



XXX CAGLOG

## **TRAZABILIDAD LOGÍSTICA SECURIZADA EN DEFENSA**

**SECCIÓN DE ALTOS ESTUDIOS**

**Fabián Rafael TORRES SUÁREZ**

21 de Abril de 2022

**ESCUELA SUPERIOR DE LAS FUERZAS ARMADAS**

**PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO**

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
LA TRAZABILIDAD LOGÍSTICA SECURIZADA EN DEFENSA .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCACIÓN SEGURA Y TRAZABILIDAD.....	3
2.1. TÉCNICAS DE MARCACIÓN O GRABACIÓN .....	4
2.1.1. ESTAMPACIÓN.....	4
2.1.2. MARCACIÓN CON TINTA DE SEGURIDAD .....	5
2.1.3. MARCACIÓN LASER .....	7
2.1.4. MARCACIÓN BASADA EN PECULIARIDADES DEL PRODUCTO... ..	8
2.1.5. MARCACIÓN BASADA RFID TAGS PASIVOS NFC .....	9
2.2. TIPOS DE MARCACIÓN .....	12
2.3. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y LOCALIZACIÓN .....	12
3. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS .....	14
ILUSTRACIONES .....	1
BIBLIOGRAFÍA .....	2

**PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO**

## LA TRAZABILIDAD LOGÍSTICA SECURIZADA EN DEFENSA

### 1. INTRODUCCIÓN

La historia de la logística y la defensa se ha escrito con frases muy descriptivas de su importante relevancia. Así se atribuye a Sun Tzu (siglo VI a. C.): “La línea entre el orden y el desorden reside en la logística”. Alejandro Magno: “Mis logísticos son un grupo sin sentido del humor. Saben que, si mi campaña falla, ellos serán los primeros a los que mate”. Incluso a Napoleón se le atribuye la frase: “Los amateurs hablan sobre táctica, los profesionales estudian Logística”.

Pero es sólo cuando vamos más allá del número de lote y llegamos a la identificación unitaria de todos y cada uno de los componentes de los sistemas de armas, cuando estamos verdaderamente preparados para dar un salto cuantitativo en la logística para poder hacer seguimiento y localización de los mismos, de forma que podamos conocer el detalle de su ciclo de vida y así poder saltar, por ejemplo, del mantenimiento preventivo al mantenimiento predictivo.

La logística es un campo que como ingeniero industrial me ha interesado a lo largo de toda mi carrera profesional. Desde mis inicios en SEAT, S.A. donde aprendí la optimización de la cadena de valor con la integración de proveedores de la Zona Franca y los parques logísticos a través de los sistemas informáticos, llegando incluso a pagar las baterías a los proveedores en el momento de realizar la venta al cliente final del vehículo, para lo que se necesita tener la identidad única de cada producto que compone el vehículo, era el primer espejo de gemelo digital de cada vehículo pues se disponía de la explosión o lista de materiales (BoM-Bill of Materials) de detalle de cada uno individualmente, a través de su número de bastidor. Más adelante en la multinacional holandesa Philips participé en el desarrollo del “*Goods Movement Information System*”, para realizar el seguimiento de los productos desde fábrica hasta el cliente final, con una compleja red de almacenamiento y distribución. Hoy en día trabajo en la multinacional Suiza SICPA dedicada a dotar de marcaciones seguras materiales y digitales a los productos en circulación para realizar su seguimiento y localización (*track & trace*) a lo largo de las cadenas de distribución para dar información fiable de los mismos e incluso ayudar a gobiernos y fabricantes a luchar contra el comercio ilícito.

Puesto en contacto con Generales y Oficiales con responsabilidades en el ámbito de la logística me indicaban ámbitos en los que la trazabilidad podría constituir una herramienta de incuestionable valor, tal era el caso de:

- Munición, misiles y explosivos: Especialmente tras los repliegues donde en el caso de munición de bajo calibre ante la duda muchas veces se procedía a enviar a los campos de tiro para su consumo (al no conocerse con exactitud muchas veces el número de misiones que acumulaban). Y tan bien, como mal menor, a su desmilitarización, pero con muy elevados costes. Gran sensibilidad en este caso en el Ejército de Tierra.
- Contenedores de vida, carga, taller, frigoríficos, ... con una problemática similar a la anterior, resultando de especial interés en este caso recoger sus pesos, volúmenes, tiempos de puesta en movimiento, ... ya que, llegado el caso y en función de la situación en la zona de operaciones, permitiría a los investigadores operativos, establecer calendarios de repliegue, ventanas y optimización del uso de los distintos modos de transporte disponibles.
- Raciones de combate/previsión y medicamentos: Para poder tener en los sistemas información detallada de los mismos, y así saber si se debe hacer una retirada de los mismos por cualquier incidencia detectada.
- Repuestos críticos: especialmente para evitar la parada de sistemas de armas.
- Combustibles: para conocer en todo momento sus características y muy especialmente si no han sido manipulados o diluidos.
- Control de armas: Para conocer detalladamente las personas que han tenido asignada una determinada arma a lo largo de toda su vida útil.
- Vestuario: Especial interés en protecciones especiales para valorar y extender en lo posible la vida útil remanente.

En encuestas similares, además del mero control logístico enunciado por el Ejército español, en otros países se detectó una necesidad adicional relacionada con la legitimidad del origen de los productos al haberse encontrado falsificaciones en temas tan críticos como son los repuestos. O el caso de un país donde se quería llevar un mayor control del vestuario e identificaciones personales pues "los malos" se adueñaban o imitaban el vestuario para acceder a instalaciones con zonas de acceso restringido.

Ni que decir tiene que el mayor interés está, en último término, en tener un gemelo digital de un sistema de armas completo con la explosión de todos sus subsistemas, componentes, piezas y repuestos que con sus debidas marcaciones y sensores nos ayuden a optimizar su ciclo de vida mediante mantenimientos predictivos de sus partes. Un subconjunto, dada su especial problemática, sería la preparación de vehículos para el teatro de operaciones, ya que las configuraciones de los mismos son muy variadas, y para cada uno de ellos resulta complicado conocer qué es lo que llevan montado, como: equipos de radio, equipación de los combatientes embarcados, radios *handheld*, armamento individual, visores nocturnos o todo aquello que se quiera monitorizar.

Pretendo en este ensayo comentar el estado del arte de algunas de las últimas tecnologías disponibles para mejorar la logística de la Defensa (ESTADO MAYOR DEL EJÉRCITO, 2012) en base a la identificación segura y a las herramientas informáticas de última generación de trazabilidad que permiten transformar datos de los sistemas de armas en información, que mediante el empleo de inteligencia artificial elevamos a conocimiento, con el que poder optimizar el ciclo de vida de éstos, en base a la mejora de su sostenimiento, toda vez que, en teatro de operaciones, pueden proveer de información muy relevante utilizando las nubes de combate o bien provisionar información logística clave para el avituallamiento y sostenimiento de los despliegues y la organización ordenada y optimizada de repliegues.

## **2. MARCACIÓN SEGURA Y TRAZABILIDAD**

Como hemos comentado podemos elevar la protección de los sistemas y sus componentes graduando la intensidad de su marcación y de la cantidad y calidad de las trazas que queramos tener de los mismos.

Así podríamos decir que para componentes muy elementales de poca criticidad (p.e. tornillos) sólo requiramos su número OTAN de Catálogo (NOC) (OTAN, 2022), se recomendaría utilizar también para estandarizar otras codificaciones como EAN (GS1, n.d.), para otros componentes un poco más críticos además de su NOC o EAN , deberíamos disponer de su número de lote y para otros que queramos controlar en máximo detalle, requeriremos dotarles de un identificador único (si no viene de fábrica), en el campo aeronáutico estas identificaciones están bastante bien desarrolladas en la norma ISO 21849:2022 (ISO, 2022).

Y en cuanto a sus trazas, cuando representan una cierta criticidad lo primero es asociarlos con el sistema al que pertenecen y a medida que son más críticos establecer su secuencia de sostenimiento: para los de criticidad normal estableciendo su mantenimiento preventivo e intentando para los de mayor criticidad incluso tomar valores de variables que incidan en su vida útil (temperatura, humedad, radiación, ...) para así poder efectuar mantenimientos predictivos.

Vamos a describir sucintamente algunas de estas tecnologías.

## 2.1. TÉCNICAS DE MARCACIÓN O GRABACIÓN

Dependiendo de la protección con la que queramos dotar a los distintos componentes de los sistemas de armas podemos aumentar el nivel de seguridad de su marcación. Es el caso por ejemplo de la legislación de EEUU en esta materia donde se restringe la cesión de determinados sistemas o tecnologías a ciertos países. Así por ejemplo aquellas armas que se quieren rastrear para evitar que salgan de los perímetros geográficos de seguridad acordados, se podrían controlar mediante marcaciones especiales invisibles, de forma que, si se encuentran en un determinado país indebido, se sepa rastrear hasta saber el país donde se ha producido la irregularidad.

A veces no se requiere dar una identificación única a cada uno de los productos de un determinado activo, sino que por ejemplo se quiere únicamente conocer su origen. Tal podría ser el caso de la marcación del fuel para evitar la financiación de grupos terroristas, para lo que se utilizan moléculas en partes por millón que se agregan al fuel para determinar su origen. O en el caso de explosivos que se utilizan marcadores formados por mezclas en proporciones determinadas de lantánidos y actínidos, lo que permite incluso tras la deflagración o detonación determinar el origen del producto, pues al ser estos marcadores poco abundantes en la naturaleza no suelen estar habitualmente en proporciones significativas para afectar a las medidas de las muestras que se realizan en teatro de operaciones.

En los casos en que sí se requiera conocer la identidad concreta de cada producto, se debe tener muy en cuenta que la marcación tenga una duración y resistencia suficientes como para incluso superar la vida útil del objeto marcado.

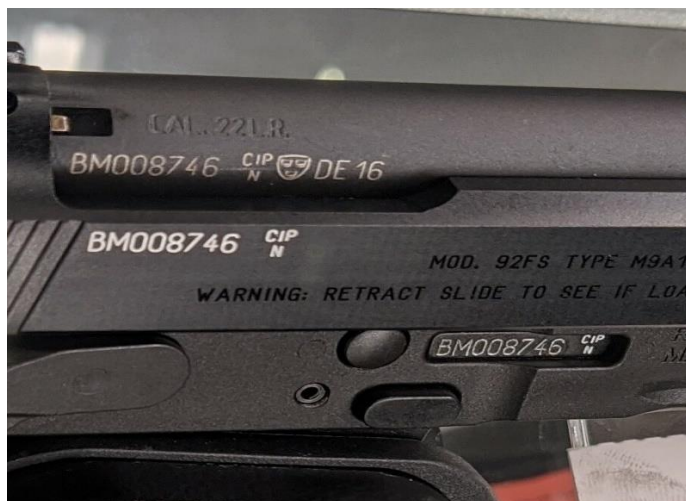
De aquí que a la hora de determinar el tipo de marcación a realizar se deban tomar en consideración los siguientes factores:

- Superficie a marcar. No es lo mismo metal, que vidrio, que plástico, que tejidos, etc..
- Técnica de marcación: estampación, laser, tampografía, serigrafía, holograma, termograbado ...
- Resistencia de la marcación a: limpieza, abrasión, corrosión, roce, desgaste, radiación, etc..
- Tipo de marcación: número de serie, código bidimensional, código QR, ...

### 2.1.1. ESTAMPACIÓN

Es una forma de marcación y serialización muy habitual en armamento, pero que estamos viendo que para el control de doble uso (JIMDDU) y limitaciones de

exportación (GARRIGUES, 11-05-2020) da problemas cuando los “malos” borran los números de serie así estampados, pues con ello intentan ocultar el canal de distribución o el origen de dicha arma. En este sentido la ATF (Departamento de Alcohol, Tabaco, Armas de Fuego y Explosivos, de EEUU) obliga que las marcaciones las armas de fuego tengan un mínimo de 0,07620 mm de profundidad



*Ilustración 1 Estampación Numero Serie arma ligera combinada con láser – Foto Telesis*

De aquí que se estén realizando en este momento múltiples marcaciones adicionales en múltiples piezas del arma (visibles, discretas o invisibles) para ser capaces de determinar siempre su origen y recorridos.

Existen técnicas basadas en la deformación del metal bajo la estampación que permiten en cualquier caso llegar a determinar qué marcación portaba el arma en origen, aunque los “malos” hayan intentado eliminarla.

### **2.1.2. MARCACIÓN CON TINTA DE SEGURIDAD**

Por su bajo precio es una de las marcaciones de producto más extendidas. Se puede hacer con tintas visibles o invisibles y aplicar a múltiples tipologías de superficies. También se pueden aplicar al producto directamente o bien mediante una etiqueta adhesiva. Además, las tintas pueden llevar un marcador (*taggant*) para detectar su legitimidad, y por ende la del producto que etiquetan.

Existen tintas en cuatro niveles de seguridad:

1. Visible: Se detectan por el ojo humano, por ejemplo, por un cambio de color al mover el objeto que las lleva incorporadas. Son las que vemos actualmente en los billetes de banco.



*Ilustración 2 Tinta SICPA iridiscente Euro*

2. Semioculto: Requieren de un instrumento sencillo por ejemplo un filtro polarizador para revelar su existencia.



*Ilustración 3 Reveladores marcación SICPA*

3. Oculto: Requieren en este caso de algún aparato de mayor sofisticación para su detección ya que deben encontrar y/o medir alguna característica fisicoquímica de la tinta en cuestión.



*Ilustración 4 Detector marcador SICPA HD20*

4. Forense: En este caso se requiere un examen a nivel de laboratorio con sofisticados aparatos, en ningún caso portátiles.



*Ilustración 5 Analizador SICPA*

SICPA es un productor de este tipo de tintas con sus propios marcadores de alta seguridad, que se usan para dar legitimidad a los productos: algo tan frecuente como necesario por ejemplo en el terreno de los repuestos.

Este tipo de marcación se utiliza también, por ejemplo, en el caso de cartuchos de explosivos. Se suele utilizar un código bidimensional o QR para facilitar su lectura.

No ofrece tanta resistencia como otros tipos de marcaciones que recogemos, si bien se está empleando con éxito en zonas internas o protegidas de los distintos productos como identificación adicional y, normalmente, utilizando las tintas que no son visibles, protegiéndolas además mediante laminación para evitar su borrado con disolventes.

### **2.1.3. MARCACIÓN LASER**

Esta tecnología permite hacer marcaciones sobre distintos tipos de superficies (plásticos, metales, vidrio, piedra, ...), incluso con la pieza en movimiento, debiendo para ello calibrarse y sincronizarse el haz que va a atacar la superficie. Se controla con un ordenador que sirve para calibrar la marcación y además indica al laser el contenido a grabar en la superficie.



*Ilustración 6 Marcación laser foto cortesía de Technotic Media*

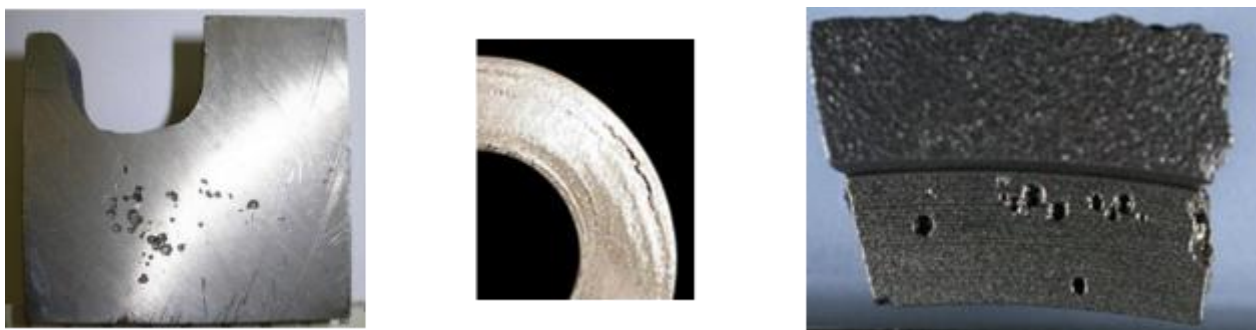
Actualmente se emplea incluso en determinados regimientos para hacer una marcación particular de su armamento, por ejemplo, con un código QR que permite hacer una lectura rápida en el armero.

Aunque los “malos” intentan borrar este tipo de marcación láser, dada la temperatura focal que se produce en el proceso, los elementos de la aleación (muchas veces carbono) alteran su concentración en los alrededores con lo que mediante técnicas forenses se puede recuperar la marcación original del producto.

#### **2.1.4. MARCACIÓN BASADA EN PECULIARIDADES DEL PRODUCTO**

En este tipo de marcación no se pone o adiciona nada en el producto: No hay un marcado específico como tal. El código se basa en las peculiaridades que ha generado el proceso de fabricación (porosidad, encogimiento, espiráculos...). Ello constituye en sí mismo una huella dactilar propia y diferencial de cada producto.

La tecnología consiste básicamente en tomar la huella dactilar de la pieza con una cámara de precisión para su futura identificación y mediante un algoritmo generar un código alfanumérico que asocia la imagen aumentada y el producto que se vinculará al número de serie del mismo. Este código se almacena en una base de datos segura y posteriormente con cámaras, como la que tomó la foto original del producto, o con un móvil con una lente especial de aumento, se vuelve a tomar otra foto, que con la aplicación propietaria genera el código alfanumérico correspondiente que se busca en la base de datos de productos para su identificación.



*Ilustración 7 Muestras tomadas de productos metálicos – elaboración propia*

### **2.1.5. MARCACIÓN BASADA RFID TAGS PASIVOS NFC**

En este caso emplearemos tags RFID pasivos que requieren de un lector específico a una distancia inferior a 1,0 - 1,5 metros, pues es esencial para el caso de elementos de protección o de armamento, para que no puedan ser utilizados por el enemigo para delatar la presencia y posición de tropas.

La ventaja del empleo de este tipo de identificación es que facilita enormemente todas las labores logísticas de distribución, almacenamiento, asignación a personal, sostenimiento y desmilitarización. Constituyendo hoy en día una de las herramientas más útiles para optimizar el ciclo completo de vida de los materiales críticos (sistemas de armas, protecciones, visores, equipos de radio,...).



*Ilustración 8 Utilización RFID en arma corta foto SICPA*

Con esa identificación única de cada producto, legible con dispositivos manuales o por arcos de paso de lectura automática, podemos almacenar y recoger en la base de datos toda la información relevante de cada uno de estos activos.

Es de destacar que el precio de este tipo de tags ha disminuido terriblemente encontrándose fácilmente en este momento con precios unitarios inferiores a 5 céntimos de dólar americano.

Este abaratamiento pone esta tecnología en ratios de coste/beneficio nunca antes imaginados en el campo de la logística. Además cada vez los lectores son de mayor calidad, funcionan mejor (incluso en ambientes con todo tipo de ruido electromagnético) e igualmente han bajado mucho sus precios, pudiendo desplegarse por tanto en todos los depósitos, arsenales, maestranzas, polvorines, armerías, almacenes, etc..

De esta forma resulta muy sencillo realizar el emparejamiento por ejemplo de un arma a una persona, leyendo por un lado el RFID del arma y por otro la huella dactilar de la persona:



*Ilustración 9 Lector RFID arma y lector huella. Fotos SICPA*

O bien en forma automática a la entra/salida de los depósitos de armas combinando la identificación por RFID del arma y la biométrica de la persona o su identificación digital segura (la cual merecería un estudio adicional dado el peligro actual de craqueo de claves de las actuales con la computación cuántica):



*Ilustración 10 Arcos detección RFID, fotos SICPA*

Resultando además terriblemente sencillo y rápido efectuar los inventarios de armamento:



*Ilustración 11 Control inventario armamento foto SICPA*

## 2.2. TIPOS DE MARCACIÓN

En el siguiente cuadro podemos ver distintos tipos de marcación:

<b>HRC</b>	Human Readable Code	 9 501101 530003	Caractères visibles
<b>1D</b>	Codigos de barras Unidimensionales estandar	 EAN 128 (01)984123456789010(3102)001228	Contienen una cantidad limitada de información
<b>70 años (1952)</b>		 EAN 13 7 640125 932034	
<b>2 D</b>	Codigos Bidimensionales (matriciales) estandar	 Datamatrix	Pueden almacenar hasta más de 1000 caracteres
		 QR	
<b>28 años (1994)</b>			
<b>RFID</b>	Radio identificación Tag+lector		Pueden contener varios miles de caracteres y son regrabables.
<b>102 años (1920) experimentos iniciales MIT</b>			
<b>Códigos específicos con marcación oculta, visible y semi-cubierta</b>			Con medidas de seguridad Especialmente adaptables y repositorios de información 24

Ilustración 12 Tipos de marcación 2D - elaboración propia

Estas marcaciones, cuando hay serialización, se suelen realizar con tinta o con láser. Dada la proliferación de los códigos QR, es muy importante hoy en día realizar (por temas de seguridad) serializaciones que tengan encriptación matemática en la generación de la secuencia de códigos, de forma que su lectura deba realizarse con dispositivos que revelen o descifren la información y que opcionalmente puedan además dar paso a los distintos niveles de la información clasificada dependiendo de la identificación digital segura del que realiza la lectura: en este último caso por ejemplo sólo desde ordenadores clasificados con una cámara especial de lectura conectados mediante una red segura a las bases de datos de, por ejemplo, armamento y material.

## 2.3. SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y LOCALIZACIÓN

Para el correcto seguimiento y localización necesitamos tomar datos básicos de los productos en su circulación. Denominamos evento a la terna que forman: la identidad única del producto, la coordenada de espacio donde se encuentra y la coordenada de tiempo en que se encuentra en esa ubicación.

La toma de esos eventos se puede realizar:

- Discreta: Mediante aparatos que leen la identificación y registran la coordenada de tiempo y espacio. Estos aparatos pueden ser portátiles, teléfonos móviles, pórticos de lectura, etc..
- Semicontinua: Cada X tiempo el objeto transmite su posición, lo que requiere el empleo de baterías y, dependiendo del nivel de seguridad, utilizando un tipo de espectro de ondas de comunicaciones seguras con/sin encriptación.
- Continua. El objeto transmite en forma continua su posición. Gran consumo de batería o emisor conectado a una fuente continua de alimentación.

Además de estas tres variables fundamentales (identidad única, tiempo y espacio), se pueden recoger otros datos o mediciones, como habíamos indicado, por ejemplo: temperatura, humedad, radiación, velocidad, desgaste, tiempo acumulado de uso, viscosidad para líquidos, etc...

Todos estos datos se almacenan en repositorios para su procesamiento. Como podemos imaginar, normalmente estamos frente a un enorme volumen de información (es lo que denominamos Big-Data) de todos los productos que estamos rastreando. Hoy en día gracias a los sistemas de información, a la analítica de datos y a la inteligencia artificial y el *Maching Learning*, podemos obtener patrones de comportamiento que nos pueden ayudar a inferir y predecir hechos próximos, lo que constituye una herramienta potentísima para el mantenimiento predictivo y, por tanto, para optimizar la vida útil de los activos. Este tipo de mantenimiento predictivo consiste en poner umbrales de valores a las variables de control de ciclo de vida de los distintos componentes de los sistemas de armas que queramos controlar, de forma que se disparen alarmas cuando salgamos o estemos próximos a salir de la tolerancia que hayamos dado a cada una de dichas variables. Evidentemente necesitamos también de las herramientas de Inteligencia Artificial que, con herramientas de aprendizaje, nos determinen incluso que, estando todas las variables en sus márgenes de tolerancia, al estar dos o tres de ellas próximas a su límite, recomienden una determinada acción por análisis probabilístico-predictivo para evitar el fallo o la avería.

Otro componente a añadir para el caso de querer securizar la información y garantizar su inmutabilidad es añadir a Blockchain (ZURDO, 2018) parte de la información crítica-sensible. Aquí siempre me gusta destacar que Blockchain no garantiza la trazabilidad, como he podido comprobar en mi vida profesional, pues si “los malos” manipulan o falsifican la identificación-marcación del componente en cuestión en el mundo real, nos podemos encontrar con un gemelo digital que tenga cuatrillizos o quintillizos en la Tierra (uno legítimo más sus respectivas “n” falsificaciones).

Para el caso comentado de vehículos en el campo de operaciones existiría la posibilidad también de sensorizar todo el material embarcado que se desee trazar (por ejemplo etiquetar con RFID o tags IoT radios embarcadas o portátiles, armamento, ... ) para que aportasen datos a la centralita del vehículo tanto automáticamente o a voluntad del jefe de vehículo, y desde dicha centralita transmitir dicha información por las redes operativas (BMS, TALOS...) a la nube de combate para tener más información y control de las operaciones.

### **3. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS**

Dado que existen recursos escasos para el sostenimiento de los sistemas de armas, habrá que optimizar al máximo de ciclo de vida de estos para garantizar su estado de buen uso y abaratar al máximo los costes que ello implica.

Gracias a las distintas nuevas tecnologías descritas de:

- **MARCACIÓN:** estampación, tintas de seguridad, láser, huella digital de producto, RFID, y otras protegidas por confidencialidad,
- **SEGUIMIENTO Y LOCALIZACIÓN:** discreto, semicontinuo, continuo,
- **SENSORIZACIÓN:** para el control de variables tales como temperatura, humedad, radiación, velocidad, desgaste, ... que afectan a los distintos componentes y partes de los sistemas,

hoy en día podemos aumentar la vida útil de los sistemas de armas aumentando su fiabilidad y disminuyendo su riesgo de fallo o avería, utilizando como comentábamos Inteligencia Artificial.

Todos los casos de uso expuestos en la introducción pueden ser satisfechos con las metodologías y herramientas antes descritas, aportando además capacidad para averiguar el comercio ilícito de productos mediante marcaciones invisibles o discretas que permiten trazar el origen de los mismos, muy especialmente en lo referente a empleo de doble uso y control de exportaciones. Una ventaja añadida es que estos sistemas se integran muy fácilmente con los sistemas tradicionales logísticos, como he tenido la oportunidad de comprobar en mi vida profesional, complementando enormemente sus funcionalidades actuales y aportando una relación coste beneficio muy ventajosa, especialmente dada la precaria situación presupuestaria para el sostenimiento de sistemas de armas.

Por tanto, es fácil a fecha de hoy mediante marcación serializada de los NOC (NATO, 2022), sensorización y sistemas de seguimiento y localización, optimizar y securizar la logística de la defensa. Estas soluciones tecnológicas son, sin lugar a dudas, facilitadoras del mantenimiento predictivo real de los sistemas de armas,

encajando absolutamente con la hoja de ruta que se quiere dar a futuro al sistema SIGLE, y por tanto de máximo interés y relevancia para la BLET (COR. CERCENADO, 2022).

Madrid, 21 de Abril de 2022

Fdo.: Fabián Rafael TORRES SUÁREZ

(4168)<sup>1</sup>

(3820)<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Este número es el resultado de la suma del número de palabras incluidas en el cuerpo principal del trabajo, índice y la bibliografía.

<sup>2</sup> n° palabras incluidas en el paréntesis anterior menos la suma del n° palabras de la bibliografía más las del índice. En este caso  $4168 - (271+77) = 3822$ .

**ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 Estampación Numero Serie arma ligera combinada con láser – Foto Telesis.....	5
Ilustración 2 Tinta SICPA iridiscente Euro.....	6
Ilustración 3 Reveladores marcación SICPA.....	6
Ilustración 4 Detector marcador SICPA HD20.....	6
Ilustración 5 Analizador SICPA .....	7
Ilustración 6 Marcación laser foto cortesía de Technotic Media.....	8
Ilustración 7 Muestras tomadas de productos metálicos – elaboración propia...	9
Ilustración 8 Utilización RFID en arma corta foto SICPA.....	9
Ilustración 9 Lector RFID arma y lector huella. Fotos SICPA .....	10
Ilustración 10 Arcos detección RFID, fotos SICPA.....	11
Ilustración 11 Control inventario armamento foto SICPA .....	11
Ilustración 12 Tipos de marcación 2D - elaboración propia.....	12

**BIBLIOGRAFÍA**

COR. CERCENADO, G., 2022. *PROYECTO TECNOLÓGICO DE LA BASE LOGÍSTICA DEL EJERCITO DE TIERRA*. Madrid, SEALE.

ESTADO MAYOR DEL EJÉRCITO, 2012. *Instrucción General 06/11 Sistema de Apoyo Logístico*. s.l.:Ministerio de Defensa.

GARRIGUES, 11-05-2020. *Se intensifican los controles de exportación de material de defensa y otro material cuando así lo requiera la sensibilidad de la operación y los intereses nacionales*. [En línea] Available at: [https://www.garrigues.com/es\\_ES/noticia/intensifican-controles-exportacion-material-defensa-otro-material-cuando-asi-requiera](https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/intensifican-controles-exportacion-material-defensa-otro-material-cuando-asi-requiera) [Último acceso: 07 04 2022].

GS1, s.f. *Códigos de barras EAN/UPC*. [En línea] Available at: <https://www.gs1es.org/codigo-ean-upc-codigos-de-barras/> [Último acceso: 20 04 2022].

ISO, 2022. *ISO 21849:2022 Aircraft and space — Industrial data — Product identification and traceability*. [En línea] Available at: <https://www.iso.org/standard/75600.html> [Último acceso: 21 04 2022].

NATO, 2022. *NATO CODIFICATION*. [En línea] Available at: [https://www.nato.int/structur/AC/135/why\\_catalog/index.htm](https://www.nato.int/structur/AC/135/why_catalog/index.htm) [Último acceso: 20 04 2022].

OTAN, 2022. *Número OTAN de Catálogo (NOC)*. [En línea] Available at: <https://www.defensa.gob.es/portalservicios/servicios/industriadefensa/catalogacion/> [Último acceso: 20 04 2022].

ZURDO, R. P., 2018. *Blockchain': la descentralización del poder y su aplicación en la defensa*. [En línea] Available at: [https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs\\_opinion/2018/DIEEEE070-2018\\_Blockchain\\_PalomoZurdo.pdf](https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2018/DIEEEE070-2018_Blockchain_PalomoZurdo.pdf) [Último acceso: 20 04 2022].