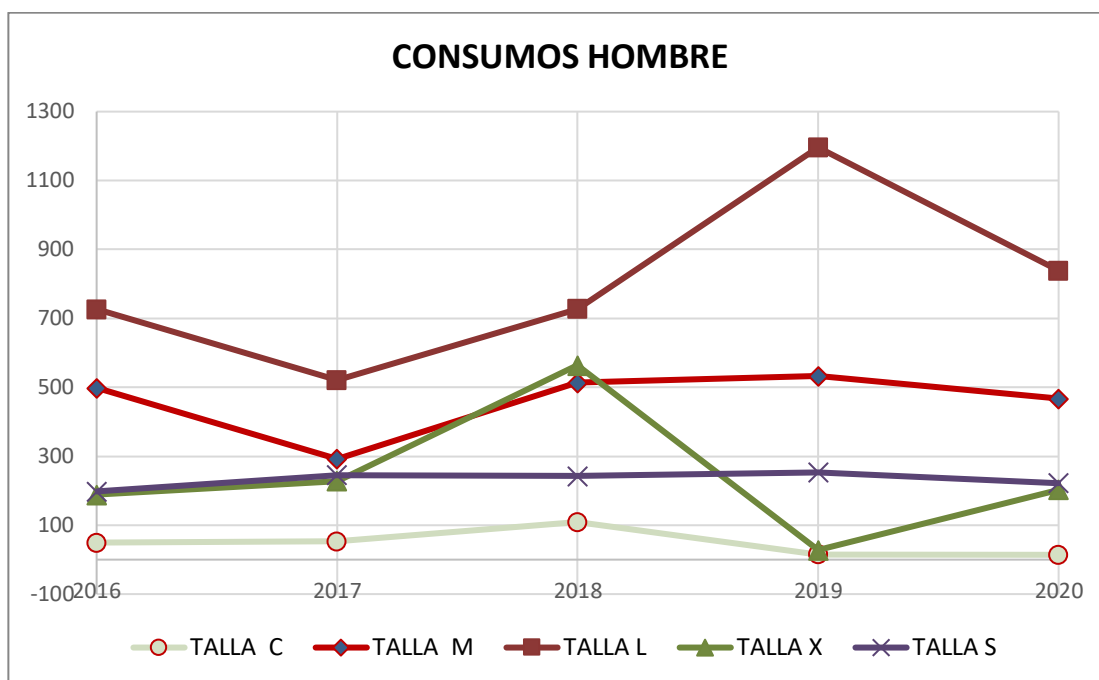


Figura 4-13 Cómputo de las tallas genéricas para hombre - Elaboración propia

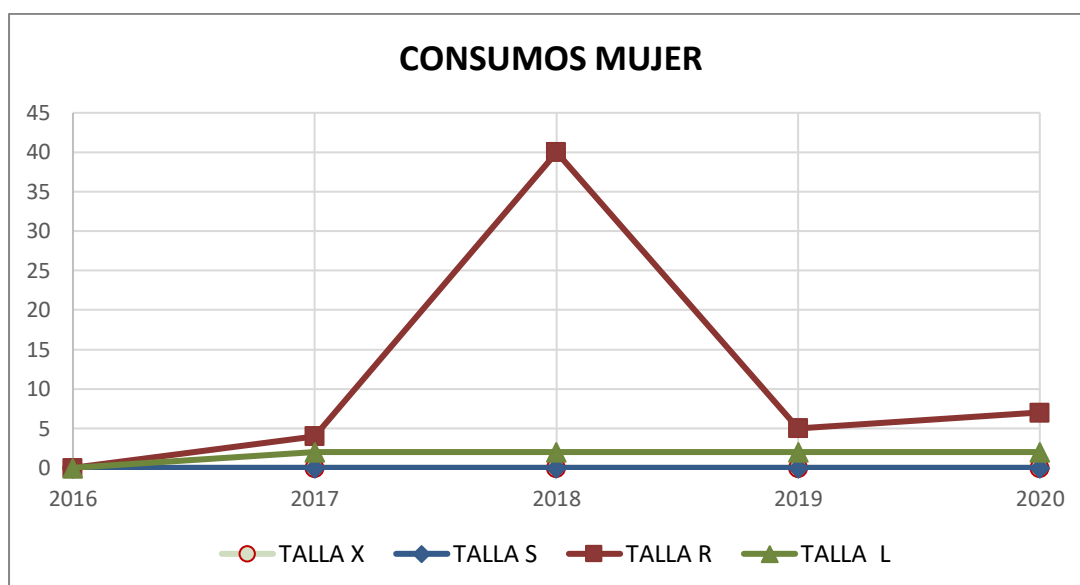


Figura 4-14 Cómputo de las tallas genéricas de mujer - Elaboración propia

En la Figura 4-13 se aprecia como las tallas M y S siguen un consumo menos variable. En concreto las tallas S son las que menor variación experimentan durante los últimos tres años, una diferencia de 31 unidades (aproximadamente un 6%) entre los años 2019 y 2020.

Además, en la misma Figura 4-13, se observa en el año 2020 se observa cierta relación entre el crecimiento de dos tallas contiguas (L y X). El consumo de tallas L aumenta en 469 unidades mientras que las tallas X sufren una caída de 536 unidades. Esta variación se puede atribuir a la más que probable rotura de *stock* de las tallas X, por lo que los usuarios deben a adquirir una talla similar en tamaño (L).

En la Figura 4-14 los consumos en función de las tallas genéricas siguen un consumo general entre 0 y 10 unidades, excepto las tallas R, que experimentan una variación atípica en el año 2018 (40 unidades).

En definitiva, la gran variabilidad en los consumos de las tallas provoca que actualmente no sea posible crear un modelo confiable de previsión de la demanda, ya que los consumos no siguen un patrón claro. Esto sucede debido a dos motivos:

1. Existencia de demasiadas tallas, adaptándose gran cantidad de ellas a la complejidad física de los usuarios.
2. Como consecuencia del punto anterior y unido a las roturas de *stock* por la falta de continuidad en el aprovisionamiento de las mismas, los usuarios consumen las tallas de las que hay existencias, no las que realmente necesitan.

Por lo tanto, se concluye que para poder realizar una previsión exacta del inventario es necesario introducir los siguientes cambios al sistema:

1. Reducir la cantidad de tallas a un número menor de tallas genéricas. Se debe tener en cuenta que no son prendas que deban quedar estéticamente impecables, sino cumplir funcionalmente con su objetivo. En un entorno ideal en el que se pudiese tener *stock* de todas las tallas, se podría tener esa gran variedad de las mismas. Sin embargo, no es así.
2. Registrar las necesidades reales de los usuarios, sin que afecten las roturas de *stock* a las previsiones de los próximos años.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, para introducir los cambios propuestos es necesario centralizar la información de consumo con completa exactitud y realismo, evitando que se arrastren errores de un pedido para otro.

Dicha centralización de la información se llevaría a cabo mediante la plataforma de compra *online* a través del Portal de Personal (2.2.4.2), con independencia de que se comprase según el método tradicional (compra física), en el que la recogida de la información se llevaría a cabo por el dependiente correspondiente, o mediante el Portal de Personal, en el que el propio usuario cumplimentaría la información requerida.

Cabe destacar que de este modo se dotaría a la compra *online* de mayor protagonismo, tal y como se solicita en los resultados obtenidos en la encuesta de “Análisis del grado de satisfacción de los miembros de la Armada con el Servicio de Vestuarios”. En la cuarta pregunta (4.1.1.4) el 74% de los encuestados ya están adecuados a gestionar sus compras de forma no presencial y, en la quinta (4.1.1.6), más del 85% preferirían comprar los artículos *online*, si bien para el éxito de este modelo habría que establecer el enlace entre la Intranet de Defensa y el Internet de acceso común.

Sin embargo, para que el cálculo de las previsiones sea fiable y permita que la previsión sea lo más próxima posible a los consumos de los clientes, la base de datos SIGMA debe ser capaz de registrar las anomalías relacionadas con las roturas de *stock*. Las condiciones derivadas de las roturas de *stock* tienen lugar en dos situaciones. En primer lugar, la circunstancia en la que un usuario adquiere una prenda de una talla distinta a la suya por falta de disponibilidad y, en segundo lugar, en el momento en el que se quiere adquirir un artículo del que no hay disponibilidad. De esta forma, ahora sí, se conocerán las necesidades reales de los clientes que, por posibles roturas de *stock*, no tienen por qué coincidir con la demanda.

Se determina por lo tanto que el proceso básico para la compra u adquisición de un artículo desde la plataforma virtual (ya sea desde la compra online o desde el establecimiento) debe ser el reflejado en el diagrama de flujo de la Figura 4-15.

En el proceso propuesto se diferencian dos tipos de registro, realizándose ambos sobre la base de datos de SIGMA. Además, en esta base de datos, la información deberá referenciarse también al

emplazamiento correspondiente al usuario. Consecuentemente se conocerá el reparto porcentual de las necesidades totales de inventario en función de cada emplazamiento. Estos registros son:

- **Registro de necesidad:** que tiene en cuenta las necesidades de los individuos independientemente de las roturas de *stock*. Sobre su cómputo total se basará el cálculo de las previsiones futuras de consumo.
- **Registro de adquisición:** para constatar la salida del almacén del Servicio Periférico correspondiente.

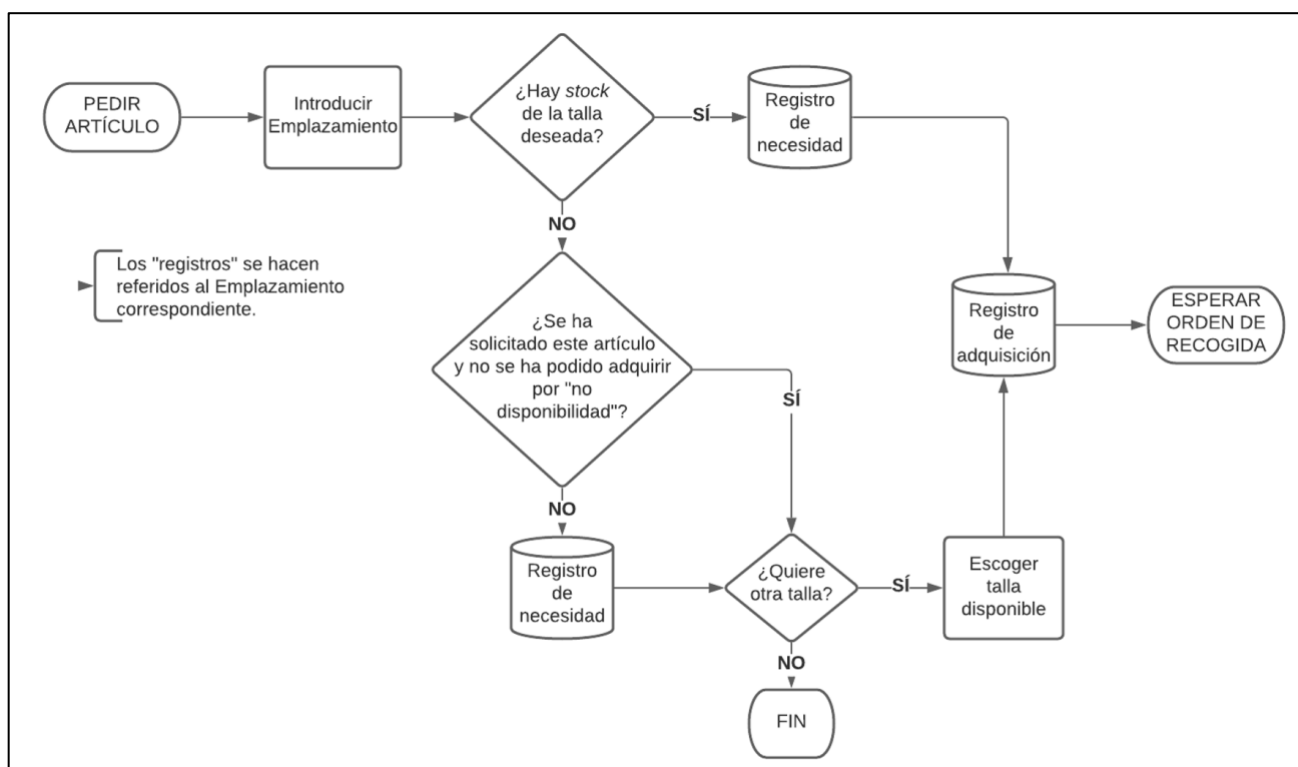


Figura 4-15 Diagrama de flujo de la propuesta del proceso de adquisición para la centralización de las necesidades - Elaboración propia

4.3.2 Mejora de la Trazabilidad del Inventario

En cumplimiento de la directriz número 34 y, más concretamente, la número 35 del CONLOG del 5 de julio de 2017 (véase el capítulo 3), se procede a elaborar una propuesta de implantación de un sistema de identificación de artículos en los almacenes del Almacén Virtual Único. Insertar este sistema en la gestión de los almacenes del Servicio de Vestuarios tendría como resultado un aumento de eficiencia, que se traduce en un ahorro de horas-hombre.

En el caso de la organización estudiada, resulta vital tener control sobre el vestuario, para así cumplir con el objetivo primordial de este Servicio: reducir al máximo las ineficiencias en la gestión del presupuesto concedido.

Considerando como variables de entrada a la toma de nuestra decisión las ventajas y desventajas (Tabla 3-1) de ambos sistemas y la recomendación del personal de la Armada especializado en este ámbito, se decide que la propuesta consista en la implantación de un sistema de códigos de barras y que la comunicación en los almacenes se lleve a cabo mediante una red de radiofrecuencia.

Se toma esta decisión atendiendo a la variable principal de desempeño de este proyecto, el recurso financiero. La tecnología RFID, a pesar de que ofrece mayores ventajas, resulta mucho más cara debido a su alto nivel tecnológico.

Además, un gran punto a favor a la hora de implantar este sistema es la experiencia que ya tiene la Armada con la gestión de material mediante códigos de barras. En concreto en los Almacenes de Aprovisionamiento del Arsenal de Cádiz en la Base Naval de Rota (SERDIZROT), los cuales afrontan el reto de proporcionar servicio en el día a día a las unidades encuadradas en dicha Base Naval.

4.3.2.1 Sistema de Códigos de Barras con Comunicación mediante Radiofrecuencia

Como ya se ha nombrado, la propuesta consiste en implementar un sistema de códigos de barras en los almacenes del Servicio de Vestuarios y que la comunicación se lleve a cabo de forma inalámbrica a través de una red radiofrecuencia (RF).

Los códigos de barras presentan distintas aplicaciones a lo largo de la cadena de suministro, tales como, por ejemplo, la identificación de unidades logísticas y productos, la mejora de la trazabilidad de los activos o la captura de datos en los distintos procesos.

Es una tecnología de rápido crecimiento, cuyo funcionamiento se basa en la información contenida en un código de líneas y espacios, que se encuentra fijado a los productos. Mediante este código se permite la lectura de manera precisa y rápida.

Por otra parte, el establecimiento de una red inalámbrica dentro de los almacenes nos ofrece las siguientes ventajas:

- 1. Integración:** posibilita la interacción instantánea con el sistema logístico SIGMA, mediante su entrada de SIGMA RF (2.2.1).
- 2. Gran flexibilidad:** permite la utilización de los dispositivos móviles para la lectura (PDA's), así como la captura de la información de los códigos de barras o la consulta de la base de datos de almacén sin necesidad de acceder físicamente a un ordenador.

En el presente apartado se procede a detallar los componentes de los que dispone un sistema de estas características. Consecuentemente se da paso al análisis del impacto económico que supondría su puesta en marcha.

4.3.2.1.1 Estudio de viabilidad

Se procede a llevar a cabo el estudio del impacto económico que tendría lugar como consecuencia del sistema de control de inventario. Para ejemplificar el impacto, se evaluará su implantación en los almacenes del Servicio de Vestuarios de la ENM (Anexo II: Almacenes del Servicio de Vestuarios de la ENM).

Teniendo en cuenta la geometría de los almacenes, se considera necesaria la adquisición del siguiente *hardware* para la implantación del sistema (Tabla 4-1). Cabe destacar que se propone adquirir los mismos elementos que se usan en SERDIZROT, con el fin de apoyarnos en la experiencia. Los precios han sido aportados por el mismo emplazamiento.

Desde SERDIZROT se informa que no es necesario que la instalación del sistema sea subcontratada, pudiendo ser instalado con los recursos existentes en la Armada.

Descripción	Cantidad	Precio IVA incl.	Total	Comentarios
Antena router Radiofrecuencia	6	400,00 €	2.400,00 €	Radio cobertura de 20 m
Cableado UTP 8 hilos para interconexión	5	35,69 €	178,45 €	Rollo 100 m
PDA MC75A6- PYCSWQRA9WR	5	1.400,18 €	7.000,90 €	-
Cuna Motorola CRD7X00-4000CR	2	183,16 €	366,32 €	Capacidad para 4 PDA's
Ribbones (tinta) Zebra 02100BK15645	12	29,68 €	356,16 €	-
Rollo de etiquetas, Zebra Z-Ultimate 3000T, Plástico, 70x32 (año)	20	92,17 €	1.843,40 €	Rollo 2100 etiquetas
Mantenimiento impresoras (año)	1	200,00 €	200,00 €	-
TOTAL			12.345,23 €	

Tabla 4-1 Inversión inicial para la implantación de un sistema de códigos de barras - Elaboración propia

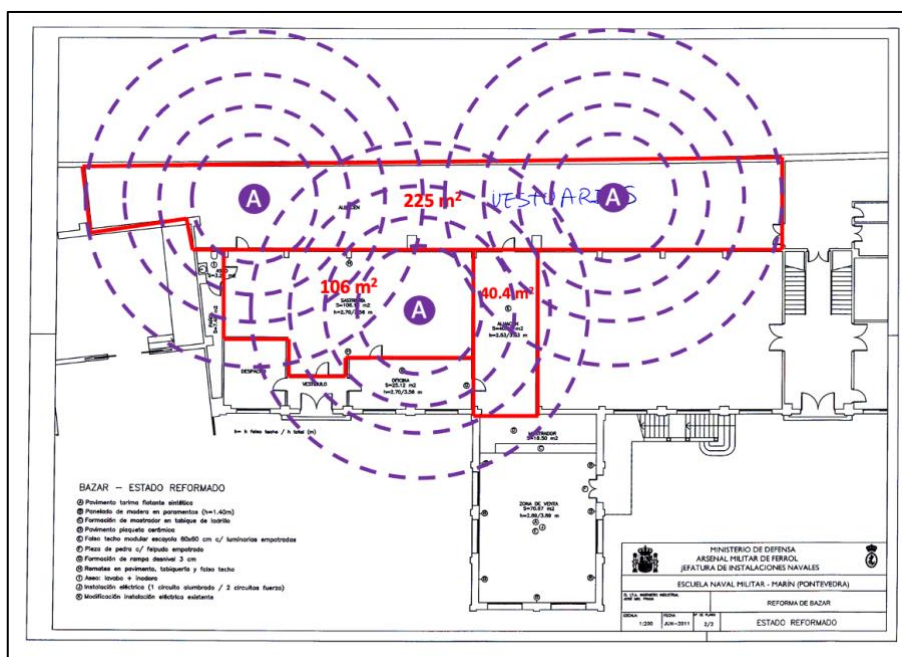


Figura 4-16 Ejemplo de distribución de antenas de radiofrecuencia en Sastrería, Tienda y Almacén Trasero - Elaboración propia

Conocida la inversión inicial necesaria, se procede al estudio de ahorro de horas-hombre.

Según la información aportada por el Servicio de Vestuarios del Servicio Periférico de Marín, la jornada laboral del personal civil (tres empleados) encargado de la gestión del presente Servicio consta de 8 horas diarias. Cada una de las horas de trabajo está valorada aproximadamente en 8,13 €.

Entre estos empleados se reparten el trabajo de control analógico del inventario y el de almacén (2.2.5). Además, cabe destacar que se distinguen dos periodos anuales en función de la carga de trabajo.

De mayo a noviembre se recibe el material solicitado, lo que supone que estos meses sean los de mayor carga de trabajo. Durante este periodo, los trabajadores dedican un máximo de 4 horas y un mínimo de 2 horas diarias al control analógico.

En los meses restantes (de diciembre a abril) disminuye la carga de trabajo, empleando un máximo de 3 horas diarias al control analógico del material.

En la Tabla 4-2 se muestra un estudio del porcentaje de tiempo aproximado que se dedica al control analógico del inventario. Se concluye que, de media, un 19% del trabajo total de estos usuarios se dedica al control analógico de los activos.

TRABAJO ANUAL DE UN OPERARIO

Jornada (h/día)	Días de trabajo al mes (aprox.)	Máximas horas de trabajo al mes	Máximas horas de trabajo al año	Salario mensual del operario	Coste de la unidad de la "hora-hombre"
8	20	160	3200		8,13 €

TIPO DE TRABAJO

	CONTROL ANALÓGICO		ALMACÉN		
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
	Enero	60	20	20	0
	Febrero	60	20	20	0
	Marzo	60	20	20	0
	Abril	60	20	20	0
	Mayo	80	40	120	80
HORAS EMPLEADAS AL MES	Junio	80	40	120	80
	Julio	80	40	120	80
	Agosto	80	40	120	80
	Septiembre	80	40	120	80
	Octubre	80	40	120	80
	Noviembre	80	40	120	80
	Diciembre	60	20	20	0
HORAS EMPLEADAS AL AÑO		860	380	940	560
COSTES ANUALES POR TRABAJADOR	Precio del trabajo de control analógico		Precio del trabajo de almacén		
		6.987,50 €	3.087,50 €	7.637,50 €	4.550,00 €
	Gasto medio en control analógico		Gasto medio en trabajo de almacén		
		5.037,50 €		6.093,75 €	
PORCENTAJES DE TRABAJO DE CONTROL ANALÓGICO SOBRE EL TOTAL	MEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO		
	19%	12%	27%		

Tabla 4-2 Estudio del porcentaje de trabajo de control analógico del inventario por operario - Elaboración propia

Una vez conocido el porcentaje de trabajo dedicado al control manual del inventario, se procede a evaluar el ahorro anual que implicaría la implantación de este sistema. Para esto se deben distinguir dos situaciones: si el proveedor ya entrega las prendas con la etiqueta correspondiente o si se debe llevar a cabo el etiquetado al recibir en almacén los activos.

SITUACIÓN 1: El proveedor etiqueta previamente los artículos.

En este caso el trabajo de control del inventario se limitaría a reconocer mediante el lector las etiquetas de los artículos, sea cual sea la operación (entrada o salida).

Teniendo en cuenta que, al reconocer la información de la etiqueta y seleccionar la acción deseada, los datos se actualizan automáticamente gracias al *software* SIGMA RF, se puede aproximar que el trabajo de control de inventario se reduciría un 90% con respecto al inicial. Se considera este 10% debido al tiempo necesario para reconocer las etiquetas una a una.

AHORRO MEDIO ANUAL

N° DE TRABAJADORES	3		
GASTOS	Máximo	20.962,50 €	
	Mínimo	9.262,50 €	
	Medio	15.112,50 €	
Con la implantación de esta tecnología se reduciría aproximadamente un		90,00%	el trabajo de gestión de inventario
Por lo tanto, se experimentaría un ahorro medio anual de		13.601,25 €	

Tabla 4-3 Ahorro medio anual con etiquetado previo - Elaboración propia

En base a lo reflejado en la Tabla 4-3 se puede afirmar que, en esta situación, se ahorraría de forma aproximada anualmente una cantidad de 13.601,25 €.

En la Tabla 4-4 se refleja el tiempo en el que se experimentaría un balance positivo entre la inversión inicial y las horas-hombre ahorradas gracias a este sistema. En este balance se tiene en cuenta el gasto de mantenimiento de las impresoras, así como la compra de la tinta y las etiquetas necesarias anualmente en función del flujo medio de artículos en este emplazamiento⁷.

	INVERSIÓN INICIAL	12.345,23 €					
	GASTO ANUAL EN ETIQUETAS Y TINTA	2.199,56 €					
	AHORRO ANUAL MEDIO	13.601,25 €					
AÑO	AHORRO ANUAL EN "HORAS HOMBRE"	MANTENIMIENTO	GASTO ANUAL TOTAL	AHORRO FINAL ANUAL	AHORRO ACUMULADO	BALANCE	IDENTIFICADOR BALANCE POSITIVO
2022	- €	- €	- €	- €	- €	- 12.345,23 €	NEGATIVO
2023	13.601,25 €	200,00 €	2.399,56 €	11.201,69 €	11.201,69 €	- 1.143,54 €	NEGATIVO
2024	13.601,25 €	200,00 €	2.399,56 €	11.201,69 €	22.403,38 €	10.058,15 €	POSITIVO
2025	13.601,25 €	200,00 €	2.399,56 €	11.201,69 €	33.605,07 €	21.259,84 €	POSITIVO
2026	13.601,25 €	200,00 €	2.399,56 €	11.201,69 €	44.806,76 €	32.461,53 €	POSITIVO

Tabla 4-4 Balance económico con etiquetado previo - Elaboración propia

⁷ Por los datos aportados por el Servicio de Vestuarios de la ENM, se conoce que este flujo es aproximadamente de 33.000 unidades.

Por lo tanto, en esta situación, el balance será positivo pasado el segundo año desde la implantación del sistema de código de barras. A continuación, se reflejan los datos en un gráfico de barras (Figura 4-17).

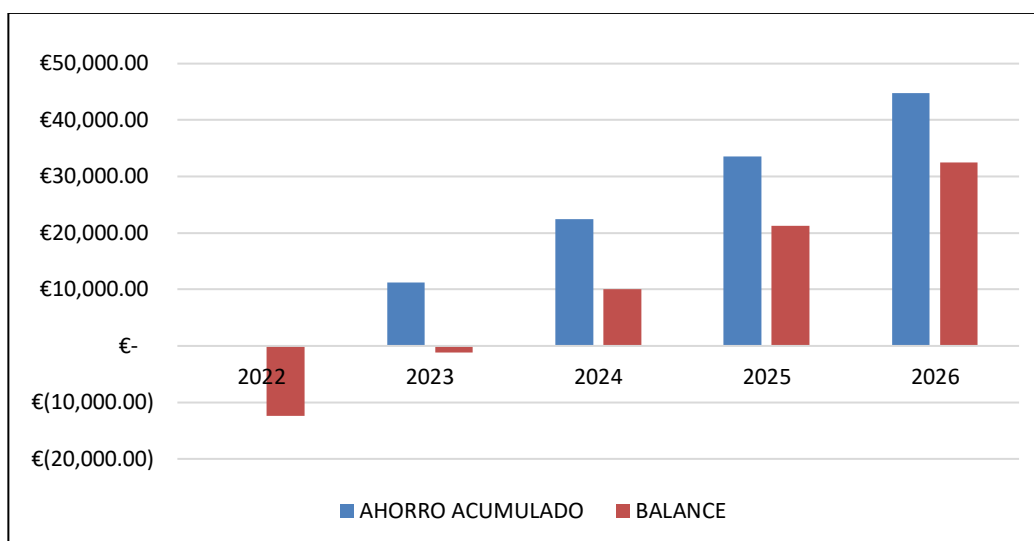


Figura 4-17 Balance económico con etiquetado previo - Elaboración propia

SITUACIÓN 2: Los artículos se etiquetan en el almacén de recepción.

En este caso el trabajo de control de inventario consistirá de dos fases. En la primera, referente a la recepción de los activos en almacén, habrá que etiquetar artículo a artículo con su etiqueta correspondiente y, seguidamente, leer dicha etiqueta con el lector para dar entrada a los datos a la plataforma SIGMA RF. La segunda fase consistirá simplemente en darle salida a los artículos mediante la lectura de su etiqueta con el lector y seleccionar la operación adecuada.

Por lo tanto, ya no será necesario recoger los datos de los lotes de entrada sobre papel para después trasvasarlos mediante el *software* SIGMA WEB. Tampoco será necesario darle salida analógicamente al entregar los activos a los consumidores.

Se considera por tanto que, al reducir el trabajo de control en la recepción y, sobre todo, en la entrega del material, se reduce la cantidad de trabajo de control analógico aproximadamente un 70% con respecto al sistema actual. El 30% que permanece se debe al etiquetado en la recepción y al reconocimiento de las etiquetas en la entrada y salida de los activos.

AHORRO MEDIO ANUAL

Nº DE TRABAJADORES	3		
GASTOS	Máximo	20.962,50 €	
	Mínimo	9.262,50 €	
	Medio	15.112,50 €	
Con la implantación de esta tecnología se reduciría aproximadamente un		70,00%	el trabajo de gestión de inventario
Por lo tanto, se experimentaría un ahorro medio anual de		10.578,75 €	

Tabla 4-5 Ahorro medio anual sin etiquetado previo - Elaboración propia

En base a lo reflejado en la Tabla 4-5 se puede afirmar que, en esta situación, se ahorraría de forma aproximada anualmente una cantidad de 10.578,75 €.

En la Tabla 4-6 se refleja el tiempo en el que se experimentaría un balance positivo entre la inversión inicial y las horas-hombre ahorradas gracias a este sistema. En este balance se tiene en cuenta el gasto de mantenimiento de las impresoras, así como la compra de la tinta y las etiquetas necesarias anualmente en función del flujo medio de artículos en este emplazamiento⁸.

INVERSIÓN INICIAL		12.345,23 €	
GASTO ANUAL EN ETIQUETAS Y TINTA		2.199,56 €	
AHORRO ANUAL MEDIO		10.578,75 €	

AÑO	AHORRO ANUAL EN "HORAS HOMBRE"	MANTENIMIENTO	GASTO ANUAL TOTAL	AHORRO FINAL ANUAL	AHORRO ACUMULADO	BALANCE	IDENTIFICADOR DE BALANCE POSITIVO
2022	- €	- €	- €	- €	- €	- 12.345,23 €	NEGATIVO
2023	10.578,75 €	200,00 €	2.399,56 €	8.179,19 €	8.179,19 €	- 4.166,04 €	NEGATIVO
2024	10.578,75 €	200,00 €	2.399,56 €	8.179,19 €	16.358,38 €	4.013,15 €	POSITIVO
2025	10.578,75 €	200,00 €	2.399,56 €	8.179,19 €	24.537,57 €	12.192,34 €	POSITIVO
2026	10.578,75 €	200,00 €	2.399,56 €	8.179,19 €	32.716,76 €	20.371,53 €	POSITIVO

Tabla 4-6 Balance económico sin etiquetado previo - Elaboración propia

Se puede afirmar por lo tanto que, en esta situación, el balance será positivo pasado el segundo año desde implantación del sistema de código de barras. A continuación, se reflejan los datos en un gráfico de barras (Figura 4-18).

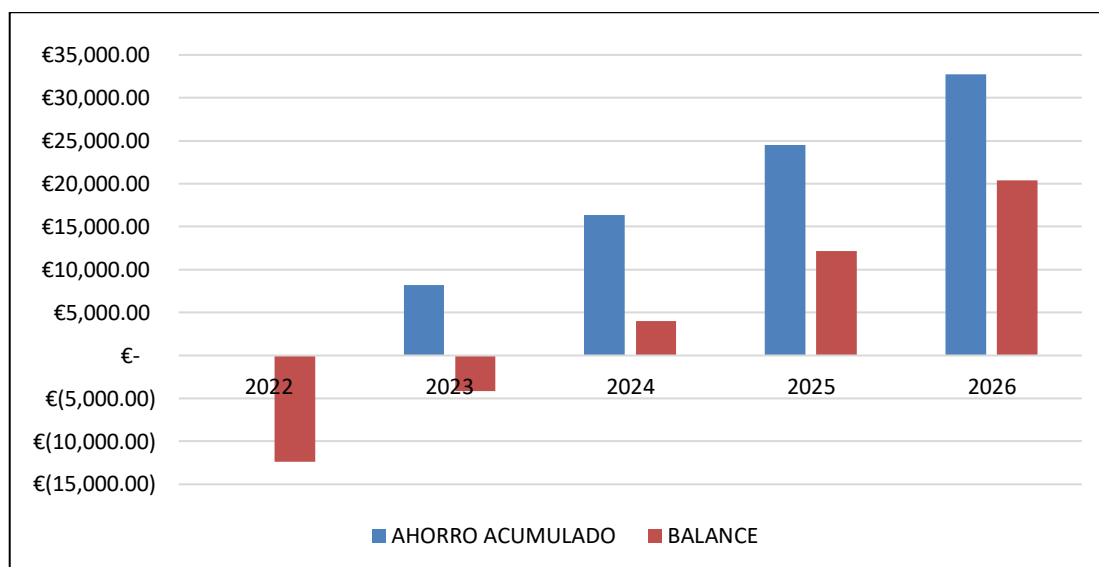


Figura 4-18 Balance económico sin etiquetado previo - Elaboración propia

⁸ Por los datos aportados por el Servicio de Vestuarios de la ENM, se conoce que este flujo es aproximadamente de 33.000 unidades.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

Todas las conclusiones se plantean desde un punto de vista constructivo, siguiendo el mismo sentimiento que movió a José Patiño a comienzos del S. XVIII. Se busca la adaptación de nuestra Marina, y, más concretamente, del Servicio de Vestuarios al Entorno 4.0. Es decir, se trata de alcanzar las líneas generales especificadas en el Concepto de Apoyo Logístico del año 2017 [17] aprovechando las tecnologías que la COVID-19 ha convertido en necesidades de la cadena de suministro.

En primer lugar, se concluye la necesidad de normalización del Servicio para la centralización efectiva de la información (Figura 4-8), siguiendo el principio de “control centralizado y gestión descentralizada” (2.2.1). La ausencia de documentación sobre el ámbito ha supuesto un verdadero hándicap al iniciar el proceso de estudio del funcionamiento del Servicio de Vestuarios. No existe ningún documento oficial al que acudir para conocer el proceso de gestión de este tipo de inventario. Esto ha supuesto que prácticamente la totalidad de los contenidos recogidos en el Estado del arte, sean un compendio de la información recogida a través de múltiples correos electrónicos y llamadas telefónicas con el personal de los distintos emplazamientos.

Es por esto que normalizar el funcionamiento del Servicio mediante documentación oficial evitará la aleatoriedad, asociada al cambio periódico de los responsables de los distintos escalones de la cadena de mando. De este modo, los procesos serán más robustos.

Además, los problemas principales identificados (4.2) reflejan la falta de un ciclo de mejora continua del proceso. La inexacta previsión de necesidades, así como la falta de eficiencia en la gestión de los almacenes no son errores puntuales, sino continuos a lo largo de los años. Son, en definitiva, el resultado de la falta de continuidad en el análisis de datos.

Por lo tanto, mediante la realización de este trabajo, ha quedado evidenciada la necesidad de adoptar un proceso de mejora continua que permita identificar y solucionar los problemas con mayor rapidez. Cabe destacar que se han propuesto soluciones para los problemas actuales, sin embargo, en el futuro surgirán nuevos problemas que solventar. De ahí la necesidad de instaurar un modelo de mejora continua.

Igualmente, de la falta de continuidad en la corrección de las ineficiencias del proceso, se deduce la necesidad de incrementar la formación técnica del personal responsable de este Servicio en lo que respecta a las técnicas contemporáneas de gestión de inventario. No se debe dejar la gestión del apoyo logístico en manos únicamente de la experiencia, sino que debe estar sustentada por la continua formación técnica de sus gestores.

Así mismo, se considera necesario registrar la información real de las necesidades de los consumidores (Figura 4-15) para que no se arrastren los errores en la previsión de un periodo a otro. También es imprescindible reducir el número de tallas actuales a una cantidad menor de tallas genéricas que permitan que los consumos sigan un comportamiento racional. Así será posible diseñar un modelo de previsión de la demanda para cada clase de artículos. Como consecuencia, y para propiciar el registro efectivo de la información, se propone el establecimiento de un sistema de control del inventario mediante códigos de barras. Se toma esta decisión debido al apoyo expresado por parte de los especialistas de este Servicio de la Armada, a la experiencia en otros almacenes de la Marina y por su bajo coste de inversión inicial.

Así, mediante la completa integración del sistema de control de los activos con la base de datos SIGMA, el registro real de las necesidades de los usuarios y el diseño de un modelo de previsión de necesidades para cada clase de artículo, se conseguirán previsiones mucho más exactas. En el momento que se alcance dicha exactitud, se podrá aplicar con éxito el modelo de inventario propuesto (Figura 4-12). Como consecuencia se reducirán las pérdidas del recurso presupuestario.

5.2 Futuras líneas de trabajo

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado y teniendo en cuenta las grandes posibilidades de mejora del actual Servicio de Vestuarios, se proponen las siguientes líneas futuras que continúen con el estudio y diseño de mejoras para el presente Servicio en años venideros:

- Implementación de los registros de adquisición y necesidad (Figura 4-15) en la base de datos SIGMA.
- Diseño del sistema de comunicación por radiofrecuencia en los almacenes del Servicio de Vestuarios de la Escuela Naval Militar.
- Diseño de la organización del inventario en los almacenes con el objetivo de aumentar la eficiencia en las operaciones de almacén. Además, siguiendo la directriz número 36 (reseñada en el punto 3) del CONLOG de 2017 [17], sería conveniente concretar los procesos de gestión interna del almacén para la preparación de pedidos *online* y su recogida por un repartidor.
- Estudio del tallaje actual y propuesta de reducción a una menor cantidad de tallas genéricas que posibilite el diseño de un modelo de previsión de la demanda.
- Implantación de un sistema de recomendación de tallas, en función de la complejidad física de los usuarios, en la plataforma virtual de compra a través del Portal de Personal (2.2.4.2).

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Health Organization, «Twitter, World Health Organization (WHO),» 4 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://twitter.com/WHO/status/1213523866703814656>. [Último acceso: 23 Enero 2021].
- [2] Organización Mundial de la Salud, «WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard,» 23 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://covid19.who.int>. [Último acceso: 23 Enero 2021].
- [3] M. Pruett, «<https://www.criteo.com/blog/coronavirus-consumer-trends/>,» 25.
- [4] Forbes, «5 grandes números que muestran el crecimiento explosivo de Amazon durante la crisis,» 24 07 2020. [En línea]. Available: <https://forbes.co/2020/07/24/negocios/5-grandes-numeros-que-muestran-el-crecimiento-explosivo-de-amazon-durante-la-crisis/>. [Último acceso: 20 Enero 2021].
- [5] C. Berenice, El entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras, Editorial Genios, 2017.
- [6] Navantia, «Navantia,» [En línea]. Available: <https://www.navantia.es/es/productos-y-servicios/fragatas/f110/>. [Último acceso: 23 Enero 2021].
- [7] Armada Española, «Escuela Naval Militar,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/personalnm/prefLang-es/00inicio--00inicio-es>. [Último acceso: 22 Enero 2021].
- [8] Centro Universitario de la Defensa, «CUD Uvigo,» [En línea]. Available: https://cud.uvigo.es/index.php?option=com_phocagallery&view=categories&Itemid=105. [Último acceso: 22 Enero 2021].
- [9] I. Raja, Normativa Contable en la Armada Española en el periodo 1700-1850, 2006.
- [10] Armada Española, «Estructura Básica de la Armada Española,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosorganizacion/prefLang-es/>. [Último acceso: 21 Enero 2021].
- [11] Ministerio de Defensa, «Archivo Central del Cuartel General de la Armada,» [En línea]. Available: <https://patrimoniocultural.defensa.gob.es/es/centros/archivo-central-cuartel-general-armada/portada>. [Último acceso: 22 Enero 2021].

- [12] Armada Española, «Fuerza (Flota), Organización,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosorganizacion/prefLang-es/03Flota>. [Último acceso: 21 Enero 2021].
- [13] Armada Española, «Jefatura de Apoyo Logístico, Apoyo a la Fuerza,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosorganizacion/prefLang-es/04Apoyofuerza--01jal>. [Último acceso: 21 Enero 2021].
- [14] «Agencia Estatal, Boletín Oficial del Estado, Ley de Contratación del Sector Público,» 9 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2017-12902>. [Último acceso: 25 Enero 2021].
- [15] SUBDAT, Portal de Vestuarios, Operaciones de Almacén, 2019.
- [16] Armada Española, «Almirante Jefe de Apoyo Logístico, Almirante D. Aniceto Rosique Nieto,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosquien/prefLang-es/03ajal>. [Último acceso: 21 Enero 2021].
- [17] S. D. Almirante Jefe de Apoyo Logístico, Instrucción permanente de Logística 001/2018, de 23 de marzo, del Almirante Jefe de Apoyo Logístico por la que se desarrolla el concepto de Apoyo Logístico y se establecen directrices para revisar la doctrina y estructura del apoyo logístico., Madrid, 2018.
- [18] Escuela de Organización Industrial, «EOI,» [En línea]. Available: <https://www.eoi.es/blogs/mtelcon/2014/03/24/ciclo-de-mejora-de-los-procesos-de-negocio-cmp@/>. [Último acceso: 2021 Enero 29].
- [19] Centro Universitario de la Defensa, «Fundamentos de la Organización de Empresas».
- [20] J. Parada, Sistemas de Inventario, 2006.
- [21] E. Sepúlveda, Implementación de RFID en un almacén logístico, Barcelona, 2018.
- [22] A. Correa, Sistemas de Identificación por Radiofrecuencia, Códigos de Barras y su relación con la Gestión de la Cdena de Suministro, 2010.
- [23] World Health Organization, «Timeline: WHO's COVID-19 response,» [En línea]. Available: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline>. [Último acceso: 20 Enero 2021].
- [24] Armada Española, «Página del AJEMA, Curriculum,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosajema/prefLang-es/02Curriculum>. [Último acceso: 21 Enero 2021].
- [25] Armada Española, «Almirante de la Flota,» [En línea]. Available: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosquien/prefLang-es/02alflot>. [Último acceso: 21 Febrero 2021].
- [26] Logiscenter, «Logiscenter,» [En línea]. Available: <https://www.logiscenter.com>. [Último acceso: 18 Febrero 2021].

ANEXO I: CONSUMOS DE FAENAS IGNÍFUGAS DEL EMPLAZAMIENTO DE ROTA

En el presente anexo se adjuntan los consumos de faenas en el Servicio Periférico de Rota en los años del 2016 al 2020 (Figura A1-1; Figura A1-2). Los datos han sido aportados por el mismo emplazamiento.

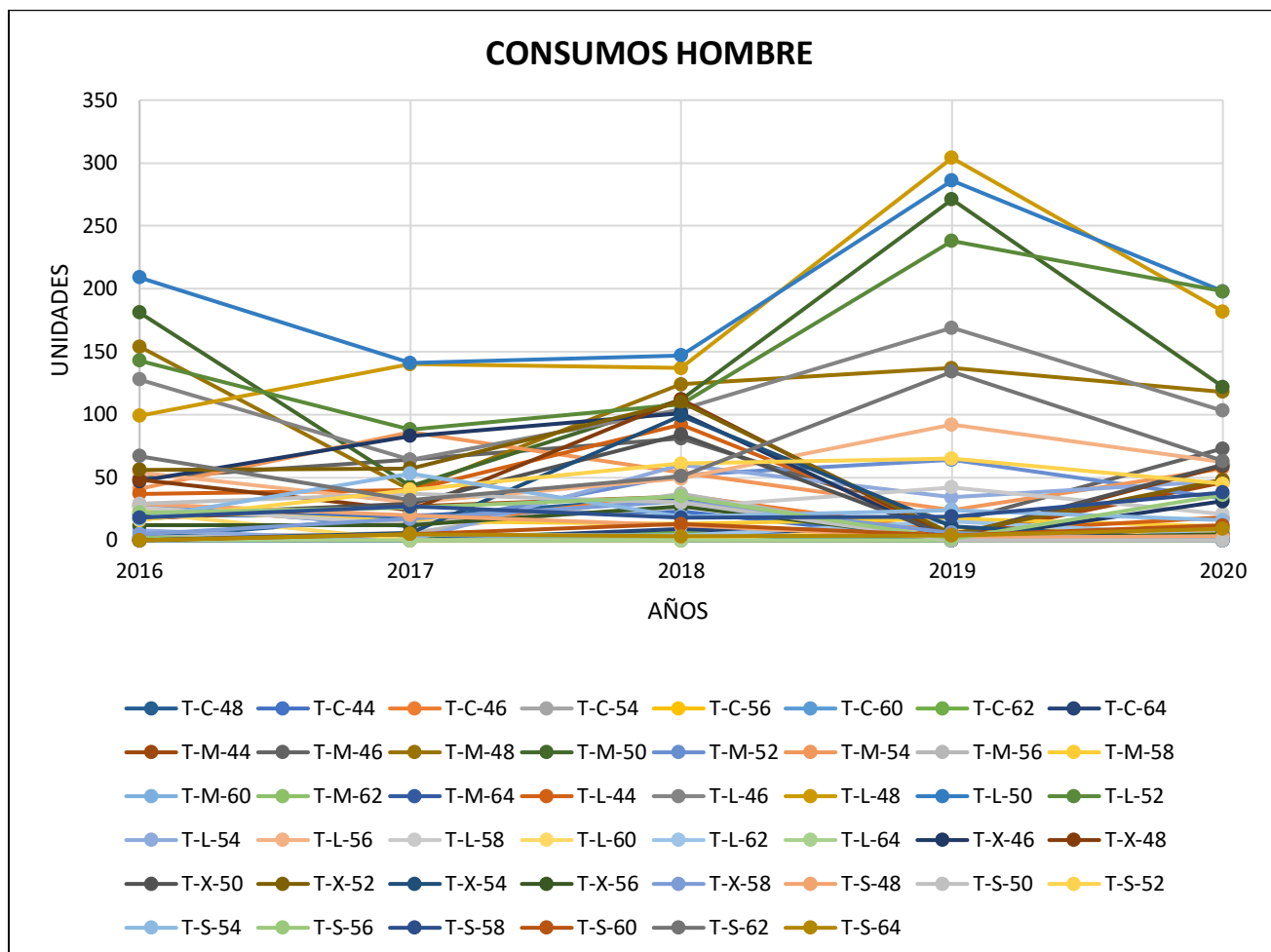


Figura A1-1 Consumos en el tallaje de hombre en el emplazamiento de Rota - Elaboración propia

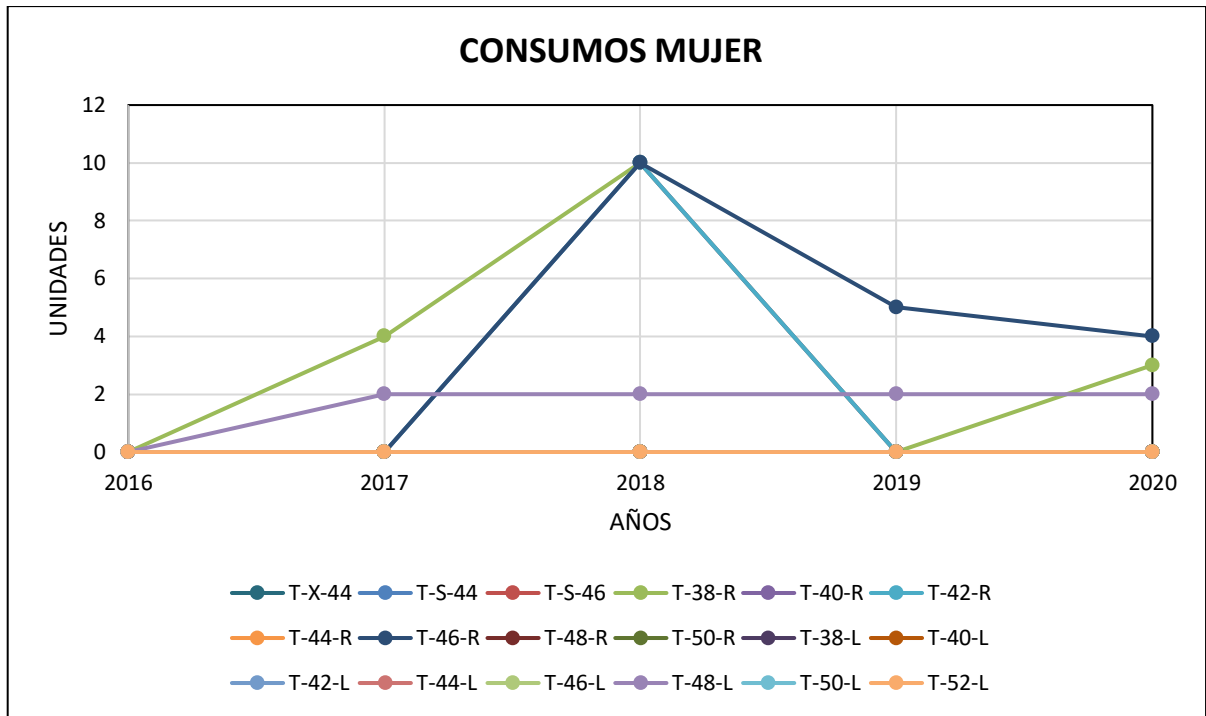


Figura A1-2 Consumos en tallaje de mujer en el emplazamiento de Rota - Elaboración propia

ANEXO II: ALMACENES DEL SERVICIO DE VESTUARIOS DE LA ENM

En el presente anexo se adjuntan los planos aportados por el Servicio de Mantenimiento de la ENM en los que el Servicio de Vestuarios de la misma unidad tiene almacenados sus activos.

En total se dispone de una superficie aproximada de almacenamiento de 1000 m² en la que distinguimos tres espacios, destacados en la Figura A2-1, la Figura A2-2, la Figura A2-3 y la Figura A2-4. En estos espacios, la altura de aprovisionamiento no supera los 3 m. Son los siguientes:

1. Almacén de Subsistencias (Nº19 de la Figura A2-1 y la Figura A2-2).
2. Tienda, Sastrería y Almacén Trasero (Nº 2 de la Figura A2-1 y la Figura A2-3).
3. Almacén de Aprovisionamiento (Nº 22 de la Figura A2-1 y la Figura A2-4).



Figura A2-1 Plano general de la ENM [Servicio de Mantenimiento ENM]

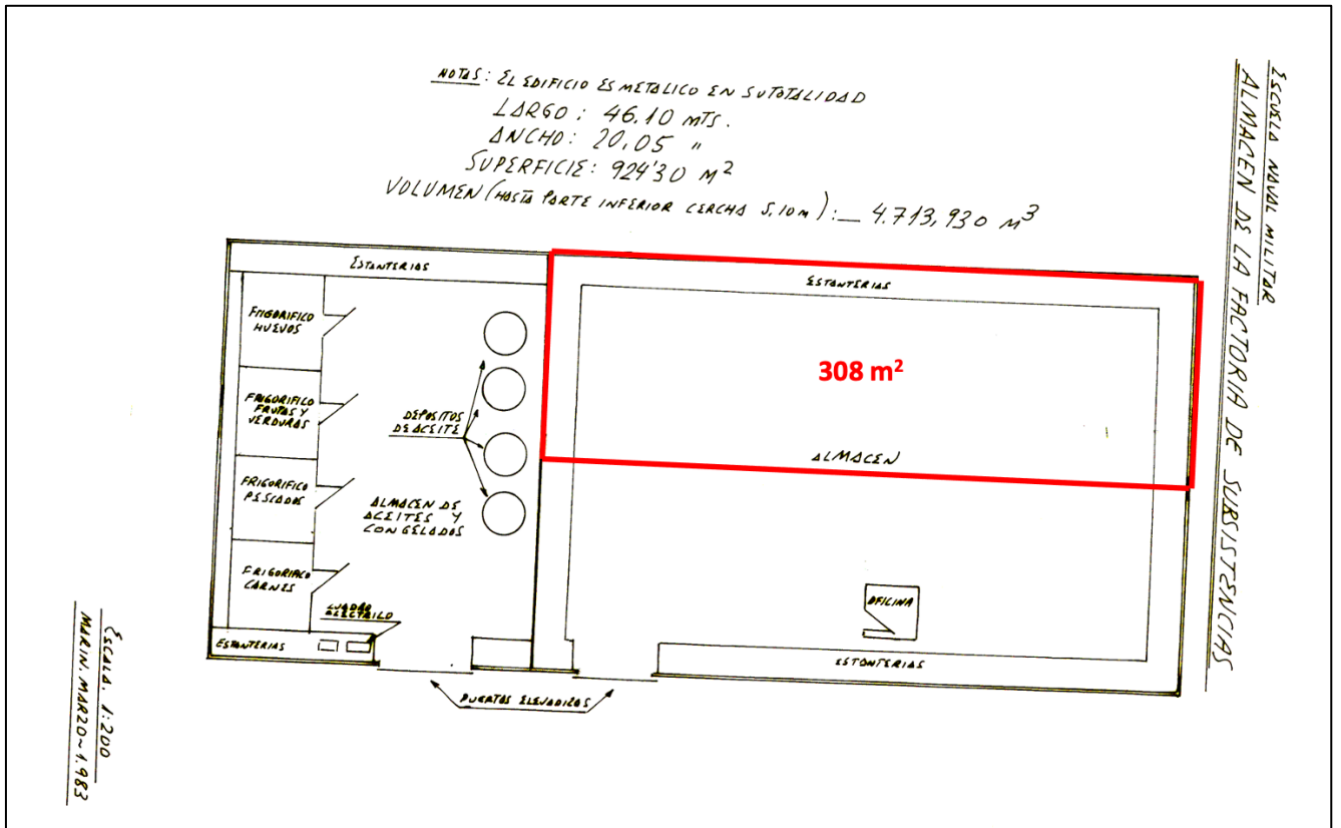


Figura A2-2 Almacén de Subsistencias [Servicio de Mantenimiento ENM]

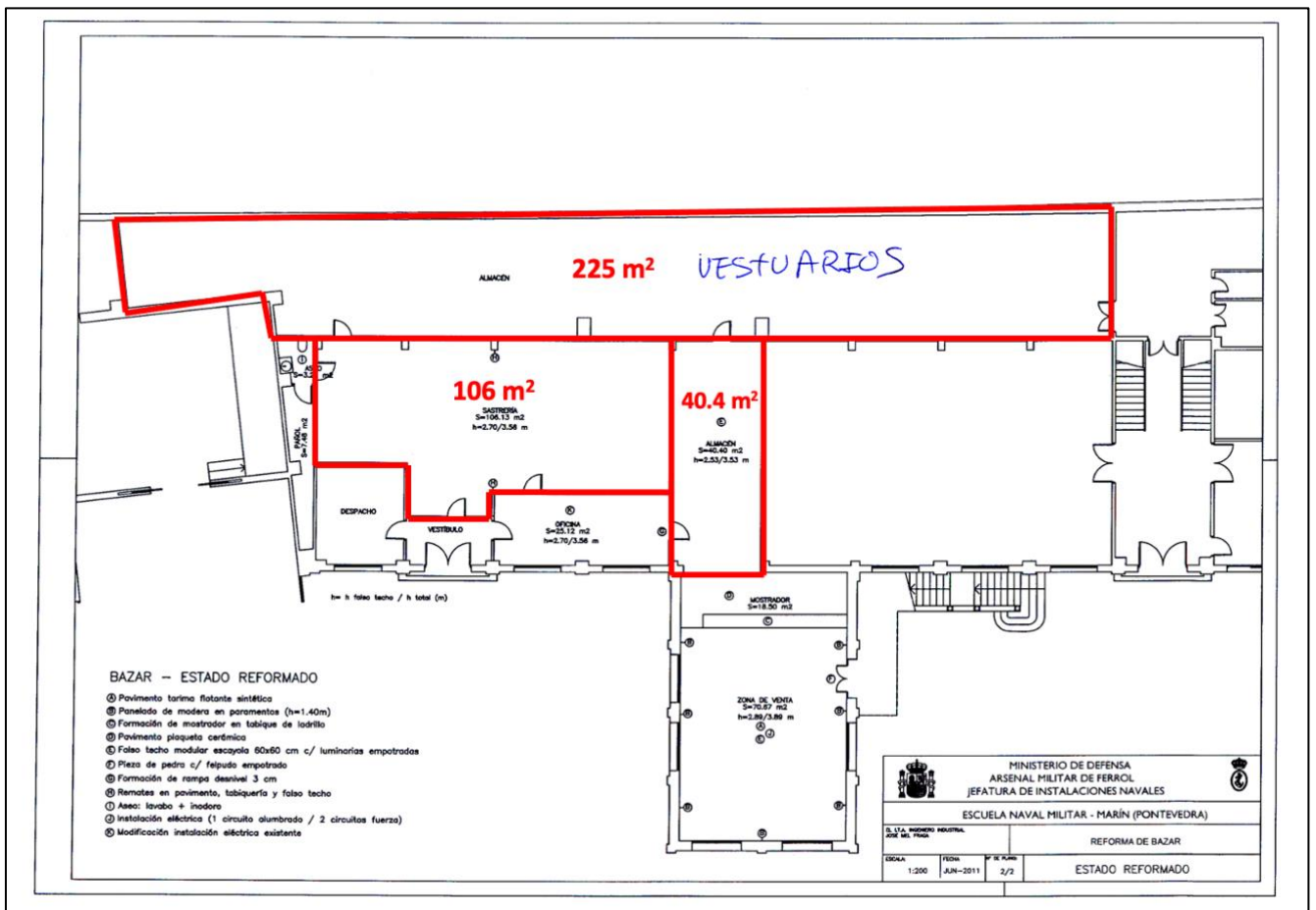


Figura A2-3 Tienda, Sastrería y Almacén Trasero [Servicio de Mantenimiento ENM]

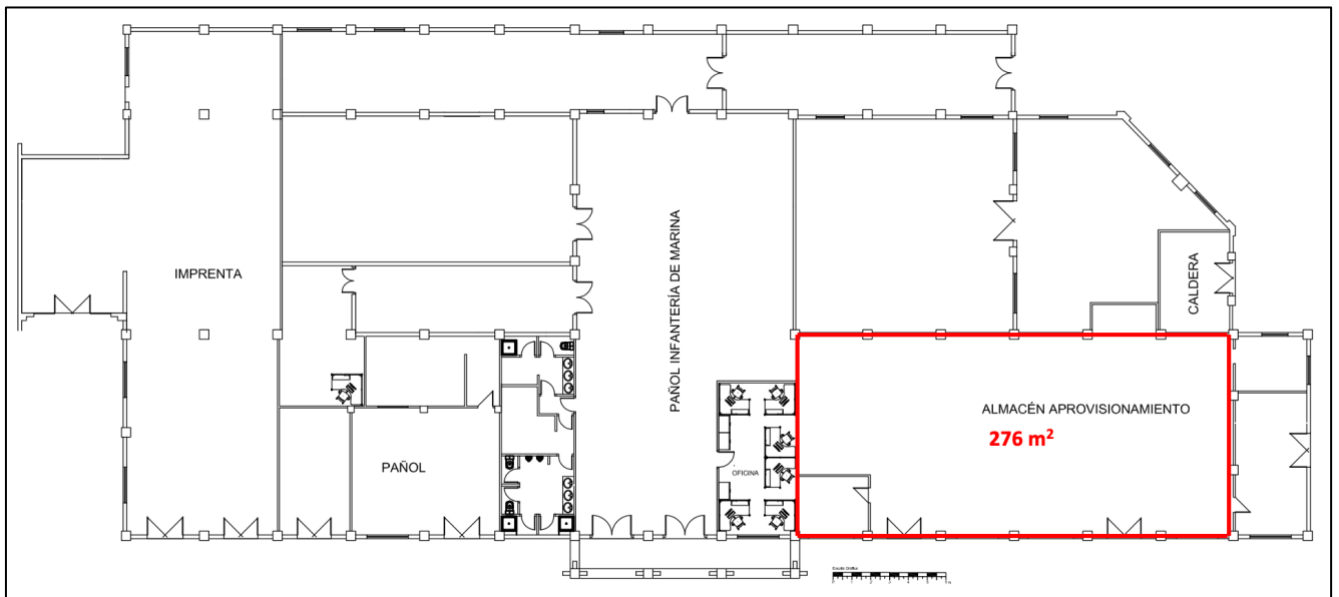


Figura A2-4 Almacén de Aprovisionamiento [Servicio de Mantenimiento ENM]