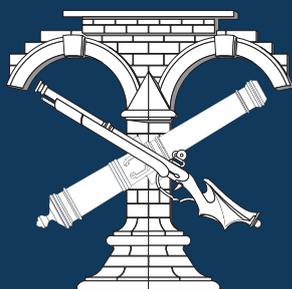


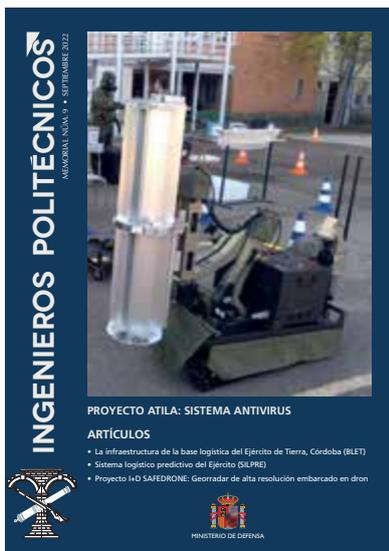


PROYECTO ATILA: SISTEMA ANTIVIRUS

ARTÍCULOS

- La infraestructura de la base logística del Ejército de Tierra, Córdoba (BLET)
- Sistema logístico predictivo del Ejército (SILPRE)
- Proyecto I+D SAFEDRONE: Georradar de alta resolución embarcado en dron





DIRECCIÓN
Rafael Tejada Ximénez de Olaso
General de división

REDACCIÓN
Joaquín Rael Otamendi
Coronel

COORDINACIÓN
Antonio Cantero Obregón
Comandante
Elisa Gato Lorenzo
Capitán

CONSEJEROS
Juan Emilio Muñoz Garrido
General de división
Patricia Ortega García
General de división
Jesús Carlos Gómez Pardo
General de brigada
Joaquín de la Torre Fernández
General de brigada
Manuel Blasco Gómez
General de brigada
Moisés Serrano Martínez
Coronel
José Vicente Haro Martínez
Coronel
Pedro Bueno Fernández
Coronel
Juan Carlos García Palacios
Coronel
Ernesto Ángel Vera Vicente
Teniente coronel
Jaime Michelena García
Teniente coronel
Alejandro Carballo Rodríguez
Teniente coronel

DISEÑO Y MAQUETACIÓN
Ministerio de Defensa

NIPO 083-15-180-8 (edición en línea)
ISSN 2444-7757 (edición en línea)
NIPO 083-15-179-5 (impresión bajo demanda)

SUMARIO

NÚMERO 9 • AÑO IX • SEPTIEMBRE 2022

PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR	4
Rafael Tejada Ximénez de Olaso General de división	
INGENIEROS ILUSTRES	6
• CORONEL DOCTOR INGENIERO MANUEL FERNÁNDEZ CÁNOVAS	
CENTROS Y ORGANISMOS	10
• LA SECRETARÍA INSTITUCIONAL DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO Juan Carlos García Palacios Coronel CIP (EOF). Construcción	
RETAZOS DE LA HISTORIA	88
• EL HONOR DE UN BRIGADIER José Manuel Padilla Barrera Teniente coronel CIP (EOF). Construcción	
OBSERVATORIO DE LA INGENIERÍA	
• LA INFRAESTRUCTURA DE LA BASE LOGÍSTICA DEL EJÉRCITO DE TIERRA, CÓRDOBA	94
Guillermo Collazos Ramos Teniente coronel CIP (EOF). Construcción	
• LOS ESTUDIOS DE DOCTORADO EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO	106
Juan Carlos García Palacios Coronel CIP (EOF). Construcción	
SECCIONES	
NOTICIAS DEL CUERPO	
• Acto Institucional del Cuerpo 2020	120
• Tomas de Mando	124
• FCIGen, producto OTAN desarrollado íntegramente por la JIMALE	127
MISCELÁNEA	128

Este memorial se puede solicitar en papel en la modalidad de impresión bajo demanda. Impreso de solicitud disponible en el memorial.

Los números editados se pueden consultar en formato electrónico en:
<https://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/revistas>
 APP Revistas Defensa: disponible en tienda Google Play
<http://play.google.com/store> para dispositivos Android,
 y en App Store para iPhones y iPads, <http://store.apple.com/es>

Este memorial tiene por objeto promover la conservación de los valores y tradiciones que conforman el acervo identificador del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, constituyendo además, un medio para la divulgación entre sus miembros, de su historia, de los conocimientos específicos más actuales y de los acontecimientos más significativos en los que participen.
 Los trabajos publicados representan únicamente la opinión personal de sus autores.



Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid
 © Autores y editor, 2022

Portada: ATILA, montaje completo sobre robot EOD AVENGER
 (Fuente: Capitán CIPET Saúl Álvarez Vinuesa, 2021)

Reflexiones sobre el liderazgo 26

Manuel Blasco Gómez
General de brigada CIP (EOF)
Construcción

Aplicación de la metodología de gestión de proyectos para la mejora en la protección de la telefonía móvil corporativa 32

Diego Muñiz Rodríguez
Comandante CIP (EOF)
Telecomunicaciones y Electrónica

Proyecto I+D SAFEDRONE «Georradar de alta resolución embarcado en dron para detección de IEDs y minas terrestres enterradas» 2020-2021 42

José Luis Mingote Abad
Coronel CIP (EOF)
Armamento

Sistema logístico predictivo del Ejército (SILPRE) 54

Manuel Mateo Girona
Teniente coronel CIP (EOF)
Armamento

El STANAG 2280, respecto a la capacidad de protección de la infraestructura y su aplicación en centros de ensayo 64

Alfredo Gil Laso
Capitán CIP (EOT)
Construcción

Proyecto ATILA: Sistema antivirus por medio de iluminación de luz ultravioleta autónomo 78

Saúl Álvarez Vinuesa
Capitán CIP (EOF)
Telecomunicaciones y Electrónica



PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR

Conocer, divulgar...

*General Inspector del CIPET
Rafael Tejada Ximénez de Olaso*



Queridos compañeros y amigos,

Ha pasado un año más desde que asumí la Inspección del Cuerpo y, consecuentemente, la Dirección de este Memorial con el firme objetivo de seguir impulsando su difusión entre los componentes del Cuerpo y del Ejército.

Si bien en la presentación del anterior Memorial os indicaba que la Inspección del Cuerpo había pasado a denominarse «*Representación Institucional del CIPET*», tengo la satisfacción de comunicaros que tras insistentes y no pocas gestiones (reuniones, informes, notas de despacho,...), hemos conseguido recuperar la figura del **General Inspector del CIPET** cargo que, como sabéis, recae en el General de División del Cuerpo más caracterizado destinado en la estructura del ET, recuperando así una de las tradiciones del Cuerpo en el que, desde su creación en 1940 hasta bien entrados los años 1990, los Generales del Cuerpo recibían el nombre de General Inspector para los Generales de División y General Subinspector para los Generales de Brigada (según la época las denominaciones también fueron General Inspector de 1ª clase y General Inspector de 2ª clase, respectivamente), como podéis comprobar en las escalillas del Cuerpo de aquellos años.

Con esto recuperamos la tradicional denominación del General Inspector del CIPET, figura sustituida por la de representante institucional por decisión del JEME en el año 2020. Con la nueva disposición aprobada por el JEME, se mantiene la desaparición de la denominación del Inspector de las Armas del Cuerpo General quedando sustituida por Represen-

tante Institucional del arma (que, como sabéis, ostentan los Coroneles Directores de las Academias de las Armas), el representante institucional del CINET (antiguo Inspector) pasa a denominarse General Intendente General y, en el caso del CIPET, se retoma la denominación de General Inspector del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército.

Considero que éste es un hito destacable de cara a la conservación de los valores y tradiciones de nuestro Cuerpo y, por ello, os lo quería comunicar.

Volviendo al Memorial del CIPET, os recuerdo que su finalidad es divulgar y promover los valores, experiencias y logros que identifican a nuestro querido Cuerpo, valores que siempre nos han caracterizado y que conforman la historia y prestigio de este gran Cuerpo de Ingenieros del Ejército, así como compartirlos y darlos a conocer no sólo entre nosotros sino también al resto del Ejército para el que en muchos casos somos grandes desconocidos dado el escaso número de componentes que conformamos el CIPET.

Sale a la luz este noveno número de nuestro Memorial en el que se recogen excelentes artículos técnicos e históricos de cada una de las especialidades fundamentales del Cuerpo, así como noticias de interés y reseñas de eventos, participaciones, nombramientos y tomas de posesión de nuevos cargos ocupados por nuestros compañeros.

Dentro del apartado de semblanzas de ingenieros ilustres del Cuerpo, y con el criterio seguido en los números anteriores, publicamos la del coronel D.

Manuel Fernández Cánovas, sobradamente conocido por todos y toda una referencia en el Cuerpo, con la intención de que el reconocimiento de sus méritos sirva de ejemplo y estímulo para el resto de los ingenieros del CIPET.

En este nuevo número del Memorial, además de la portada (y el correspondiente artículo) en la que se muestra el resultado del proyecto ATILA, diseñado y desarrollado en la JIMALE con la colaboración del PCMMT y del INTA en un tiempo record y en pleno confinamiento por el COVID-19, y utilizado por el Ejército en importantes labores de desinfección que se realizaron en diferentes instalaciones, se recogen numerosos y excelentes artículos que estoy seguro os resultarán del máximo interés. Entre ellos destaco los relacionados con los dos grandes proyectos en los que se encuentra inmerso el Ejército: el proyecto tecnológico de la Base Logística (PTBLET) y el Sistema de Logística Predictiva del Ejército (SILPRE). Ambos proyectos, junto con el de la Fuerza 2035, son de un enorme calado y ambición y transformarán profundamente las actuaciones del Ejército, tanto en la Fuerza, como en el Apoyo a la Fuerza, la Logística y la formación de los futuros oficiales y suboficiales del ET.

Agradezco de todo corazón el esfuerzo, dedicación y competencia profesional de los componentes del Consejo de Redacción de este Memorial y, por supuesto y ante todo, de los autores de los distintos artículos que conforman este nuevo número de nuestro Memorial, sin cuyo esfuerzo y magníficas aportaciones no hubiera sido posible su edición.

Soy consciente de que somos pocos y que nuestras obligaciones diarias nos limitan, pero os pido a todos una vez más que hagáis el esfuerzo de colaborar con vuestras aportaciones a esta revista, ya sea en forma de artículos, noticias o pequeñas reseñas. ¡Merece la pena! Queremos, tenemos y debemos mantener y fomentar el espíritu de Cuerpo que debe caracterizarnos y este Memorial debe ser un fiel reflejo de ello.

La pandemia nos impidió celebrar en 2020 los actos y celebraciones tradicionales de gran importancia para el Cuerpo y que sirven de estímulo y cohesión entre todos sus componentes y familiares: Acto Institucional del 80 aniversario de creación del Cuerpo,

Santa Bárbara y San Fernando. En septiembre de 2021 recuperamos el acto institucional que no pudo celebrarse en 2020 y el pasado 30 de mayo de 2022 pudimos celebrar, coincidiendo con la festividad de San Fernando, el acto institucional correspondiente al año 2021 (81 aniversario de creación del Cuerpo), por lo que a fecha actual nos encontramos «al corriente» en la celebración de los actos que quedaron en su momento suspendidos o aplazados, es decir, hemos conseguido recuperar la normalidad. Por ello, lo previsto y ya autorizado por el MADOC es que el próximo 30 de septiembre celebremos en la ESPOL el acto institucional correspondiente al presente año 2022 en el que celebraremos el 82 aniversario de creación del Cuerpo y en el que podrán renovar su compromiso con la Bandera los oficiales del CIPET que, en este año 2022, cumplen sus 25, 40 y 50 años desde su egreso de la ESPOL, así como los que en el presente año 2022 han pasado a la situación de reserva. Así mismo recuperaremos también la tradicional cena de gala que se celebrará en la ESPOL al día siguiente 1 de octubre. Os animo a todos a que participéis pues es una gran ocasión para compartir grandes momentos entre compañeros y familiares en un ambiente distendido y de gran compañerismo.

En cuanto a la fecha de entrega de la Bandera a la ESPOL aún no está decidida ya que seguimos a la espera de que el Cuarto Militar de la Casa de S.M. el Rey, autorice y comunique el madrinazgo de un miembro de la Familia Real, madrinazgo que ha sido solicitado por el GE JEME y que yo mismo le pedí a S.M El Rey en audiencia el pasado 8 de junio.

Con el deseo de que continuemos trabajando con la ilusión, esfuerzo, profesionalidad y compañerismo que caracterizan al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos...

Un fuerte abrazo. ■





CORONEL
DOCTOR INGENIERO
DE CONSTRUCCIÓN

MANUEL FERNÁNDEZ CÁNOVAS

Nace en Granada el 22 enero de 1932.

Estudia bachillerato en el colegio de los RR.PP. Jesuitas de Málaga.

Cursa perito industrial por la Escuela de Peritos Industriales de Málaga, terminando en 1954 con la calificación de sobresaliente y premio nacional fin de carrera. (En aquellos años no existía universidad en Málaga y la única opción era estudiar comercio o perito industrial «Ingeniero Técnico Industrial»).

En los veranos de 1952 y 1953 realiza las milicias universitarias (IPS) en el campamento de Montejaque (Málaga). Posteriormente, en 1955, hace las prácticas de alférez de complemento en el Regimiento de Artillería Antiaérea nº 76 del Rincón del Medik (Marruecos) y durante un mes es agregado a la Batería de Costa de Kudia Taifor (dependiente del Regimiento de Artillería de Costa de Ceuta).

Ese mismo año de 1955, ingresa por oposición en la Escuela Politécnica Superior del Ejército (EPSE) como alumno del Cuerpo de Ayudantes de Ingenieros de

Armamento y Construcción, finalizando el curso en 1956 con el grado de teniente y como número uno de su promoción, en la especialidad de «Construcción y Electricidad».

En 1956 es destinado, a petición propia, al Laboratorio de Ingenieros del Ejército en Madrid, a la sección de «*Electrometría*», participando también en la sección de «*Construcción*» que dirigía el comandante D. Pedro Jiménez Montoya. Durante su permanencia en el Laboratorio de Ingenieros se prepara para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción en la EPSE, a la vez que realiza los cursos selectivo y de iniciación en la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.

En 1957 ingresa por oposición en la EPSE donde cursa los dos años preparatorios y los cinco de la carrera de ingeniero en la especialidad de «Construcción y Electricidad».

En 1964 finaliza la carrera de «Ingeniero de Armamento y Construcción» en la XIX promoción con el empleo de capitán, pasando destinado a la Direc-

ción General de Industria y Material del Ministerio del Ejército, incorporándose a la 6ª sección de «Movilización industrial», colaborando también con la 7ª sección de «Adquisición y control de calidad de material de ingenieros». En 1975 pasa destinado, dentro del Estado Mayor Central, a «Militarización de servicios esenciales».

Durante su permanencia como alumno en la EPSE, en 1962 ingresa como colaborador en el Departamento de Materiales de Construcción del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (IETCC), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Desde ese año trabaja, en jornada parcial, en dicho Instituto hasta diciembre de 1987, desempeñando diversos cometidos todos relacionados con la investigación en el campo de «Nuevos Materiales», siendo jefe de esta sección y de la de «Hormigones Especiales», ocupándose también de temas de «Asistencia Técnica a la Industria». Durante este período tiene ocasión de ser investigador principal de varios proyectos de investigación subvencionados por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) de la Administración Pública y del Ministerio de Defensa, así como de publicar diferentes artículos científicos, monografías y libros, y presentar diversas ponencias en congresos nacionales e internacionales.

Durante los años 1969 a 1972, en el IETCC, participa directamente en los trabajos del transvase Tajo-Segura, túnel de Cadi, puente del Generalísimo de Sevilla, puente de Rande en Vigo, presa de Mequinenza, estación de seguimiento de satélites de Robledo de Chabela, etc.

En 1968 realiza el Curso de Estudios Mayores de la Construcción (CEMCO-68), organizado por el IETCC para postgraduados de Arquitectura e Ingeniería Latinoamericanos, diplomándose en la especialidad de «Hormigón Armado y Pretensado».

En 1969, es invitado a participar en la Comisión Permanente Interministerial del Hormigón.

En 1969 se le concede el grado de Doctor Ingeniero de Construcción.

En 1971 tiene una permanencia de un mes de duración en el Brookhaven National Laboratory (BNL) de New York (USA), estudiando «Técnicas de mejora de los hormigones mediante impregnación con monómeros y posterior polimerización mediante radiación nuclear».

En 1972 pasa destinado como profesor responsable de las asignaturas: «Teoría de circuitos en ingeniería» y «Electrotecnia» en Ingenieros y de «Máquinas eléctricas» y «Electricidad» en los cursos de Ayudantes dentro de la EPSE.

En 1975 asiste al curso que organiza en la Ciudad de Méjico el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), sobre «Hormigones Polimerizados» obteniendo el correspondiente diploma. En este curso, y no obstante ser alumno del mismo, imparte tres conferencias sobre el tema del mismo y del que ya tenía experiencia por la investigación que había realizado en el BNL en EEUU en 1971. El curso estaba dirigido por los doctores ingenieros, especialistas norteamericanos: Fowler de la Universidad de Texas, Kuckaka del Brookhaven National Laboratory de NY y Dickiou del American Concrete Institute (ACI).

Desde septiembre de 1963 hasta el mismo mes de 1973, fue profesor encargado de curso del grupo V: «Materiales de Construcción» y de «Edificación» en la Escuela de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas de Madrid.

Desde septiembre de 1969 y hasta el mismo mes de 1983, fue profesor encargado de curso de la asignatura «Materiales de Construcción» en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de Madrid siendo, además, en ésta profesor de la asignatura «Edificación» desde 1972 a 1979.

En 1973 es designado por el Ministerio de Asuntos Exteriores (Subdirección de Cooperación Científica y Técnica) para impartir un curso sobre «Hormigones Especiales» en el IDIEM de la Universidad de Chile en Santiago, así como para asesorar a varias empresas constructoras chilenas. Con este motivo imparte unas clases en la Academia Politécnica de Ingenieros del Ejército (equivalente a la EPSE española) con la

que llega a confraternizar, logrando establecer una prepropuesta, en virtud de la cual al número uno de la promoción de nuestra Escuela se le conceda la medalla «Minerva» del ejército chileno, y al número uno de la Escuela de Chile la medalla al Mérito Militar española. Esta prepropuesta estuvo funcionando durante algunos años.

A la vuelta de Chile impartió un curso resumido de «*Hormigones Especiales*» en la Escuela Técnica Militar de Ingenieros de Quito (Ecuador).

En 1974 es nombrado miembro de la «*Advanced Concrete Commission*» de la Federation Internationale de la Precontrainte (FIP), formando parte del grupo de trabajo encargado de «*Hormigones Especiales*».

En 1980 es nombrado miembro del Grupo XII «*Re-design*», del Comité Euro-International du Béton (CEB). En este «task group» de investigación trabajó durante tres años, siendo fruto de este trabajo el «Bulletin d'Information nº 162» titulado: «*Assessment of Concrete Structures and Desing Procedures for Up-grading*», de 218 páginas, publicado por el CEB en agosto de 1983.

En 1982 forma parte del Comité Boliviano del Hormigón, dentro de un convenio a nivel ministerial entre España y Bolivia, para redactar la «*Norma Boliviana del Hormigón*», equivalente a nuestra EHE.

En 1983 es ascendido a coronel, quedando agregado en la EPSE e impartiendo las asignaturas de «*Máquinas eléctricas*», «*Centrales eléctricas*», y «*Materiales de Construcción II*» y «*Patología de Estructuras*» en el tercer ciclo de doctorado, hasta 1988.

En 1984 se presenta a la oposición a Catedrático de Universidad para la asignatura de «*Materiales de Construcción*» en la ETSICCP de Madrid, ganando la plaza y siendo nombrado Catedrático del Grupo V: «*Materiales de Construcción*», el 8 de mayo de 1984. La ocupación era a tiempo parcial.

El 2 de octubre de 1987 es elegido director del departamento de «*Ingeniería Civil – Construcción*» de la Universidad Politécnica de Madrid, cargo que

ocupa durante cuatro años y para el que es reelegido por otros cuatro en 1991.

El 2 de octubre de 1987 es nombrado miembro de la Comisión de Doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid, cesando el 26 de abril de 1988.

En 1988 se le nombra alumno para asistir al «*XXIX Curso de Aptitud para Mandos Superiores de los Cuerpos*» pero, por incurrir en incompatibilidades con la Ley 53/84, pasa a excedencia voluntaria en la plaza de Madrid, hasta que en 1997 pasa a la situación de Retirado.

Desde el 14 de diciembre de 1988 hasta octubre de 2002 es responsable de la cátedra de «*Materiales de Construcción*» y profesor del curso de doctorado «*Hormigones Especiales*» en la ETSICCP de la UPM, coordinando, además, los trabajos de investigación y de asistencia técnica que se realizan en el Laboratorio de Materiales de Construcción de él dependiente, a la vez que continúa dirigiendo tesis doctorales en el departamento.

Desde 1989 a 1992 es nombrado miembro del Claustro de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro de la Junta de Escuela de la ETSICCP.

Desde 1994 ha colaborado como profesor de tercer ciclo en la EPSE impartiendo cursos sobre «*Hormigones Especiales en la Defensa*».

El 19 de julio de 2002 la junta de escuela de la ETSICCP, en reunión ordinaria y mediante votación secreta, adopta por unanimidad solicitar a la UPM su nombramiento como «Profesor Emérito» de dicha Universidad, al producirse su jubilación por edad el 30 de septiembre de 2002.

El 1 de marzo de 2003 la UPM le nombra «Profesor Emérito» de la misma.

En los cursos de 2002 – 2003, 2003- 2004 y 2004-2005 imparte «*Materiales de Construcción*» en la Academia de Ingenieros del Ejército a los alumnos cadetes de cuarto curso de la especialidad de Zapadores, en virtud de un acuerdo firmado entre el MADOC del Ministerio de Defensa y la ETSICCP de

Madrid. Igualmente, imparte clases de «*Hormigones especiales para la Defensa*» en los cursos de «Castrametación» para oficiales en la Academia de Ingenieros del Ejército en Hoyo de Manzanares (Madrid).

Ha sido «Profesor Invitado» de la Universidad de Sao Paulo (Escola Politécnica) en la que ha impartido cursos completos y condensados de postgrado (maestría y doctorado) sobre «*Hormigones Especiales*» durante tres años consecutivos, siendo el último en octubre de 1.991.

Ha sido «Profesor Invitado» de la Facultad Regional de Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina, dentro del grupo de «*Reparaciones por daños sísmicos*», en los cursos de doctorado de «Ingeniería Sísmica» del departamento de Ingeniería Civil, desde octubre 1996.

Es «Profesor Honorario» de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), siendo nombrado el 30 de octubre de 2003 en acto público, en la que impartió una conferencia titulada: «*Prevenir o curar. Decisión no siempre fácil*».

Ha impartido cursos y dictado conferencias en: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile), Universidad Austral de Valdivia (Chile), Universidad Católica de Córdoba (Argentina), Universidad Nacional del Sur de Bahía Blanca (Argentina), Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional de Mendoza) (Argentina), Universidad Lisandro Alvarado (Barquisimeto-Venezuela), Universidad Nacional de Los Andes (Mérida-Venezuela), Universidad Nacional de Asunción (Paraguay), Universidad Nacional de Montevideo (Uruguay), Universidad Federal de Rio Grande do Sur (Porto alegre - Bra-

sil), Escola Politécnica da Universidade de Sao Paulo (Brasil), Universidad Nacional de Brasilia (Brasil), Universidad Estadual de Feira de Santana (Brasil), Universidad Estadual Sobral (Brasil), Universidad Estadual de Salvador de Bahía (Brasil), Universidad Nacional de Medellín (Colombia), Instituto Mexicano del Cemento y Concreto (IMCYC) de México, Universidad de La Habana (Cuba), Universidad de Magayan y de San Juan (Puerto Rico), Santo Domingo (República Dominicana) y en varias instituciones latinoamericanas. Igualmente, ha dado conferencias en la Facultad de Ingeniería Civil de Sheffield (Inglaterra), Facultad de Ingeniería Civil de Oporto (Portugal) y en la Facultad de Arquitectura de Lyon (Francia).

Durante los años dedicados a la docencia ha tenido ocasión de formar parte, como presidente o como vocal, de más de cuarenta tribunales de concursos oposiciones a cátedra o profesor titular de universidad, habiendo formado parte también de ciento tres tribunales de tesis doctorales, como presidente o vocal de los mismos. El último como presidente de la tesis «*Utilización de árido reciclado en morteros de albañilería*», leída el 5 de abril de 2019 dentro del programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada. Asimismo, ha dirigido catorce tesis doctorales.

En junio de 2008 fue nombrado miembro de la Academia Malagueña de Ciencias.

Actualmente es vicepresidente del Comité Técnico de Normalización de Cementos (CTN-80), Vocal del Comité Técnico de Certificación de Cementos (CTC-15) de AENOR y Vocal de la Asociación Civil de Ingenieros de la Defensa.

LA SECRETARÍA INSTITUCIONAL DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO

LA CONSERVACIÓN DE LOS VALORES Y TRADICIONES DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS

*Juan Carlos García Palacios
Coronel (CIP). Construcción*



 *Figura 1.—Sala institucional del CIP en la Escuela Politécnica Superior del Ejército, donde se encuentran la Bandera, el Guion, así como símbolos que recuerdan sus efemérides más notables.*

La Secretaría Institucional del CIPET está encuadrada en la ESPOL, al objeto de homogeneizar su estructura con el resto de especialidades fundamentales del ET que disponen de centro docente, y dependiendo funcionalmente del GD Responsable Institucional del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, al que presta apoyo, como oficial general más antiguo del cuerpo, para conservar así los valores y tradiciones del cuerpo de ingenieros politécnicos.

Para desarrollar sus cometidos, la Secretaría Institucional cuenta con el apoyo del suboficial mayor y del personal de la plana mayor de dirección de la ESPOL.

La Instrucción 70/2011, de 27 de septiembre, del Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra por la que se aprueban las Normas de Organización y Funcionamiento del Ejército de Tierra (IOFET) establece que el General Jefe del Mando de Adiestramiento y Doctrina asume ante el JEME la representación de las Armas y Cuerpos del Ejército de Tierra, el cual delega en el GEMADOC las atribuciones relativas a la conservación de los valores y tradiciones militares.

Del mismo modo, otorga a los directores de las academias, al general director de asuntos económicos y al oficial general más antiguo del CIPET, responsable institucional del CIPET, el cometido de conservar sus valores y tradiciones ante al TG jefe del MADOC.



Figura 2.—Relaciones orgánicas y funcionales de la Secretaría Institucional del CIP para cumplir sus misiones



Figura 3.—La Secretaría Institucional del CIP está encuadrada en la estructura orgánica de la ESPOL como centro docente específico del cuerpo, dependiendo funcionalmente del GD Responsable Institucional del CIP como oficial general más antiguo.

Instrucción 70/2011:

Artículo 57.16 «A los directores de las Academias de Infantería, Caballería, Artillería, Ingenieros, Aviación del Ejército de Tierra, Logística, y de la Escuela Politécnica Superior del Ejército les corresponde la conservación de los valores y tradiciones de las citadas Armas, especialidades Técnicas y Logísticas del Cuerpo General del Ejército de Tierra, y del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra respectivamente. Asimismo, colaboran con el jefe del Mando de Adiestramiento y Doctrina en lo relativo a la representación de las Armas y Cuerpos que este ostenta ante el Jefe de Estado Mayor del Ejército. Para el desarrollo de estos cometidos disponen de una Secretaría Institucional en la estructura orgánica del correspondiente Centro».

Artículo 94.1 «Para auxiliar al jefe del Mando de Adiestramiento y Doctrina en dichas funciones, este dispone de la Comisión Institucional del Ejército de Tierra, formada por los directores de las Academias de In-

fantería, Caballería, Artillería, Ingenieros, Aviación del Ejército de Tierra y Logística, así como por el general director de asuntos económicos y el oficial general más antiguo del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos».



Figura 4.—Emblema del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del E.T en relieve realizado en resina imitación bronce.

Como consecuencia de la citada instrucción:

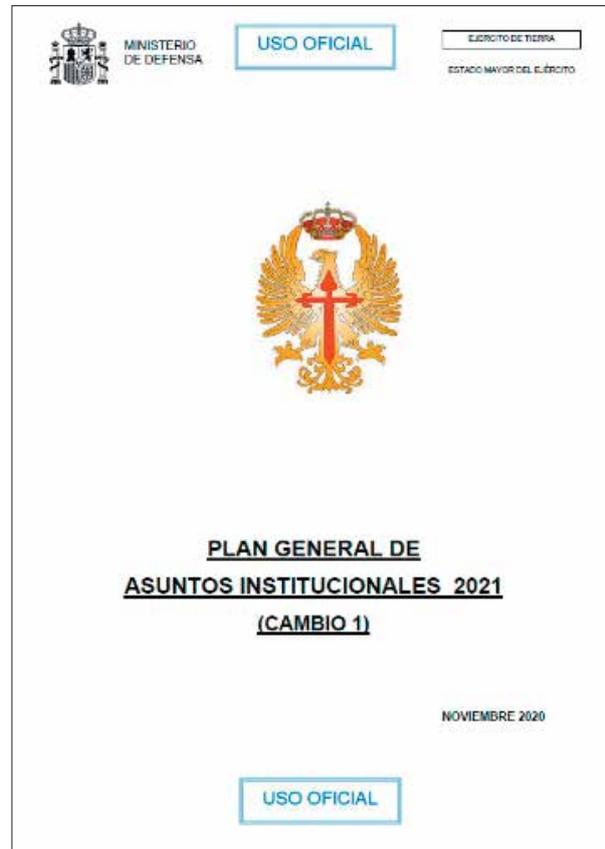
«El oficial general más antiguo del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos será el vocal del Cuerpo en la Comisión Institucional y el responsable de la representación institucional del CIP, apoyándose para ello en el director de la ESPOL, por ser esta escuela el centro docente específico del Cuerpo, y en la Secretaría Institucional existente en su estructura orgánica».

COMISIÓN INSTITUCIONAL DEL E.T. Y PLAN GENERAL DE ASUNTOS INSTITUCIONALES

La comisión institucional del E.T. es el órgano que presidido por el TG GEMADOC y formado por los directores del Academias de Infantería, Caballería, Artillería, Ingenieros, Aviación del Ejército de Tierra y Logística, así como por el general director de asuntos económicos y el oficial general más antiguo del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, tiene como misión la dirección de la ejecución del plan general de asuntos institucionales del ET, velando por la conservación los valores y tradiciones de las citadas armas y cuerpos del ET.

De este modo la Secretaría Institucional del CIP es el órgano de apoyo al GD responsable institucional del CIP en el desarrollo de dicho plan general de asuntos institucionales del ET, abarcando tres áreas fundamentales: aspectos institucionales, comunicación y acción cultural. El primero está regulado por las instrucciones generales (IG,s) relativas a aspectos institucionales, efemérides, ceremonias y actos militares del ET. El segundo lo regula la directiva de comunicación estratégica, la guía de comunicación y el programa de publicaciones. El tercero y último lo establece la instrucción general de acción cultural.

El plan general de asuntos institucionales afecta al Estado Mayor del Ejército (EME) y a todos los mandos con responsabilidad en el planeamiento, control, dirección y ejecución del sistema de acción cultural (SIACU), del sistema de comunicación (SICOM) y del sector de asuntos institucionales (SAI).



De este modo entre las misiones de la secretaria institucional como apoyo al responsable institucional están la conservación de los valores y tradiciones del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, realizadas como:

1. ACCIÓN INSTITUCIONAL

- Aniversarios y actos institucionales del CIP.
- Propuesta al SEGENMADOC/SEGENEME de efemérides del CIP.
- Renovación juramentos de bandera del personal del CIP.
- Preparación de documentación para la concesión del Premio «General Fernández de Medrano».
- Patronazgos.



Figura 5.—Acto militar de celebración del 81º aniversario del CIP, celebrado el 24 de septiembre de 2021 en los talleres de la ESPOL.

2. ACCIONES DE COMUNICACIÓN DEL CIP

- Publicaciones y memoriales del CIP.
- Acciones de cooperación.

3. ACCIÓN CULTURAL

- Conservación y transmisión de los principios de heráldica del CIP.
- Propuestas de uniformidad para el CIP.
- Asesoramiento al SEGENEME en lo relativo al uso y diseño de emblemas y símbolos del CIP.
- Difusión del patrimonio cultural material e inmaterial del CIP.

EFEMÉRIDES DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS APROBADAS POR EL E.T.

La directiva 6/13 define efemérides como el conjunto de hechos notables que merecen recordarse y celebrarse cada vez que se cumple su aniversario. Cuando se hace referencia a uno solo de estos hechos o a su conmemoración, corresponde usar el singular. Para esta directiva, se debe entender por hechos notables, aquellos históricos de interés nacional, los de carácter colectivo del Ejército, arma y unidad, los de carácter individual y los de carácter fundacional de las unidades, armas o cuerpos del E.T.

Con las efemérides se pretende:

- Potenciar los valores morales de los componentes del Ejército de Tierra.
- Servir de homenaje a los héroes que forjaron la tradición militar española.
- Fomentar el espíritu de unidad.
- Difundir a todos los componentes del Ejército la mayor cantidad de los innumerables hechos que han conformado la historia de la institución militar, de manera que sea un estímulo y motivo de orgullo el formar parte de ella.

La IG 15/11 de aspectos institucionales, en su apartado 5.1, asigna como cometido al jefe del Mando de Adiestramiento y Doctrina, la investigación y propuesta de las efemérides del Ejército de Tierra. Para ello contará con el asesoramiento del Instituto de Historia y Cultura Militar.

La Orden Ministerial 50/2011 de normas sobre mando y régimen interior de las unidades e instalaciones del Ejército de Tierra, en su artículo 39 apartado 2, establece que la orden de la unidad o instalación podrá incluir efemérides, preferentemente relacionadas con el historial de la unidad o del Ejército.

Las efemérides se encuentran muy dispersas en diferentes tipos de documentación. Se relacionan a

continuación las recogidas en INTRANET relativas al Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

LISTADO EFEMÉRIDES APROBADAS POR EL E.T. PARA EL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS	
FECHA	EFEMÉRIDE Y TEXTO RESUMEN
16/10/1847	CREACIÓN DEL TALLER Y CENTRO ELECTROTÉCNICO DE INGENIEROS (T.Y.C.E.)
	<i>En el año 1847, a propuesta del general Zarco del Valle, la Real Orden de 16 de octubre de 1847 que incluía el Reglamento de los Talleres y Maestranza de Ingenieros, marca el verdadero origen y los principios de la unidad fabril de Ingenieros, más antigua de Europa y, por tanto, del mundo, que se establecería en el Convento de San Francisco de Guadalajara, llamado Fuerte de San Francisco donde, desde 1842, se habían ubicado los Parques de Material.</i>
/10/1883	REGLAMENTO DE LA ESCUELA CENTRAL DE TIRO DE ARTILLERÍA POR LA QUE SE CREA EL POLÍGONO DE EXPERIENCIAS DE CARABANCHEL
	<i>En 1883, también por Real Orden de 17 de mayo, se dispone que «el director de la Escuela Central de Tiro de Artillería debe ejercer la jurisdicción de Comandante General del Campamento de Carabanchel» y «debe ejercer su autoridad en toda la extensión de la dehesa que pertenezca al ramo de Guerra». En octubre de este mismo año de 1883 se aprueba el reglamento de la Escuela, que sufre modificaciones y añadidos en 1885, y en el que se le asignan misiones que han llegado hasta nuestros días.</i>
22/04/1897	CREACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIAL DE INGENIEROS
	<i>Por Real Orden Circular de S.M. la Reina Regente María Cristina de Habsburgo-Lorena, de esta fecha, se fijan los cometidos del Laboratorio de Material de Ingenieros, que había sido creado recientemente en el Polígono de Carabanchel (por RO de 14 de junio de 1895). Su primer director será el teniente coronel D. José Marv y Mayer y con el tiempo esta puntera instalación será denominada Laboratorio de Ingenieros del Ejército «General Marv» (LABINGE).</i>
26/02/1898	CREACIÓN DEL TALLER DE PRECISIÓN Y LABORATORIO DE ARTILLERÍA (TPYCEA)
	<i>Por Real Orden Circular de S.M. la Reina Regente María Cristina de Habsburgo-Lorena, de un día como éste, se instituye el Taller de Precisión y Laboratorio de Artillería, en la plaza de Madrid. Su razón de ser la necesidad de contar con una instalación de precisión que se encargue de construir, conservar y usar los patrones tipo para conseguir la debida igualdad en las medidas empleadas en las fábricas a cargo del Cuerpo de Artillería. Su primer jefe es el coronel de Artillería don José López Larraya y la dirección y responsabilidad técnica est a cargo de la citada Arma hasta 1940 que pasa al Cuerpo Técnico del Ejército. En 1904 a su denominación inicial se añade el término Centro Electrotécnico y en 1939 adopta su denominación actual. Depende orgánicamente de la Dirección General de Armamento y Material y su misión mantener la trazabilidad de las medidas de todos los centros y organizaciones dependientes del Ministerio de Defensa.</i>
22/02/1923	REAL ORDEN POR LA QUE SE FIJABAN LAS PLANTILLAS DE LA FÁBRICA NACIONAL DE LA MARAÑOSA, FECHA CONSIDERADA COMO REFERENTE PARA LA CELEBRACIÓN DE SU CREACIÓN
	<i>Los inicios de la que comenzó llamándose Fábrica de Productos Químicos del Jarama, se produce porque en aquel contexto de 1921, el rey D. Alfonso XIII y su Gobierno estudiaron las posibilidades de que España tuviera su propia fábrica de armas químicas, puesto que estas se habían convertido en el armamento más moderno que un Estado podía poseer.</i>
27/09/1940	CREACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS Y DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO
	<i>Por ley de 27/09/1940 se crea el Cuerpo de Ingenieros Polcnicos, y se organiza en dos ramas: la de Armamento y Material, y la de Construcción y Electricidad, para asumir la labor de carácter técnico de los antiguos oficiales de Artillería e Ingenieros. Por la misma ley se crea la Escuela Politécnica Superior del Ejército, para completar la formación militar y técnica de sus componentes.</i>

02/03/1943	LEY POR LA QUE SE CREA EL SERVICIO MILITAR DE CONSTRUCCIONES (SMC)
<p>Se instituye el Servicio Militar de Construcciones con la misión ejecutar las obras que el Ministerio del Ejército le encomiende. Sus antecedentes hay que buscarlos en la guerra Civil española, 1936-1939, cuando por iniciativa del comandante del Cuerpo de Ingenieros don Juan Càmpera y Rodríguez se organiza un batallón de trabajadores, que posteriormente forma parte del Servicio Militar de Puentes y Caminos de Cataluña, con la finalidad de reconstruir puentes y restablecer vías estratégicas destruidas por los combates. En 1987 el servicio se adscribe a la Dirección General de Infraestructura y amplía sus actividades a los otros ejércitos. Su ingente obra abarca desde bases y acuartelamientos (Cerro Muriano, etc.), hospitales (Gómez Ulla, etc.), academias (Ingenieros, etc.), refugios para aviones, edificios de Mando y Control de bases aéreas (Zaragoza, etc.), la residencia del Alcázar, polvorines (San Gregorio, etc.), la nueva sede del Museo del Ejército, viviendas y un largo etc.</p>	
15/05/1945	CREACIÓN DEL CUERPO AUXILIAR DE AYUDANTES DE INGENIEROS DE ARMAMENTO Y CONSTRUCCIÓN
<p>Para cubrir la necesidad de personal técnico de apoyo, por Ley de 15/05/1945, se crea el Cuerpo Auxiliar de Ayudantes de Ingenieros de Armamento y Construcción. En 1978, su grupo de ayudantes pasará a denominarse Cuerpo de Ingenieros Técnicos de Armamento y Construcción y en 1993, por la Ley de Plantillas, este pasará a constituir la actual Escala Técnica del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos</p>	
19/08/1952	SE CREA, A BASE DEL ACTUAL LABORATORIO QUÍMICO AFECTO A LA FÁBRICA NACIONAL DE LA MARAÑOSA DE SANTA BÁRBARA
<p>En 1952 se creó el Laboratorio Químico Central de Armamento en instalaciones próximas a la Fábrica Nacional de la Marañosa en San Martín de la Vega. Este centro queda al mando de los ingenieros del CIAC. Su misión original sería continuar la del Taller de Precisión en los análisis de los propulsores y las materias explosivas, pero posteriormente se ampliaría a otras áreas del armamento.</p>	
28/09/1964	LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SE CONSTITUYE COMO ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
<p>En este día del año 1964 se constituye la Escuela Politécnica del Ejército como Escuela Técnica Superior del Sistema Educativo General, permitiéndole otorgar además de los títulos de ingeniería militar, los títulos correspondientes de doctor, a fin de capacitar al máximo nivel a los Ingenieros de Armamento y Construcción para desarrollar las misiones propias de investigación y de enseñanza.</p>	
28/06/1990	ASESINATO EN ATENTADO TERRORISTA DEL CAPITÁN DON IGNACIO URRUTIA BILBAO
<p>El 28 de junio de 1990 es asesinado en San Sebastián (Guipúzcoa) el capitán retirado del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra don Ignacio Urrutia Bilbao, falleciendo en el acto por los disparos efectuados por una terrorista de ETA en las proximidades de su domicilio.</p>	
28/02/1997	CREACIÓN DE LA ESPECIALIDAD TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS
<p>En este día de 1997 se crea la especialidad Telecomunicaciones y Electrónica del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos. Sus componentes serán responsables de desarrollar las actividades del Ejército de carácter técnico relacionadas con los equipos electrónicos y de comunicaciones de los sistemas de armas, de los sistemas de mando y control de aplicaciones militares, y de los sistemas informáticos</p>	
13/07/2000	APROBACIÓN DEL HIMNO OFICIAL DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS
<p>Tal día como hoy se declara como himno oficial del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos la composición musical con letra del General Ingeniero Don Arturo Yáñez Peinado (subdirector de Infraestructura) y música del coronel músico Don Francisco Grau Vergara (ilustre músico militar autor de otras 700 obras y arreglos como la versión actual del Himno Nacional)</p>	

07/02/2003	INSTITUCIÓN DEL PREMIO GENERAL FERNÁNDEZ DE MEDRANO
El día 7 de febrero de 2003 se crea el Premio «General Fernández de Medrano», que se concede cada 5 años al oficial del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos con trayectoria más destacada por su capacidad, dedicación y eficacia en el servicio. El general Fernández de Medrano fue un prestigioso ingeniero-artillero que creó en 1675 y dirigió hasta 1705 la Academia de Bruselas, la primera academia de ingeniería militar de Europa.	
15/10/2010	POR R. D. 1287 DE 15 DE OCTUBRE DE 2010 SE CREA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA MARAÑOSA, ITM
Se crea el instituto tecnológico de la Marañosa, ITM, en el que se integran los antiguos centros tecnológicos. La creación supone la reubicación de todos los centros en la Marañosa, en la zona que ocupaba la fábrica, y el cierre de los mismos, que dentro del ITM se convierte en áreas tecnológicas.	

SÍMBOLOS DEL CIP, EMBLEMAS Y DISTINTIVOS DEL CUERPO DE INGENIEROS POLITÉCNICOS



Los emblemas son los símbolos que representan a un arma o cuerpo, constituyen las señas de identidad y refuerzan su cohesión.

1. Normativa sobre emblemas del CIP desde su creación.

Desde la creación del CIP en 1940 sólo se ha descrito en tres ocasiones mediante normativa la composición de dicho emblema: la primera dentro del Reglamento de Uniformidad del ET de 1943, la segunda en 1986 mediante la Orden Ministerial 38/86 de modificación de la Uniformidad del E.T. y la tercera por la Instrucción actualmente vigente 41/2018, de 2 de julio.

La descripción del emblema del entonces CIAC, en el reglamento de 1943, solo se hizo mediante un di-

bujo incluido en la colección de láminas que acompañaban al texto del reglamento.

Por el contrario, la descripción del emblema en la OM 36/86 (BOD nº 90 de 13 de mayo de 1986), se hace tanto con texto como por imagen. El texto de es el siguiente: «*Pilar de puente mazonado, resaltado de fusil armado pasante en banda y tubo de cañón en aspa*». En el dibujo se determina incluso el tamaño de 24 mm de alto. En comparación con el anterior se aprecia cómo se hace la pila de puente más robusta, aunque con el diseño similar, se centra en el emblema la aspa que forman el cañón y el fusil, y se superpone el fusil al cañón, al contrario que en el de 1943, y siguiendo la norma general de que la pieza en banda se superponga a



Figura 6.—Reglamento uniformidad del E.T. 1943



la pieza en barra (ejemplo de ello es el emblema de Infantería).

Al mismo tiempo se suprimen los rombos y se vuelve a la forma del Reglamento de 1943, usando el emblema directamente encima del cuello del uniforme, pero de menores dimensiones.

Finalmente, en la tercera ocasión, Instrucción 41/2018, de 2 de julio (BOE nº 140 de 18 de julio) del Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra, por la que se establecen los criterios para la aplicación en el ámbito del Ejército de Tierra de las normas de uniformidad de las Fuerzas Armadas y se definen los emblemas y los distintivos de especialidad fundamental, se indica lo siguiente:

d) *Del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra.*

1.º *Armamento/Construcción/Telecomunicaciones y Electrónica/Mecánica.*

«Pilar de puente mazonado, brochante cañón puesto en barra, pasante en aspa fusil armado, con el cascabel y la culata en lo bajo y el guardamontes hacia abajo».

Corresponderá a todas las especialidades fundamentales del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos de las diferentes escalas.

2. Normativa relacionada con el diseño del emblema del CIP.

Desde 1943, pese a que no se hubiera transformado por norma el diseño del emblema y aunque su descripción textual se mantuviese, su diseño evolucionó quedando patente en la normativa relacionada en la que se empleaba el emblema o parte del mismo para la descripción de otro distintivo.

Este es el caso de la siguiente normativa:

a) OM 7ABR59 en la que se fija el distintivo de alumno de la ESPOL. En la misma se incluye el emblema del CIP como parte del distintivo. El texto de esta OM decía: «Una elipse esmaltada de color azul oscuro, cuyo eje mayor es de 42 mm y el menos de 27 mm, con un cerco de color grana de 3

mm, y este, a su vez, rodeado de vivo de oro de un mm; en el centro irá el emblema del CIAC, de proporciones adecuadas, en plata, según figura».

b) Orden del JEME de 7JUL73, para el establecimiento del distintivo de Doctor. Donde se incluye en la descripción el emblema del CIP como parte del mismo, esbozándose dentro de él el boceto de emblema que se adjunta. El texto decía: «Consiste en una placa de metal con esmalte, que se compone de un flameado de oro de ocho facetas, llevando en el centro el emblema del CIAC en plata, sobre un fondo de esmalte rojo».

c) Orden del JEME de 7MAR78, sobre escudos de Armas de los Centros de Enseñanza, donde se incluye el de la ESPOL. En el texto se describía del siguiente modo: «De azur, con un cabrío subido, de plata, llevando en la apertura de la base un fusil armado de bayoneta y un cañón antiguo, ambos de plata, en aspa. Al pie, un listón con la leyenda: CUM SCIENTIA EXERCITUM SERVIAM».



Figura 7.—Distintivo Alumno ESPOL

HISTORIA HERÁLDICA DEL CIP

CIRCULAR TÉCNICA 572/02/90 que desarrolla diversos aspectos sobre los escudos de armas de las unidades, centros y organismos del ejército de tierra y cuyo objeto es difundir para conocimiento general, los principios heráldicos que deben regir sobre los escudos de armas de las unidades, centros y organismos, así como los criterios del ejército para su ordenación.

En dicha circular se indica que en los escudos del cuerpo de ingenieros politécnicos (ejemplo el de ESPOL), los atributos serán un tubo de cañón siglo XVIII (en barra) y un fusil Mauser (en banda). En cuanto al escudo de la ESPOL su **descripción** es: en campo de azur (azul), dos tubos de cañón cruzados en aspa, de plata, resaltado fuerte pentagonal abaluartado, uno de los baluartes hacia la punta, de oro, perfilado de sable (negro). Y su **justificación**: El azur del campo es el color simbólico de la Ingeniería, el fuerte representa las construcciones militares y los cañones el armamento.

Lema: CUM SCIENTIA EXERCITUI SERVIAM

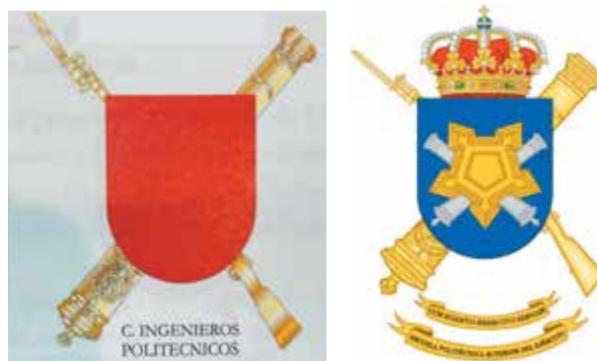


Figura 8.—Atributos del Escudo del CIP: Cuerpo de Ingenieros politécnicos: un fusil Mauser «Modelo 1893» armado con su bayoneta y un tubo de cañón tipo siglo XVIII. EJEMPLO. Escudo ESPOL.



Figura 9.—Explicación heráldica de escudos relacionados con el cuerpo de ingenieros politécnicos. Los escudos del MALE incluido el laboratorio llevan los atributos del MALE (2 antorchas en aspa). El escudo de la Dirección de infraestructura lleva los atributos de oficial general (bastón de mando y sable de oficial general), en cambio las comandancias de obras llevan atributos de mando de coronel (bastón de mando y sable de oficial).

ESCUDOS CON ATRIBUTOS DE UNIDADES DEL CIP ESPECIALIDAD FUNDAMENTAL ARMAMENTO . ORGANOS LOGÍSTICOS CENTRALES



- 1 LCE Laboratorio central ejército Madrid
- 2 PCMASACOM Parque y centro de mantenimiento de sistemas antiaéreos costas y misiles Pozuelo de Alarcón
- 3 PCMHCL Parque y centro mantenimiento helicópteros Colmenar viejo Madrid
- 4 PCMMT Parque y centro mantenimiento material transmisiones Acta Zarco del valle El Parado Madrid
- 5 PCMSHS Parque y centro de mantenimiento sistemas hardware y software Acta Zarco del valle
- 6 PCMAIYMA Parque y centro de mantenimiento de armamento y material artillería Valladolid
- 7 PCAMI Parque y centro abastecimiento material intendencia Madrid
- 8,9 PCMASA 1 y 2 Parque y centro de mantenimiento de sistemas acorazados 2 Segovia 1 Madrid
- 10 y 11 PCMVR 1 y 2 Parque y centro mantenimiento vehículos ruedas 2 Córdoba El Higuera 1 Torrejón de Ardoz
- 12 PCMMI Parque y centro mantenimiento material de ingenieros Guadalajara



DIRECCION INFRAESTRUCTURA



ESCUDOS CON ATRIBUTOS DE UNIDADES DEL CIP ESPECIALIDAD FUNDAMENTAL CONSTRUCCIÓN

Regenera Zona Militar, Comandancia, Genarros y Oubramos militares y sus Unidades de Comar General, en su caso COPI FOTIA DE MANDO DE ERICHA ESTIBAL, título en Madrid y sede de Oubramos.

DESCRIPCIÓN: En el campo de sinople (verde), trellado de oro, milano real en vuelo estacionario, de plata perfilado de sable (negro)

JUSTIFICACIÓN: Escudo de la Unidad Superior (Inspección General del Ejército) con adición de adorno (trellado de oro) heredado del escudo anterior, perteneciente entonces a la Dirección de Infraestructura del Mando de Apoyo Logístico al Ejército.

ATRIBUTOS: Mando de general, sable de general y bastón.

APROBACION: SEGEME con sus atributos correspondientes 23 Marzo 2006

COMANDANCIAS DE OBRAS

Escudo y atributos con nivel mando oficial superior u oficial. Bastón de mando y sable de oficial.

Unidades, Centros y Organismos CON NIVEL DE MANDO DE OFICIAL SUPERIOR U OFICIAL. Bastón de mando y sable de Oficial.



GUIÓN LABORATORIO CENTRAL DEL EJÉRCITO



Dimensiones 1000 mm x 900 mm fleco dorado por 3 lados de 50 mm
 En el centro se sitúa el aspa de borja de 90 mm con ecotado hacia la parte superior.
 En cada uno de los cantones o ángulos interiores se sitúa el escudo de armas propio de la unidad.
 La coronal real con sus esmaltes hacia el exterior
 En el centro del aspa el escudo del ejercito de tierra de 550 mm de altura



GUIÓN ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



Dimensiones 1000 mm x 900 mm fleco dorado por 3 lados de 50 mm
 En el centro se sitúa el aspa de borja de 90 mm con ecotado hacia la parte superior.
 En cada uno de los cantones o ángulos interiores se sitúa el escudo de armas propio de la unidad.
 La coronal real con sus esmaltes hacia el exterior
 En el centro del aspa el escudo del ejercito de tierra de 550 mm de altura



Figura 10.—Guiones del Laboratorio Central del ejército y de la Escuela Politécnica, únicas unidades pertenecientes al cuerpo de ingenieros políticos que lo poseen.

ESCUDOS CENTROS Y ORGANISMOS DE ARTILLERIA Y ARMAMENTO



ESCUDOS CENTROS Y ORGANISMOS DE CONSTRUCCIÓN E INGENIEROS



TITULOS IMPARTIDOS ESPOL



PREMIO «GENERAL FERNÁNDEZ DE MEDRANO»

ANTECEDENTES

La Orden Ministerial 14/2003 de 7 de febrero dispone que para recompensar de forma relevante a los Cuadros de Mando y a los Militares de Tropa Profesional que sobresalgan de forma excepcional por sus virtudes militares y capacidad profesional acreditadas por su prestigio, constante disponibilidad, dedicación y eficacia en el servicio, procede la institución de unos premios que, con carácter periódico, sirvan al propósito de tal distinción individual, para el estímulo y satisfacción general de los componentes del Ejército de Tierra.

Estos premios, que se otorgarán con una periodicidad de 5 años, se materializarán para el Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, en el premio «General Fernández de Medrano», en memoria del prestigioso Ingeniero-Artillero General de Batalla Don Sebastián Fernández Medrano (1646 - 1705) Director de la Academia Militar de Bruselas y gran renovador de las enseñanzas de ingeniería militar en materia de balística, fortificación y artillería, en el aniversario de su nacimiento en Mora de Toledo, el 24 de octubre.

Para la designación de los premios se establecerá una Junta Calificadora en concepto de tribunal único, que será la encargada de otorgar el premio y cuyo fallo será inapelable, teniendo como órgano de trabajo permanente la Secretaría de la Inspección que corresponda del Ejército de Tierra.

1er Premio «General Fernández de Medrano» 2005 EXCMO. SR. GENERAL DE BRIGADA DON EMILIO RAMOS ESTAÚN

El General Estaún, perteneciente a la XV promoción de Ingenieros del CIP, rama de Construcción y Electricidad, dedicó sus 46 años de servicio al diseño, planificación y normalización de proyectos constructivos como los de los CIR (Centro de Instrucción de Reclutas), el hospital de la defensa Gómez Ulla en Madrid y de edificios e instalaciones de acuartelamientos y polvorines.

Ocupó cargos como el de Subdirector de Infraestructura del Mando de Apoyo Logístico del ET y Subdirector General de Proyectos y Obras del Ministerio de Defensa, siendo siempre un ejemplo para sus compañeros y el Cuerpo de Ingenieros por su brillante carrera profesional.

El premio institucional del CIP, creado por resolución JEME 500/16200/04 (BOD 205-2004), se le entregó al General Estaún en su primera edición en un acto celebrado en la ESPOLE el 24 de octubre de 2005.

2º Premio «General Fernández de Medrano» 2010 EXCMO. SR. GENERAL DE DIVISIÓN DON GUI- LLERMO JENARO GARRIDO

El General de Ejército JEME, Don Fulgencio Coll Bucher, en presencia del entonces General Inspector del CIP, Don José Luis Falcó Capilla, entregó el premio «General Fernández Medrano» del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, en su segunda edición, al general de división del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, Rama de Armamento y Material, Don Guillermo Jenaro Garrido, de la XXII promoción del CIP, estando en situación de segunda reserva.

La entrega del premio tuvo lugar en el acto conmemorativo del 70º aniversario de la creación del Cuerpo Técnico y de la Escuela Politécnica Superior del Ejército, celebrado en la ESPOLE el 25 de septiembre de 2010.

Este premio institucional se entrega cada cinco años; en esta edición recayó en el general Jenaro por su ejemplar trayectoria profesional, destacando en el diseño y desarrollo de armamento, como los obuses de 155 mm o el lanzador de cohetes Teruel.

3er Premio «General Fernández de Medrano» 2015 EXCMO. SR. GENERAL DE DIVISIÓN DON JULIO ANTONIO VILLACAÑAS BERENGUER

El General de Ejército JEME, D. Jaime Domínguez Buj, entregó el premio del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos al general de división Villacañas Berenguer, en su tercera edición, por toda una vida de servicio ejemplar al Ejército y a España.

La entrega del premio lugar en el acto conmemorativo del 75º aniversario de la creación del Cuerpo Técnico y de la Escuela Politécnica del Ejército, celebrado en la ESPOL el 25 de septiembre de 2015.

El premio fue concedido al general del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra, en segunda reserva, Julio Antonio Villacañas Berenguer, por considerar que ha destacado de forma excepcional por sus virtudes militares y capacidad profesional acreditadas por su prestigio, constante disponibilidad, dedicación y eficacia en el servicio, constituyendo un referente y ejemplo permanente a seguir por todos los miembros del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

4º Premio «General Fernández de Medrano» 2020 ILMO. SR. CORONEL DON ALFONSO BLÁZQUEZ FONTAO

El premio, retrasada su entrega por la pandemia COVID 19 ya que no se realizó acto en 2020, fue entregado en el acto institucional del aniversario del 24 septiembre 2021 celebrado en la ESPOL, por el General de Ejército JEME, D. Francisco Javier Salas Varela.

LOCOMOTORA ST. LEONARD GENERAL AZPIROZ BIC 2008

Fue construida en 1891 en Lieja y trasladada a la ESPOL desde la fábrica de Trubia en 1970 por Juan de Azpiroz y Azpiroz, oficial de Artillería destinado en la fábrica de armas de Trubia (FAT) y, posteriormente, Doctor Ingeniero de Armamento por la Escuela Politécnica Superior del Ejército y General Director de la ESPOL, mando que desempeñó del 8 de septiembre de 1.962 al 11 de febrero de 1.966.

Hijo del anterior fue Francisco Javier Azpiroz y Calín de Briones, el cual también siguió la carrera de las armas formando parte del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército. Con el empleo de teniente coronel estuvo entre los años 1.985 a 1.990 destinado como profesor en la ESPOL, obteniendo igualmente



 *Figura 11.—La locomotora St. Leonard General Azpiroz fue declarada Bien de Interés Cultural, por Orden Ministerial 152/07530/2008, según BOD de fecha 14 de mayo de 2.008, lo que implica un mayor nivel de seguridad patrimonial. Siendo, por tanto, un claro exponente del patrimonio material en el ámbito científico-técnico, correspondiente a la primera revolución industrial en España.*

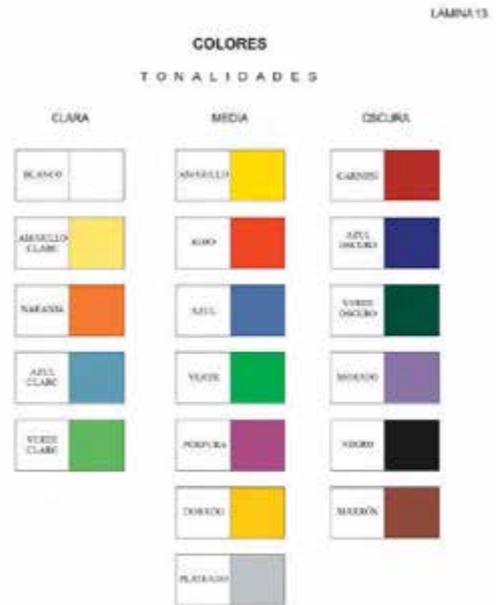
el título de Doctor Ingeniero de Armamento por la ESPOL.

Esta imbricación permitió, por los consiguientes enlaces familiares y militares entre la FAT y la ESPOL, que se trasladase esta locomotora una vez finalizada su vida útil, desde su lugar de actividad en la FAT a las orillas del Nalón hasta la calle de Joaquín Costa nº 6, en el madrileño distrito de Chamartín sede de la ESPOL. La máquina de vapor fue construida en 1.891 por la casa St. Leonard en Lieja Bélgica, cuenta con el nº 876 de dicha fábrica, es una locomotora del tipo 020 y dispone de un ancho de vía 1.675 mm

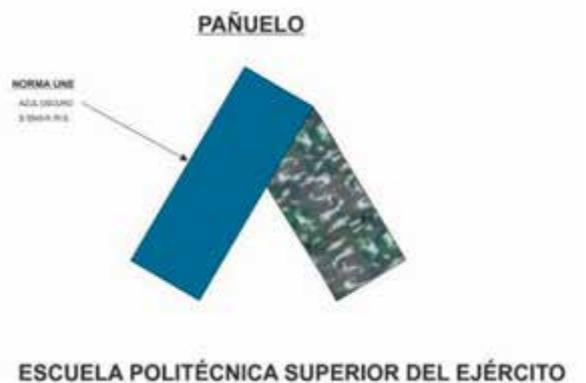
PAÑUELO DE CUELLO DE LA ESPOL

Con fecha 16/09/2021 SEGENEME aprobó el uso del pañuelo de cuello de color azul oscuro como prenda complementaria para la ESPOL. La norma general 07/2012 «Vestuario y Equipo Personal» del Estado Mayor del Ejército, en su Anexo III, equipo de representación no específico, contempla en el punto 3, el pañuelo de cuello del arma, solo para las unidades autorizadas.

GRAN UNIDAD	COLORIDO
Brigadas de Infantería	Rojo
Brigada de Caballería	Azul claro
Brigada de Sanidad	Amarillo
Brigada Logística	Verde claro
Mando de Operaciones Especiales	Verde
Mandos de Artillería	Negro y Rojo
Mando de Ingenieros	Púrpura
Brigada de Transmisiones	Bianco y púrpura
Fuerzas Aeromóviles del ET.	Azul
Jefatura de Tropas de Montaña	Verde
Academia General Militar	Carmesí
Academia de Infantería	Rojo
Academia de Caballería	Azul claro
Academia de Artillería	Negro y Rojo
Academia de Ingenieros	Púrpura
Academia de Logística	Verde claro



Según la normativa heráldica el campo azur representa la ingeniería militar, tal y como aparece en el escudo de la Escuela Politécnica Superior del Ejército. También figura en el guion de la unidad (ESPOL).





REFLEXIONES SOBRE EL LIDERAZGO

*Manuel Blasco Gómez
General de brigada CIP (EOF). Construcción*



INTRODUCCIÓN

Desde el año 2018 tanto el «Propósito del JEME» como el «Plan de Permanente de Actuación 2019-2024» tratan abiertamente del liderazgo, estableciendo como objetivo potenciar cualidades como la responsabilidad, capacidad de liderazgo e iniciativa del personal.

Así, en dicho propósito se considera al combatiente el centro de gravedad de nuestra institución, debiendo:

- Potenciar su capacidad de liderazgo
- Promover la iniciativa de los jefes de unidad
- Conseguir la cohesión del equipo

Considerando prioritaria la formación en liderazgo y en el mando orientado a la misión.

A este respecto el Cuerpo de Ingenieros Politécnicos presenta una particular idiosincrasia; sus filas se nutren exclusivamente de oficiales con alto nivel intelectual formados en un elevado porcentaje en el ámbito universitario. Constituyen un cuerpo facultativo en el que sus componentes responden de sus decisiones técnicas con su responsabilidad personal, de manera que la subordinación no puede confiarse exclusivamente a la disciplina jerárquica; por otra parte el mando orientado a la misión, entendido como el desarrollo de la iniciativa personal apoyada en la preparación, la unidad de doctrina y el buen criterio, constituye parte indispensable de la esencia corporativa.

Vivimos un tiempo en el que, en palabras de William G. McGowan, «La única práctica gerencial que ahora es constante, es la práctica de acomodarse constantemente a los cambios»; en este contexto la necesidad de ingenieros ha cambiado ya respecto al dominio tradicional: el Ejército «hace» menos por sí mismo habiendo pasado a «hacer hacer».

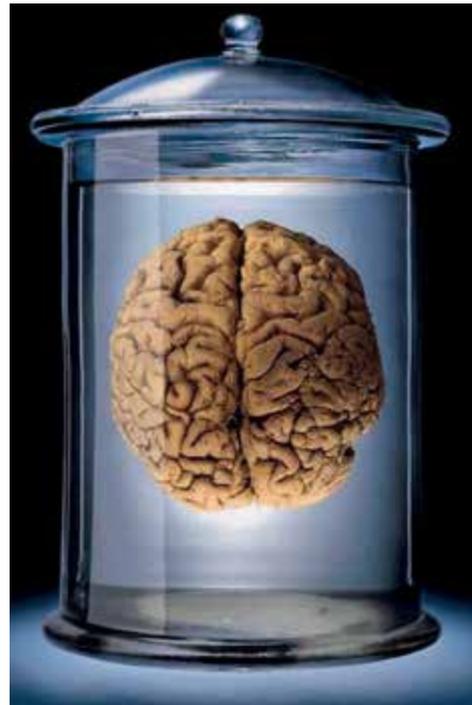
Pero sigue precisando asegurar la calidad de las prescripciones y de controlar su cumplimiento, «hacer hacer» no significa «dejar hacer» sino que es fundamental que quien especifique, compre o controle sea al menos tan competente como el suministrador.

En otras palabras, es imprescindible la existencia de un «saber hacer», de manera que en el futuro inmediato el Cuerpo de Ingenieros Politécnicos deberá seguir captando y fidelizando nuevos talentos científicos para poder cumplir sus funciones.

La captación de dichos talentos queda sometida a los procesos selectivos centralizados por el Ministerio de Defensa, sin embargo debe ser objeto de atención y objetivo estratégico del cuerpo la fidelización de sus componentes una vez integrados en el mismo, dado que se trata de profesionales de gran valor y potencialmente demandados por las empresas, que disponen de capacidad para ofrecer superiores incentivos materiales.

Sin embargo el ingeniero militar, independientemente de otras virtudes como la disponibilidad para el servicio o el espíritu de sacrificio, tiene preocupaciones y aspiraciones diferentes de sus colegas del

sector privado. Atesora determinados valores de la función pública como la legalidad, capacidad de adaptación, anticipación, continuidad u honestidad que son especialmente necesarias para la credibilidad del Ejército en lo que concierne a materias susceptibles de controversia científica en las relaciones con los actores económicos.



Visto lo anterior resulta particularmente evidente que en nuestro caso no es suficiente el ejercicio del poder sino que debe primar el objetivo de lograr el reconocimiento de la autoridad, a través del liderazgo, en todos los niveles de la jerarquía.

EXPECTATIVAS

Desde la anterior perspectiva es fundamental el ejercicio de un liderazgo efectivo sobre el conjunto del personal del cuerpo, es necesario conseguir que sus componentes reconozcan e interioricen una unidad mental, cognitiva, una **visión** común que recoja sus aspiraciones. No necesariamente una realidad, ni siquiera algo cercano a la realidad como la conocemos hoy y ahora sino influida, al menos en parte, por la

imaginación. Un reflejo de valores reales y deseados centrados en el «qué», no inicialmente en el «cómo», que aporten a los ingenieros ilusión y confianza en su futuro profesional.



Volviendo sobre las palabras de McGowan, si en la sociedad actual «*la única constante es el cambio constante*», constituye una misión esencial del ingeniero la de servir de catalizador de los cambios tecnológicos promoviendo, orientando, apoyando e implantando la **innovación**.

La innovación supone modificar la situación existente, la forma de hacer las cosas en una organización y debe alcanzar no solo a los aspectos tecnológicos sino a los métodos de gestión que han de acompañar, apoyar y potenciar su corriente innovadora.

Sin embargo no se puede perder de vista que, tal como ya expuso Nicolás Maquiavelo: «*Nada más difícil de emprender ni más peligroso de conducir que tomar la iniciativa en la introducción de un nuevo orden de cosas, porque la innovación tropieza con la hostilidad de todos aquellos a quienes les sonrió la situación anterior y sólo encuentra tibios defensores en quienes esperan beneficios de la nueva.*»

No se puede olvidar, por otra parte, que la visión sin financiación constituye tan solo una alucinación lo que introduce, especialmente en los tiempos actuales, una enorme dificultad añadida al propósito aquí expresado.

¿NECESITAMOS LÍDERES?

Lo señalado nos aboca en todo caso a responder afirmativamente, ya que promover los cambios que

necesita el cuerpo exige un catalizador capaz de conseguir que las aspiraciones, voluntades y capacidades existentes en cada uno de sus miembros resulten integradas dentro de la estructura de la organización y que los resultados sean transferidos al usuario último: el Ejército.

No obstante, cabe considerar quién necesita verdaderamente un líder y cuándo lo desea.

Las organizaciones, por lo general, no desean líderes sino gestores eficientes. El líder promueve el cambio y para ello debe cuestionar a la propia organización, amenazando el estatus de poder establecido.

Los líderes transformadores, pese a que se pretenda mostrar lo contrario, no suelen ser deseados por la cúspide de las organizaciones empresariales o sociales sino por la masa y aún en este caso, de ordinario, solo cuando se presentan tiempos de dificultad. En la bonanza la mayoría de las personas prefieren un gestor eficiente que asegure el sostenimiento de la situación sin sobresaltos ni exigencias individuales desproporcionadas. Solo cuando las circunstancias o gestores incompetentes desatan la incertidumbre, cuando no la crisis, amplios sectores añoran la aparición de un líder que señale objetivos ilusionantes, que proponga cambios y movilice las voluntades para encontrar el coraje de romper las barreras de lo conocido y caminar hacia un nuevo futuro.

¿Son, por tanto, necesarios líderes que inculquen una visión, que promuevan la innovación, que proporcionen valores y respondan a las necesidades o es suficiente con disponer de gestores eficientes del día a día?

En el presente, recordando con orgullo un pasado brillante, de prestigio intelectual y capacidad de influencia, los ingenieros se ven abocados al papel de meros ejecutores de voluntades ajenas, alejados de toda capacidad de influir en el destino de la organización, inmersos en una frenética actividad diaria que absorbe su tiempo y energías dejando pocas oportunidades para imaginar realidades alternativas.

Pero la capacidad de soñar existe y no se ve condicionada por la perspectiva racional inherente a su formación, siendo precisamente la oportunidad de

amplificar la dimensión de dichos sueños y fomentar la creencia en que son posibles lo que determina la necesidad de que surjan líderes transformadores que, como indica Thomas E. Cronin¹, participen con sus subordinados para elevar sus conciencias y faciliten que algunos de ellos se conviertan a su vez en líderes por propio derecho.

¿QUÉ MODELO DE LÍDER BUSCAMOS?

Mientras que Nietzsche consideraba que lo que mueve a las personas es la búsqueda del poder, para Freud era la búsqueda del placer. Por su parte, Karl Frankl² postulaba que el verdadero impulso motivador es la búsqueda de un sentido a la propia existencia.

Se puede considerar que este último criterio incluye a los dos primeros, ya que cada persona buscará el sentido de su propia vida bajo distintas formas: poder, placer, familia, reconocimiento profesional o social, etc. Frecuentemente será una combinación de varias de dichas formas lo que de sentido a la vida de cada persona y generalmente éstas no permanecen estáticas sino que experimentan cambios a lo largo de los distintos periodos de la vida.

Para alcanzar la excelencia, el cuerpo deberá conseguir integrar esa amplia disparidad de intereses junto con el caudal de conocimientos presentes en su seno, ya que nadie posee todas las capacidades sino que éstas se encuentran distribuidas entre el conjunto de los componentes y es preciso contar con todas ellas.

Debemos aspirar a contar con líderes motivadores, capaces de facilitar que los subordinados puedan acompañar las necesidades e intereses del cuerpo en su conjunto con la búsqueda personal de aquellos factores que contribuyan a dar sentido a sus vidas.

Este modelo alcanza su pleno sentido desde el momento en que se considera que el valor del aporte de las personas es incuantificable.

1 Aprender y pensar sobre liderazgo

2 El hombre en busca de sentido

3 Referencia a Goleman. Tcol Enrique Biosca Ponce, «La gestión del talento en las FAS. Una decisión estratégica». CESEDEN



Existen estudios³ que demuestran que para alcanzar el éxito en una organización son aspectos como la habilidad para la comunicación, la empatía, la flexibilidad, la integridad o la autoconfianza los que marcan las diferencias. Estos conceptos se agrupan bajo el concepto de inteligencia emocional

Según sostiene un conocido comunicador, Victor Kupperts, el valor de una persona puede obtenerse mediante la aplicación de una sencilla ecuación:

Trata Kupperts de explicar que en el cómputo del teórico valor de una persona, sus conocimientos (saber) y habilidades (saber hacer) suman pero es su actitud, sus valores (querer hacer) el factor multiplicador. Así, por muchos conocimientos formales y experiencia que se posean, si las cualidades emocionales, la actitud, son inexistentes el valor obtenido será el resultado de multiplicar el bagaje de conocimientos y experiencia por cero.

Aun siendo el anterior un modelo simple permite intuir que para ejercer liderazgo, a medida que se avanza en la trayectoria profesional debe producirse un desplazamiento progresivo del centro de gravedad de la actuación del ingeniero desde las acciones ejecutivas hacia las de gestión y directivas, otorgando mayor importancia a las «cualidades emocionales» en detrimento de las puramente técnicas, que habrán sido interiorizadas, sin que sea necesario ya ser continuamente entrenadas o desarrolladas.

Todo ello apuntando, nuevamente, al líder transformador. Ante la autoridad formal los subordinados, sujetos por la disciplina, acatarán las órdenes del jefe; pero no le seguirán.

¿CUÁLES HABRÁN DE SER SUS CUALIDADES?

Cuando se accede a documentos relacionados con el estudio del liderazgo, invariablemente aparece recogida la relación de cualidades que deben adornar al líder. Suelen ser extensas listas que aspiran a capturar el enorme espectro de «virtudes» que, supuestamente, debe poseer el líder para conseguir ejercer como tal.



No obstante para tratar de alcanzar ese difícil objetivo, caracterizar al líder, conviene aplicar como en tantas otras facetas de la vida el principio de «parsimonia» conforme al cuál cuando existen varias soluciones a un problema, la más sencilla suele ser la más correcta.

Baltasar Gracián⁴ señaló en el siglo XVII que las cualidades de sabiduría y valor alternan grandeza. Sin embargo, en el siglo XXI al líder actual no solo se le debe exigir sabiduría, sino que cuente además con la voluntad y capacidad para emplearla con rectitud.

Con este enfoque cabe considerar imprescindibles las dos siguientes cualidades fundamentales en los líderes de nuestro cuerpo: **integridad y valor**.



Integridad para encontrarse en condiciones de discernir qué es lo correcto en cada momento y valor para ponerlo en práctica por encima de todas las dificultades que encontrará para conseguirlo.

Sin conocimientos se vive en la oscuridad, pero así como el saber sin valor es estéril, el saber acompañado de valor pero ausente de integridad persigue objetivos innobles.

4 El arte de la prudencia



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA LA MEJORA EN LA PROTECCIÓN DE LA TELEFONÍA MÓVIL CORPORATIVA

*Diego Muñiz Rodríguez
Comandante CIP (EOF). TI/El*

OBJETO

El objeto de este artículo es hacer conocer al lector de cómo se ha aplicado una metodología de gestión de proyectos a un proyecto en concreto. Dicho proyecto consiste en la creación de una plataforma de entrenamiento, integrada en un entorno virtual, que permita la mejora de la ciberseguridad en el campo de la telefonía móvil corporativa.

INTRODUCCIÓN

La telefonía móvil es, quizás, la tecnología más democratizada y extendida del planeta, sirviendo para múltiples propósitos: desde los más sencillos como realizar una simple llamada o enviar un mensaje de texto, hasta la compra de acciones de una determinada empresa bursátil que cotiza en mercados como el NASDAQ, entre otros.

En distintos ámbitos de la industria privada, es frecuente encontrar trabajadores que disponen de terminales corporativos para tareas relacionadas con las funciones que conlleva su puesto de trabajo. Por supuesto, la Administración Pública se ha hecho eco de esta tendencia, siendo ya también habitual que el personal militar, como parte de la Administración del Estado, cuente con terminales corporativos cuando su destino así lo requiera. En el ámbito del Ministerio de Defensa, la gestión de adquisición de terminales corre a cargo del Centro de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CESTIC) quien distribuye los terminales entre las diferentes unidades.

La tendencia habitual del personal cuando dispone de este tipo de terminales es, al menos en un inicio tratarlo con especial precaución. Los primeros días, por supuesto, nadie instala aplicaciones, se tiene sumo cuidado con los sitios web por los que se navega y sólo se asocia al teléfono el correo corporativo. Sin embargo, conforme van pasando los días ese uso del terminal móvil se empieza a descuidar. Paulatinamente, se pierde el miedo a instalar diferentes aplicaciones, comenzando por las más sencillas o aparentemente inofensivas, pero sin prestar atención a su firma o creador. Con ello, el usuario pronto equipara el uso del terminal corporativo al particular, exponiéndolo a las mismas amenazas, sin considerar que la instalación de una aplicación (app) fraudulenta puede poner en peligro la seguridad de la información asociada, de cualquier manera, a dicho terminal móvil.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora, se hace evidente la necesidad de mitigar los riesgos derivados de un uso poco responsable y seguro de los terminales. Así es como nace la idea de crear y desarrollar una plataforma de entrenamiento en el entorno virtual (Cyberange), sobre el que hablaremos posteriormente, del Mando Conjunto del Ciberespacio (MCCE).

El objetivo de la plataforma de entrenamiento es la simulación, en un entorno virtual, de diferentes versiones de móviles corporativos. Replicando así sus respectivos sistemas operativos, funcionalidades y comportamientos, en aras de estudiar las vulnerabilidades asociadas al uso de esos móviles corporativos por parte de los usuarios. De esta manera, caracterizando y entendiendo estas vulnerabilidades, se facilita

la labor de concienciación de las posibles consecuencias de un uso no seguro de estos terminales.

Por supuesto, los objetivos y alcance perseguidos con esta plataforma son ambiciosos y complejos, lo cual hace que su diseño y completo desarrollo deban gestionarse de forma integral como un proyecto tecnológico. Como es muy habitual, dicho proyecto, de difícil gestión, administración y dirección, requiere la implementación de una serie de técnicas y herramientas que faciliten la identificación y gestión de procesos. Por esta razón se ha optado por emplear la guía PMBOK, instrumento desarrollado por el Project Management Institute (PMI) y que establece un criterio de buenas prácticas que permite facilitar la gestión y dirección de proyectos complejos como el aquí abordado.

Antes de hablar del proyecto en sí, se considera necesario dar unas ideas relativas al marco donde se llevó a cabo el proyecto para mejorar su comprensión. Los conceptos serán los siguientes:

1. Mando Conjunto del Ciberespacio.
2. El Cyberange.
3. Amenazas para la telefonía móvil.

1. MANDO CONJUNTO DEL CIBERESPACIO

El MCCE, tras la integración entre la Jefatura de Sistemas de Información de las Fuerzas Armadas (JCIS-FAS) y el antiguo Mando Conjunto de Ciberdefensa (MCCD), es uno de los mandos orgánicos del Estado Mayor de la Defensa (EMAD). Esta estructura se encuentra recogida en el *Real Decreto (RD) 521/2020, de 19 de mayo, por el que se establece la organización básica de las Fuerzas Armadas*.

Este mismo RD dispone, en su artículo 13, los siguientes cometidos para el MCCE:

1. El Mando Conjunto del Ciberespacio es el órgano responsable de la dirección, la coordinación, el control y la ejecución de las acciones conducentes a asegurar la libertad de acción de las Fuerzas Armadas en el ámbito ciberespacial.



2. Para ello, el Mando Conjunto del Ciberespacio planea, dirige, coordina, controla y ejecuta las operaciones militares en el ciberespacio y, en este ámbito, las acciones necesarias para garantizar la supervivencia de los elementos físicos, lógicos y virtuales críticos para la Defensa y las Fuerzas Armadas.

Si bien estos dos cometidos tienen un amplio espectro de aplicación, el proyecto sobre el que trata este artículo queda perfectamente encuadrado en el segundo de ellos.

2. EL CYBERANGE¹

Se trata de un entorno virtual en constante evolución cuya principal peculiaridad sea, quizás, no ser de uso exclusivo en las Fuerzas Armadas. Multitud de compañías privadas han adoptado también esta tecnología.

En el MCCE, el acceso y utilización del Cyberange se encuentra administrado y gestionado por un departamento creado al efecto, el Grupo de Plataformas y Simulación (GPYS).

El sistema proporciona la capacidad de crear diferentes simulaciones de infraestructuras TIC² que puedan ser objeto de interés para el MCCE y, por ende, de las FAS. De esta manera, se integra en un mismo área multitud de medios virtualizados.

El Cyberange, también conocido como Campo de Maniobras (CM), presenta las siguientes características:

- **Simulación:** Proporciona recursos virtuales para la generación de escenarios que permitan la verificación y validación de herramientas software, así como la simulación de técnicas, tácticas y procedimientos de operaciones de ciberdefensa.
- **Instrucción:** Dentro de este marco, cabe señalar que el MCCE participa en diversos ejercicios a lo largo del año. Colabora con otros países pertenecientes a Organizaciones Internacionales como la OTAN y otros entes estatales como el Centro Nacional para la Protección de Infraestructuras Críticas y Ciberseguridad (CNPIC)³. Este último, es el Órgano responsable del impulso, coordinación y supervisión de todas las políticas y actividades relacionadas con la protección de las infraestructuras críticas españolas, también de la ciberseguridad en el seno del Ministerio del Interior.
- **Ahorro:** Gracias a la implementación de entornos virtuales, que no exigen los dispositivos físicos, se logra un ahorro de recursos importante. En el caso del proyecto expuesto en este artículo, el ahorro constituye una variable fundamental. Gracias al CM se disponen de diferentes versiones de teléfonos móviles, con SO Android, sin necesidad de la compra de terminales físicos.
- **Duplicidad de sistemas:** Este concepto, conocido en la literatura inglesa como Digital Twin (Gemelo Digital), permite que sistemas que se encuentran en funcionamiento, tengan su sistema gemelar en la plataforma. Se consigue así que cualquier actualización, o nuevo desarrollo, pueda llevarse a cabo en el sistema gemelo (virtual). Posteriormente se implementa en el terminal físico en funcionamiento mitigando, o incluso se evitando por completo, un posible impacto negativo en el sistema real.

1 Para más información véase Memorial de ingenieros del año 2017

2 Tecnologías de la información y las comunicaciones

3 Para más información véase <https://www.csirt.es/index.php/es/miembros/cnpic>

- **I+D y Transferencia Tecnológica:** Proporciona la capacidad de búsquedas de nuevas tecnologías gracias a multitud de entornos configurables. Se permiten experiencias con nuevos productos y servicios de aplicación en el amplio mundo de la ciberdefensa.

3. AMENAZAS PARA LA TELEFONÍA MÓVIL

Prácticamente la totalidad de los móviles corporativos disponen de un sistema operativo Android que, al igual que otros, tiene diversas vulnerabilidades. No existe un sistema operativo infalible sin brechas de seguridad.

Las 6 amenazas más habituales contra la telefonía móvil, según algunos desarrolladores de antivirus como Kaspersky, son las que se definen a continuación⁴:

- **Ransomware:** Conocido también como malware de rescate, son programas diseñados para secuestrar el contenido del terminal móvil a través de la instalación de una aplicación (app) maliciosa. Una vez instalada la app, el usuario deja de tener un acceso a los datos de su terminal. Esta denegación de acceso viene acompañada de mensajes que exigen el pago de cierta cantidad de dinero para poder recuperar el funcionamiento normal del terminal.
- **Adware:** Menos dañino que el anterior pero muy molesto. Cuando este virus logra entrar en el terminal se ejecutan constantemente anuncios de publicidad en segundo plano, los cuales son ocasionados por clics en publicidad de los que el usuario no es consciente.
- **Troyanos:** Aparentemente, y únicamente a efectos de la percepción del usuario, estos virus no tienen impacto sobre el funcionamiento normal del terminal móvil. Sin embargo, su función es la de habilitar un acceso remoto a otro usuario a través de lo que se conoce como «una puerta trasera». «Una puerta trasera» no es más que un

acceso al terminal sin necesidad de identificación.

- **Keyloggers:** Estos programas se centran en guardar las distintas combinaciones de teclas que se pulsan en el terminal. De esta manera se podría conocer la contraseña de acceso a nuestra cuenta bancaria o la de nuestro correo electrónico, entre otras.
- **Troyanos Bancarios:** Es un tipo de troyanos en el que la apariencia específica de la aplicación es de una sucursal bancaria. Se busca tener acceso a las credenciales de acceso al banco que emula.
- **Spyware:** Se trata de un tipo de malware que intenta mantenerse oculto a la par que registra información del dispositivo y sigue sus actividades en línea. Puede supervisar y copiar todo lo que se escribe, se descarga, se carga o se almacena. Algunos son capaces de activar micrófonos o cámara en segundo plano. Este es el tipo de virus que se desarrolló en el proyecto inicialmente.

Como se puede observar, las amenazas no son pocas y se centran principalmente en la obtención clandestina de datos. Precisamente por ello, y debido a la sensibilidad de estos datos y su potencial atractivo para los atacantes, el proyecto se focalizó en la fuga de información ocasionada por accesos no autorizados.

EL PROYECTO

Cada metodología de gestión de proyectos tiene unas características y, en general, se escoge una u otra dependiendo de la naturaleza del proyecto. Para éste se seleccionaron las pautas contempladas por el Project Management Institute (PMI). El PMI es una asociación sin ánimo de lucro cuyo objetivo es formular perfiles profesionales para la gestión de proyectos a través de estándares y la investigación.

El PMI aglutina lo que la organización considera como buenas prácticas en una guía conocida con el nombre

⁴ Las definiciones son las proporcionadas por el INCIBE (Instituto Nacional de Ciberseguridad) Para más información consultar: <https://www.incibe.es><https://www.incibe.es/aprendeciberseguridad#nuevos>

de PMBOK (Project Management Body of Knowledge). La guía contempla un total de 10 áreas de conocimiento, sin embargo, en el proyecto analizado sólo se van a tratar las que figuran a continuación:

1. Gestión de la integración.
2. Gestión del alcance.
3. Gestión del tiempo.
4. Gestión de recursos humanos.
5. Gestión de riesgos.

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

1. Gestión de la integración



La gestión de la integración según el PMBOK incluye las actividades necesarias para coordinar la dirección del proyecto, algo que necesita como primer elemento el acta de constitución del proyecto.

En nuestro caso de estudio, diferentes mensajes internos que se generaron en el seno del MCCE exponían vulnerabilidades asociadas al uso de la telefonía móvil y fueron estos mensajes los que permitieron redactar el acta de constitución del proyecto con el siguiente enunciado:

Generar un código malicioso para el «hacking» de dispositivos móviles. Una vez generado el código, este se ejecutará contra diferentes versiones de máquinas virtuales que emulen dispositivos móviles de telefonía. Todo lo anterior se llevará a cabo en el entorno del campo de maniobras virtual (Cyberange).

Se ahondará en la búsqueda de vulnerabilidades en los dispositivos, lo que permitirá encontrar aquellas debilidades asociadas al desarrollo del software y al uso «poco cuidadoso» de algunos usuarios.

Una vez encontradas esas vulnerabilidades la siguiente acción consistirá en encontrar una solución, bien tecnológica o bien de procedimiento, que evite el «hacking». Dicha solución se basará en dos actividades realizadas de manera conjunta:

1. Concienciación del personal a través de charlas o seminarios. en los que se mostraran las consecuencias del hacking realizado en el Cyberange.
2. Generación, por parte de un departamento orgánico del MCCE, de una respuesta tecnológica contra el código.

El acta de constitución disponía también de la siguiente información.

1. Requisitos de alto nivel:
 - a) La plataforma se debe crear dentro del campo de maniobras (Cyberange), perteneciente al grupo de Plataformas y Simulación (GPYS).
 - b) El acceso a la plataforma de entrenamiento debe de poder realizarse de manera remota a través de una VPN.
 - c) La plataforma de entrenamiento debe ser gestionada por personal del GPYS.
 - d) Los miembros del Grupo de Respuesta deben disponer de acceso a la plataforma de entrenamiento.
2. Calendario Inicial: La duración inicial estimada es de 4 meses.
3. Interesados: Grupo de Plataformas y Simulación, Grupo de Respuesta (GR).

Durante el proyecto, tal y como recomienda la metodología, se monitoriza en todo momento el avance del mismo, evaluando constantemente la evolución de los trabajos para buscar nuevos riesgos. Como consecuencia, con cada nuevo ciclo de evaluación se obtenían, como resultado, modificaciones asociadas a la gestión del proyecto.

2. Gestión del alcance

Este grupo de procesos tienen como entrada principal el acta de constitución del proyecto y su finalidad es perfilar un enunciado más detallado del mismo, incluyendo solamente el trabajo requerido y estableciendo unos márgenes claros en la consecución de objetivos.

El alcance recoge cuáles son los entregables del proyecto, entendiendo como entregable un paquete de trabajo, y cuáles los criterios de aceptación para cada de ellos.

En este caso, los entregables se reducen a 4:

1. Virtualización de dispositivos en el Cyberange.
2. Generación del código malicioso para hackeo.
3. Pruebas del código malicioso contra los dispositivos virtualizados.
4. Búsqueda de soluciones a las vulnerabilidades detectadas a consecuencia de las pruebas.

Durante esta etapa se genera una Estructura de Desglose de Trabajos (EDT) como la que se muestra en el esquema. En la EDT se descomponen jerárquicamente los entregables principales, facilitando así un seguimiento más cuidadoso del proyecto.

Como parte de la validación del alcance, se establece como criterio que las versiones de Android cargadas han de ser consistentes en el Cyberange. El principal motivo para escoger este criterio son los fallos de estabilidad de algunas versiones probadas.

El sistema operativo Android es el más usado por los móviles corporativos del Ministerio de Defensa. Razón por la cual, que el proyecto se centre en este sistema operativo es un requisito del alcance.

3. Gestión del tiempo

La gestión del tiempo conlleva plasmar la planificación en un marco temporal, conocido como cronograma, que permita llevar a consecución el proyecto antes de una fecha concreta.

Antes de establecer el cronograma es necesario definir las actividades de cada entregable. El autor del artículo fue responsable del entregable «virtualización de dispositivos móviles», por lo que se va a mostrar únicamente la información correspondiente a dicho entregable.

Actividades que componen el entregable «virtualización de dispositivos móviles»:

1. Búsqueda de máquinas virtuales de móviles Android en fuentes abiertas.
2. Comprobación de la versión de las máquinas virtuales.
3. Carga de las máquinas virtuales en el Cyberange.
4. Comprobación del funcionamiento correcto de la máquina virtual en el Cyberange.
5. Comprobación de acceso a la máquina virtual de manera remota.



Se estableció un total de 45 días para la realización de todas las actividades. Esta estimación se establece teniendo en cuenta el alcance de las actividades y sus relaciones de precedencia. En este entregable se determinó que la precedencia de las actividades era única, es decir cada actividad era precedida sólo por la anterior y la finalización de esta era el pistoletazo de salida para la siguiente.

4. Gestión de recursos humanos

Es bien sabido que en cualquier proyecto el tema del personal constituye una parte fundamental para la fructífera consecución de los trabajos. Según el PMBOK esta gestión descansa en una dirección del personal a través de una política empresarial y unas habilidades interpersonales.

Como ya se ha mencionado, los departamentos implicados en el proyecto fueron el Grupo de Plata-

formas y Simulación y el Grupo de Respuesta de la FOCE (Fuerza de Operaciones en el Ciberespacio).

El número de miembros equipo de proyecto y su implicación:

1. Tres representantes del Grupo de Plataformas y Simulación encargados de la virtualización de los móviles y desarrollo del código malicioso.
2. Un representante del Grupo de Respuesta encargado del desarrollo de las soluciones contra el código malicioso.
3. Un jefe de proyecto que debía pertenecer al GPyS.

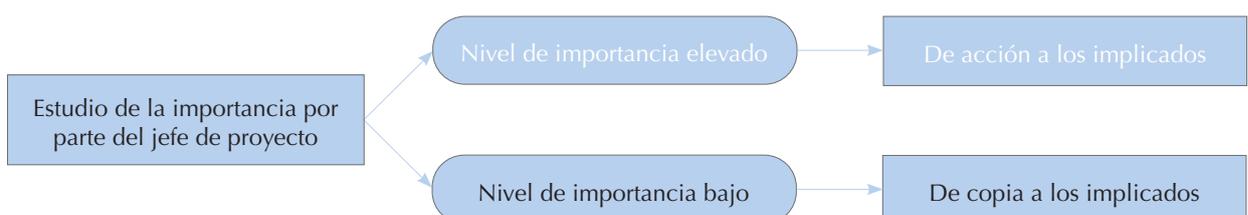
La planificación de la gestión de recursos humanos comienza con la asignación de responsabilidades. En la siguiente tabla figuran las responsabilidades asignadas del entregable número uno.

	1. Búsqueda de máquinas virtuales de móviles Android en fuentes abiertas de internet	2. Comprobación de la versión de las máquinas virtuales	3. Carga de las máquinas virtuales en el Cyberange	4. Comprobación del funcionamiento correcto de la máquina virtual en el Cyberange	5. Comprobación de acceso a la máquina virtual de manera remota
Miembro 1 del GPyS	X	X			
Miembro 2 del GPyS			X	X	
Miembro 3 del GPyS					X

El personal no participaba de manera exclusiva en este proyecto, algo que en ocasiones podría haber supuesto un riesgo para el buen desarrollo de los trabajos. Sin embargo, ese riesgo no se materializó gracias a contar con un equipo de trabajo cohesionado y con gran predisposición.

Gestión de las comunicaciones

La gestión de las comunicaciones, según el PMBOK, incluye los procesos necesarios para asegurar que las necesidades de información de los actores implicados se satisfagan a través de la implementación de actividades diseñadas para un intercambio eficaz de dicha información.



En el proyecto analizado el enfoque consistía básicamente en que todas las comunicaciones internas debían de pasar por el jefe de proyecto y era él quien establecía el flujo de información según el nivel de importancia. O bien el jefe enviaba los correos de acción a los implicados, o bien se los ponía de copia en aquellos temas de menor impacto. Buscando de esta manera no romper esa cadena incuestionable de conocimiento común.

5. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es también pieza fundamental para acabar el proyecto dentro de los límites consensuados. Esta gestión requiere de una identificación, análisis, control de riesgos y planificación de acciones para reducir su impacto y probabilidad de ocurrencia.

La identificación de riesgos en el proyecto analizado se focalizó en lo que podría suponer una fuga de información del código malicioso. Para esa identificación se agruparon las posibles brechas de seguridad en tres categorías.

1. Filtración del código malicioso por fallo en el Campo de Maniobras.
2. Filtración del código malicioso por mala praxis de los componentes del proyecto.
3. Filtración del código malicioso por acceso malintencionado en el campo de maniobras.

Una vez identificados los riesgos principales se estudió la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos. Para ello se elaboró una escala de probabilidad del 1 al 10, en ella se adjudicó al riesgo número dos la mayor probabilidad de ocurrencia con un valor de «8». Se estimó que la pérdida de un pen drive con información sensible era un suceso con una recurrencia significativa en las unidades.

El estudio del impacto que la materialización de un riesgo podría suponer para el proyecto se orientó en el retraso temporal. Se determina que de suceder el riesgo número 3 implicaría un retraso en el proyecto de aproximadamente 30 días, incremento elevado comparándolo con la estimación temporal inicial.

Una vez establecidas las puntuaciones de probabilidad e impacto de cada uno de los riesgos, una multiplicación entre ambos valores proporciona la criticidad de cada uno de ellos. En nuestro caso de estudio, el riesgo número 2 resultó ser el más crítico con un total de «56» puntos.

También forma parte de este proceso el estudio de las acciones preventivas que permitan evitar la ocurrencia de los riesgos. En la valoración de estas acciones se debe tener en cuenta la criticidad de los riesgos para balancear de manera correcta los recursos destinados a cada una de las acciones. En nuestro proyecto se decidió, como acción preventiva contra el riesgo más crítico, prohibir trabajar en todo lo relacionado con el proyecto en ordenadores externos a las instalaciones del MCCE. La medida resultó ser altamente eficaz.

Esta primera tabla ilustra las puntuaciones obtenidas para la evaluación de la criticidad y las acciones de mitigación correspondientes a cada riesgo.

La segunda tabla nos proporciona de manera intuitiva la criticidad de cada uno de los riesgos. Se considera una puntuación de «8» como un valor «alto» y de «5» como un valor «bajo».

	Evento	Análisis		Evaluación	Acciones de mitigación de riesgo
		Probabilidad (1 a 10)	Impacto (1 a 10)	PxI (1 a 100)	
R1	Filtración del código malicioso por fallo en el Campo de Maniobras	5	8	40	Auditorías tanto externas como internas para comprobar el correcto funcionamiento
R2	Filtración del código malicioso por mala praxis de los componentes del proyecto	7	8	56	Prohibir trabajar en el proyecto en ordenadores que se encuentren fuera de las instalaciones del MCCE
R3	Filtración del código malicioso por acceso malintencionado en el campo de maniobras	4,5	9	40,5	Estudio y valoración de la mejora de la seguridad

PROBABILIDAD	ALTA PROBABILIDAD			
	PROBABILIDAD MEDIA			R3
	BAJA PROBABILIDAD			R1/R2
		BAJO IMPACTO	IMPACTO MEDIO	ALTO IMPACTO
IMPACTO				

CONCLUSIONES

Cuando se afrontó el proyecto surgieron, como es habitual, multitud de incertidumbres. Una metodología de gestión de proyectos se demostró la mejor herramienta para afrontarlas, por las siguientes razones:

Primeramente, una metodología permite asentar la idea de lo que se quiere conseguir y delimitar unos márgenes concretos dentro de los cuales se quiere trabajar. Estos límites recogidos en el alcance del proyecto evitan caer en el error de iniciar tareas que no son acordes al objetivo que se pretende conseguir. Estas tareas infructuosas suelen conllevar, entre otras cosas, un sentimiento de frustración entre el personal involucrado que perciben que su trabajo ha sido infecundo.

Comenzar una tarea sin determinar sus relaciones con otros trabajos generalmente afecta a la temporalidad. Si no tenemos en cuenta qué tarea precede a la siguiente y cuál es su rango temporal más probable, podemos caer en el error de no poder acabar un trabajo porque necesitamos que la pieza anterior en nuestro puzzle esté acabada previamente. Sería como pintar la pared y luego recordar que debíamos de haber lijado antes. Un cronograma estudiado con cuidado no sólo evita esas disfunciones, sino que permite un control del desarrollo del proyecto.

Desde el punto de vista del autor, los recursos más importantes son las personas y sus interrelaciones, lamentablemente en muchas ocasiones se les deja fuera de la ecuación. Mi experiencia, no sólo en este proyecto, sino en la «mili» en general, me ha demostrado en multitud de ocasiones que marcar las pautas de quién hace cada cosa y cómo se deben reportar los avances es la única manera de conseguir la fluidez adecuada.

No debemos olvidar, como militares y como ingenieros, que prever puede convertirse en un factor determinante para conseguir la victoria. El método del PMI no sólo nos guía en el proceso de identificación de esos riesgos, sino que también en ponde-

rarlos adecuadamente para encontrar una manera de prevenirlos.

Las Fuerzas Armadas, están haciendo un esfuerzo importante para convertirse en una organización más madura en gestión de proyectos. Prueba de ello son los diferentes cursos de Especialista Militar que actualmente se imparte en la Escuela Politécnica Superior del Ejército. En estos cursos se enseñan los conocimientos necesarios para acometer proyectos de pequeña envergadura, como el que se cita en este artículo, o de muy grande, como el del vehículo 8x8.

Concluyendo, considero que estas metodologías también se podrían aplicar en otras áreas dentro de las FAS aparte de la puramente ingenieril. Ayudando de esta manera a la búsqueda incansable de mejora que debe caracterizar a los que, orgullosos, vestimos este uniforme.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer al MCCE la posibilidad que me brindaron de participar en este proyecto. También hacer una mención especial al ingeniero de ISDEFE D. Ismael Pellejero quien me ayudó desde los primeros pasos.

REFERENCIAS

<https://www.incibe.es/>. s.f.

PMI. *Guía PMBOK 5th*. 2013.

«Real Decreto 521/2020, de 19 de mayo, por el que se establece la organización básica de las Fuerzas Armadas» 2020.

Tcol CIP Santos Herrero, Carlos. «*El Mando Conjunto de Ciberdefensa*» 2017.



Mina plástica anticarro VS-1.6

PROYECTO I+D SAFEDRONE «GEORRADAR DE ALTA RESOLUCIÓN EMBARCADO EN DRON PARA DETECCIÓN DE IEDS Y MINAS TERRESTRES ENTERRADAS» 2020–2021

José Luis Mingote Abad

Coronel CIPET (EOF). Armamento y Material – NATO C-IED COE

Equipo investigador del Área de Teoría de la Señal y Comunicaciones del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Oviedo:

- María García Fernández, Dra. Ing. de Telecomunicaciones, investigadora principal.
- Guillermo Alvarez-Narcini, Dr. Ing. de Telecomunicaciones investigador principal.
- Yuri Alvarez López, Dr. Ing. de Telecomunicaciones, coordinador del proyecto.
- Fernando Las-Heras Andrés, Dr. Ing. de Telecomunicaciones. Catedrático y jefe del equipo.

Director Técnico del proyecto I+D SAFEDRONE

- Cap. CIEA EOD D. Santiago García Ramos, DGAM/SDG. PLATIN/AGTI

SUMARIO

El artículo describe los objetivos, desarrollo y resultados obtenidos por el Proyecto I+D SAFEDRONE que ha desarrollado de forma avanzada un sistema radar de subsuelo o georradar (GPR) con apertura sintética (SAR) de alta resolución, que montado en plataformas aéreas remotamente tripuladas (RPAS) permite detectar con precisión artefactos explosivos improvisados (IEDs) y minas terrestres enterradas (Figura1). Se incluye una breve descripción de las arquitecturas radar utilizadas e indicaciones básicas sobre el procesamiento de señales GPR.

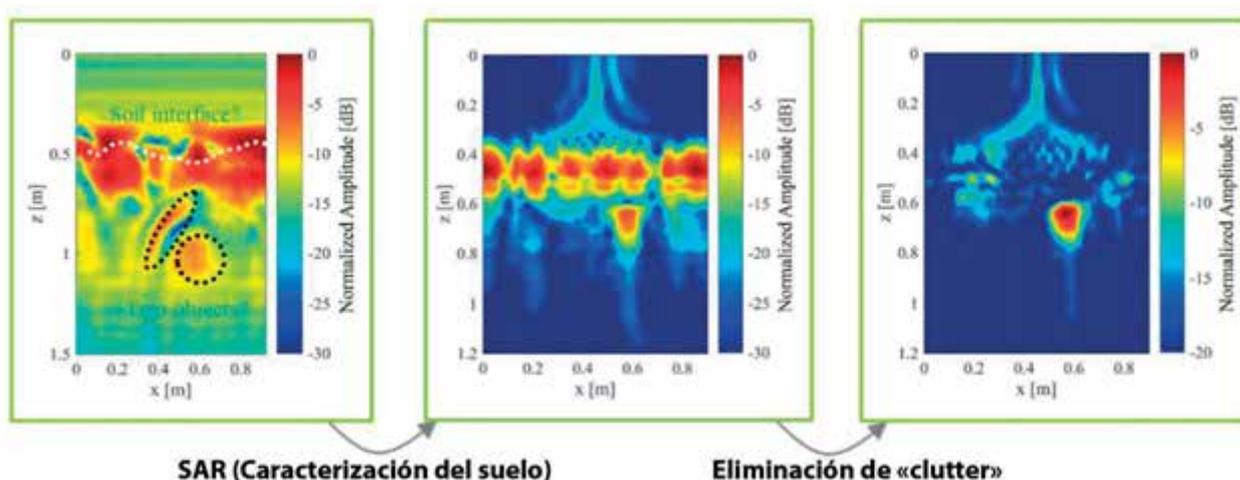


Figura 1.—Metodología básica del procesado GPR-SAR de una mina antipersonal enterrada superficialmente

El proyecto SAFEDRONE desarrollado durante 2020 y 2021 ha sido financiado por el Ministerio de Defensa (80%), programa COINCIDENTE (Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas) y la Universidad de Oviedo (20%).

El Centro OTAN de Excelencia para la lucha contra artefactos explosivos improvisados (C-IED COE) situado en Hoyo de Manzanares (Madrid), ha colaborado con el Ministerio de Defensa en el lanzamiento del proyecto (propuesta y requisitos), así como en el seguimiento del proyecto y preparación, ejecución y evaluación de las pruebas de validación.

El sistema SAFEDRONE proporciona la ventaja de realizar una detección eficaz sin contacto y, por ello, segura. Además, dispone de un sistema de posicionamiento preciso y datos georreferenciados, aportando imágenes radar con resolución centimétrica (3 cm). Como novedad tecnológica, se han integrado y validado varias arquitecturas de detección GPR diferentes (mono estática, multi estática) y detección del sistema fuera de la línea de visión del operador (a 200m).

Tras las pruebas de validación inicial (marzo) y final (octubre) del sistema realizadas durante 2021 en el Campo de Maniobras y Tiro de El Palancar (Hoyo de Manzanares–Madrid), los resultados obtenidos son muy prometedores y abren camino al desarrollo posterior de un sistema operativo.

El proyecto SAFEDRONE cuenta con el precedente del sistema Geodrone iniciado en 2015 por la Universidad de Oviedo y que, tras su finalización se puede considerar proyecto puntero de desarrollo y demostración de esta tecnología. Por otra parte, es probable que sea un referente internacional y avanzado en tecnología GPR/RPA aplicada en detección de objetos enterrados. Parte de la tecnología utilizada en el proyecto SAFEDRONE (ver Ref. [6]) fue patentada por la Universidad de Oviedo tras el desarrollo del sistema Geodrone.

INTRODUCCIÓN

Durante la realización de operaciones militares en zonas de conflicto (Figura 2) y campañas de desminado humanitario, la seguridad y precisión obtenidas en la detección de IEDs y minas enterradas son capacidades necesarias. Dentro de las tecnologías aplicadas se encuentran, detectores de metal, magnetómetros, cámaras térmicas, sistemas electroópticos o georadar.

En la detección eficiente de IEDs, cualquier sistema debe considerar tres aspectos fundamentales: (a) detección de todo tipo de objetos metálicos, de bajo contenido metálico (la mina anticarro M19 contiene un 0,023% de metal en ciertos elementos de la espoleta) o no metálicos; (b) capacidad de discriminación

de objetos enterrados a varias profundidades o situados en el interfaz aire, suelo y subsuelo próximo y (c) mantenimiento constante de distancia de seguridad («stand-off») entre el sistema y el área inspeccionada.



Figura 2.—Vehículo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU. tras la explosión de un IED enterrado Ref. [9]

Una de las ventajas de la tecnología GPR es su capacidad para detectar objetos metálicos o no metálicos. La frecuencia del GPR es un parámetro que condiciona la detección, puesto que a bajas frecuencias alcanza mayor profundidad, pero la resolución es más pobre (en bajas frecuencias la mayoría de los sistemas GPR trabajan en banda estrecha (ver Ref. [1]) y, por lo contrario, a frecuencias altas, la resolución es mayor, pero con profundidad de penetración menor.

La mayor seguridad del uso de RPAS frente al empleo de plataformas terrestres, ha conducido a desarrollar en los últimos años, diversos sistemas basados en RPAS. Entre ellos, citamos un radar en banda X y proceso SAR para detectar cables de accionamiento de IEDs (Ver Ref. [2]) o, varios prototipos de sistemas GPR montados en RPAS para detectar objetos enterrados (Ver Ref. [3]).

En general, los sistemas GPR montados en RPAS operan en bandas de frecuencia que van desde los 400-600 MHz hasta los 4-6 GHz, logrando un adecuado equilibrio entre profundidad de penetración y buena resolución de imagen, teniendo en cuenta que los IEDs se entierran a baja profundidad, al objeto de producir mayores efectos.

RESUMEN DEL PROYECTO

En cuanto a los objetivos principales del proyecto, se señalan los siguientes:

1) Desarrollo de un sistema capaz de proporcionar imágenes GPR-SAR del subsuelo con resolución centimétrica. Para lograrlo, se han integrado equipos rediseñados de radiofrecuencia y posicionamiento en la plataforma RPAS utilizada y, a la vez, se han ampliado, intensificado y afinado el diseño e implementación de técnicas de procesamiento de imágenes radar, buscando elevada mitigación de ruido y ecos producidos por reflexiones de suelo, piedras, humedad –moléculas de agua–, materiales disgregados, vegetación, todo ello con el fin de maximizar la probabilidad de detección de IEDs enterrados.

2) Diseño e implementación de arquitecturas GPR que potencien la capacidad de detección. Durante el proyecto se han desarrollado las siguientes arquitecturas:

a) Sistema GPR mono estático con transmisión radar ortogonal al suelo o «Down-Looking GPR (DL-GPR)», utilizando 3 antenas medianas (1 transmisora Tx y 2 receptoras Rx) de banda ultra ancha (UWB) Vivaldi TSA 600. Peso del módulo radar + antenas unos 2 kg.

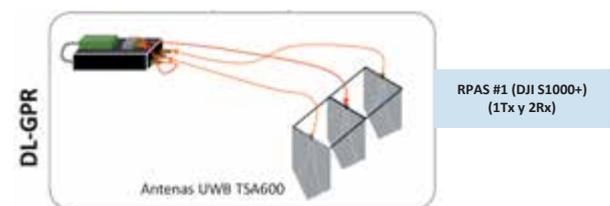


Figura 3.—Esquema de arquitectura mono estática DL-GPR (1Tx+2Rx) sobre dron DJI S1000+

b) Sistema monoestático DL-GPR que emplea el mismo dron con un nuevo array de antenas, más ancho (90cm) y con 7 antenas UWB pequeñas Vivaldi ILMsens. Reduce el tiempo de escaneado a la tercera parte con disminución ligera de la capacidad de detección. Peso del módulo radar + antenas unos 2,5 kg.

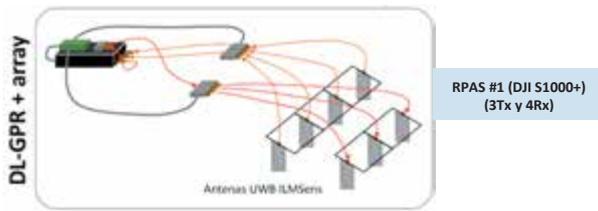


Figura 4.—Esquema de arquitectura mono estática DL-GPR (3Tx+4Rx) sobre dron DJI S1000+

- c) Sistema híbrido o multiestático que utiliza dos drones, antenas de hélice y banda de escaneo de 3 a 5 GHz. Un dron integra la configuración DL-GPR y el otro la Forward-Looking o FL-GPR (transmisión radar hacia adelante e inclinada a 80° sobre la vertical).

Este nuevo concepto de sistema híbrido, ideado de forma novedosa por el equipo investigador, trata de mejorar la detección de objetos muy pequeños y enterrados en la zona más conflictiva y difícil del escaneo radar que es, sin lugar a dudas, la interfaz aire suelo y la capa de subsuelo superficial (<5 cm).

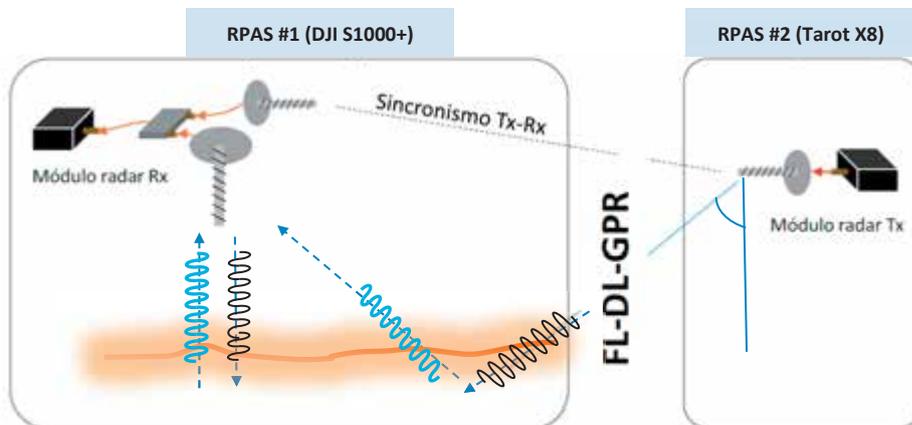


Figura 5.—Esquema de arquitectura híbrida FL-GPR + DL-GPR con 2 drones: DJI S1000+ y TarotX8

- 3) Validación de los prototipos SAFEDRONE en escenarios realistas. La planificación, ejecución y evaluación de las pruebas fueron realizadas por el equipo evaluador formado por personal del C-IED COE y DGAM-SDG PLATIN/AGTI.
- 4) Validación de la capacidad de detección fuera de la línea de visión del operador (200m).

ARQUITECTURA DOWN-LOOKING GPR (DL-GPR)

Previamente al proyecto SAFEDRONE, el equipo investigador de la Universidad de Oviedo había diseñado de 2015 a 2018, el sistema Geodrone, sistema RPAS en modo DL-GPR que operaba de 3 a 5 GHz. La arquitectura DL-GPR fue elegida porque permite escanear con mayor rango dinámico que la arquitectura FL-GPR, a pesar que incrementa la reflexión radar en el interfaz aire-suelo.

Descripción de la arquitectura SAFEDRONE DL-GPR

El prototipo DL-GPR dispone de un radar de banda ultra ancha (UWB), antenas Vivaldi medianas (1 transmisora Tx situada en el centro y 2 receptoras Rx adyacentes) y banda de frecuencia de 600 MHz a 6 GHz. Las medidas de los dos canales receptores se combinan de forma coherente en el propio subsistema instalado en el dron, incrementando la diversidad espacial y mejorando el rango dinámico de la detec-

ción. La Figura 6 muestra el prototipo SAFEDRONE DL-GPR y sus principales subsistemas.

Las antenas GPR son, de hecho, uno de los subsistemas determinantes de la eficacia del sistema. Por ello, el estudio y ensayo de diferentes clases de antenas UWB (Ver Ref. [4]) fue una de las líneas de investigación más importantes llevadas a cabo durante el desarrollo del proyecto.

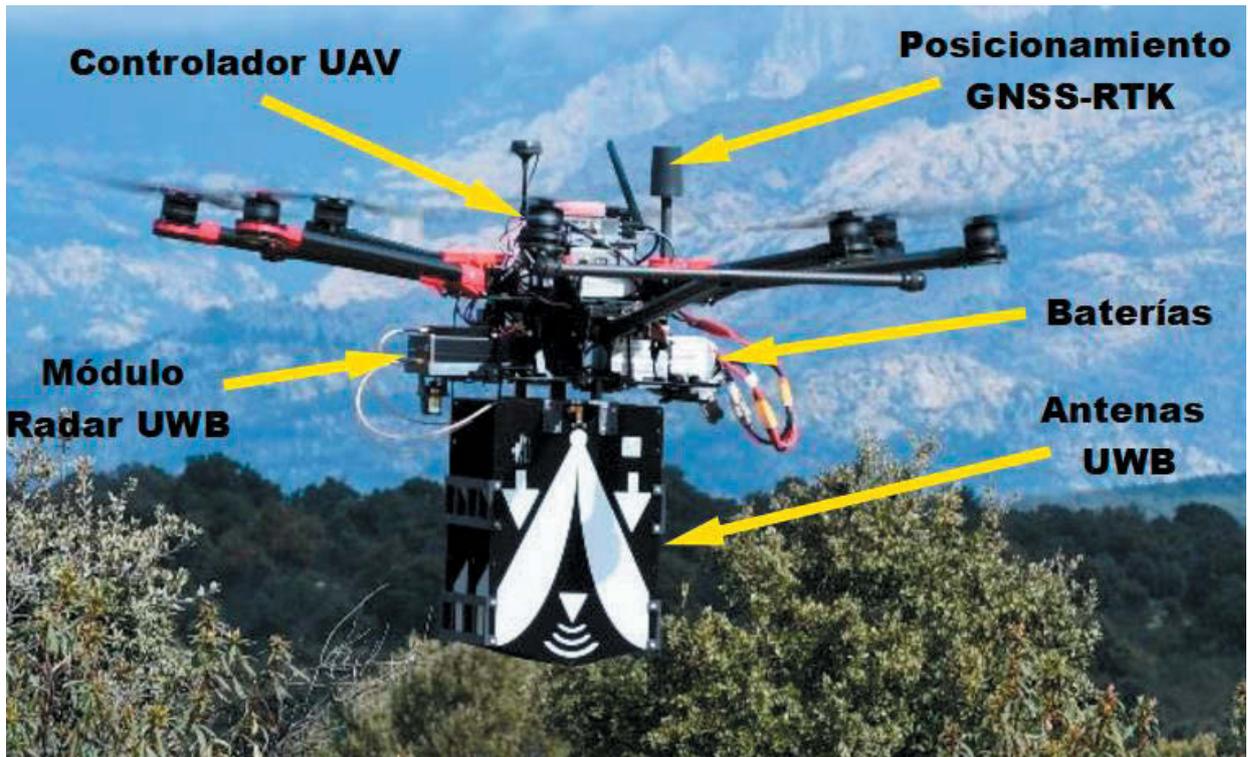


Figura 6.—Prototipo SAFEDRONE con arquitectura DL-GPR (marzo y octubre 2021).

Otro elemento clave para obtener una buena resolución de imágenes mediante el procesado radar de apertura sintética (SAR), es el uso de un subsistema de georeferencia y posicionamiento de alta precisión.

Los prototipos SAFEDRONE han integrado tres módulos receptores de navegación cinética satelital en tiempo real (GNSS-RTK) de triple banda, cuya precisión de posicionamiento (por medidas y compensación de diferencia de fase de señales satelitales) es de 0,5 y 1 cm en los planos horizontal y vertical, respectivamente. Este subsistema, se complementa con un medidor de distancia laser (LIDAR) para determinar la altura exacta del dron. Además, un microprocesador a bordo del dron asocia las medidas radar con la información de posición, enviando el conjunto de datos a la estación en tierra en tiempo real. También incorpora una red de área local inalámbrica (WLAN) para comunicación entre el dron y la estación en tierra para operar fuera de la línea directa de visión.

El método de escaneado (ver video Ref. [8]) se basa en barridos longitudinales de ida y vuelta a lo largo

de la zona escaneada, combinándolos con pequeños desplazamientos transversales (5cm) de cambio de sentido, cumpliendo el criterio de muestreo de Nyquist, por el que el espacio entre líneas de barrido no debe ser más grande que la mitad de la longitud de onda de la frecuencia más alta de la banda utilizada. Para los 3 GHz del sistema SAFEDRONE, se obtiene el espaciado de 5 cm, anteriormente, indicado. La velocidad media dron ha sido de 100 cm/s.

Técnicas de procesado GPR-SAR en SAFEDRONE

Uno de los desafíos afrontados por los sistemas DL-GPR es minimizar los efectos negativos del ruido (clutter) producido por la reflexión de las ondas electromagnéticas incidentes en la interfaz aire-suelo que enmascara las respuestas para objetos muy pequeños (\emptyset , $L < 10\text{cm}$) enterrados superficialmente ($p < 5\text{cm}$). Este sería el caso de minas antipersonal de bajo contenido metálico, compuestas por más del 99,9% de plástico y explosivo.

El filtrado de señales y reducción de ruido utiliza la Descomposición del Valor Singular (SVD) para miti-

gar la contribución del interfaz sire-suelo a la imagen GPR-SAR del subsuelo resultante.

Para obtener imágenes radar de alta resolución, la tecnología aplicada en proyecto SAFEDRONE ha usado un procesado mediante la técnica de radar

de apertura sintética (SAR) que, además, se potencia mediante el uso de un subsistema de posicionamiento y georreferencia de elevada precisión (RTK), permitiendo de esta manera, una óptima combinación coherente de las medidas GPR realizadas sobre la zona de escaneado. Ver figuras 7 a 9.



Figura 7.—Metodología del procesado GPR-SAR

Sin embargo, las incertidumbres del posicionamiento pueden limitar el tamaño de la apertura sintética del radar, es decir, el número de medidas que pueden combinarse de forma coherente. Este número se define para cada voxel del dominio de la imagen y, se mejora, empleando una técnica

llamada enfoque del enmascaramiento SAR. El voxel se define como la mínima unidad volumétrica procesable y guarda similitud con el conocido pixel bidimensional. En el proyecto SAFEDRONE, el voxel unitario procesable sería de $2,7 \cdot 10^{-9} \text{ cm}^3$ (Ver Ref. [7]).

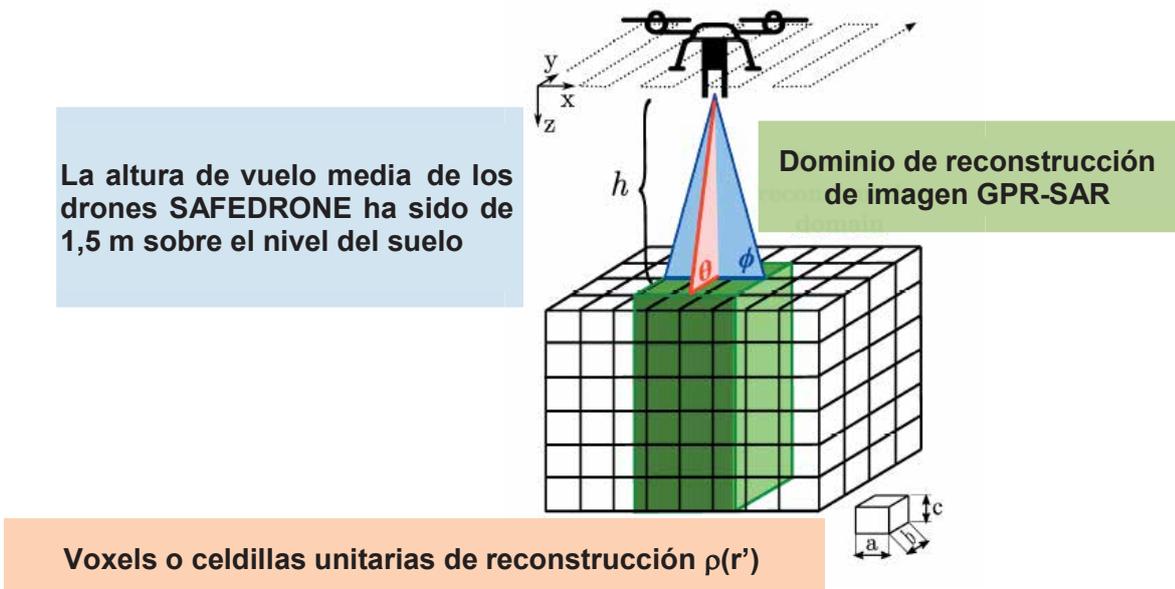


Figura 8.—Esquema de escaneado y celdillas unitarias (voxels) de reconstrucción de señales radar.

Una innovación del proyecto I+D SAFEDRONE, es el desarrollo de algoritmos para obtener imágenes SAR de alta resolución y que han sido refinados por numerosos ensayos de campo. Un esquema parcial del procesado radar, se muestra en la siguiente figura:

resultados han demostrado una efectiva reducción de dicho ruido (ver Ref. [10]). No se tiene constancia de su empleo y validación en pruebas de detección de IEDs y minas enterradas, de ahí, el valor innovador aportado por SAFEDRONE.

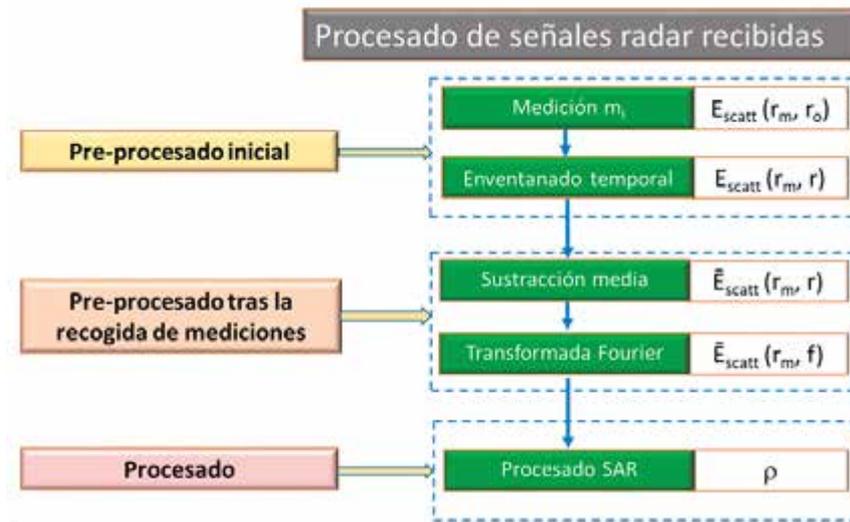


Figura 9.—Diagrama básico y parcial de procesado de señales radar reflejadas y recibidas

OTRAS ARQUITECTURAS GPR PARA USO SOBRE RPAS

La principal limitación de la arquitectura DL-GPR es el rendimiento del escaneado del subsuelo, por la restricción del espaciado máximo entre líneas de vuelo y barrido. Para reducir esta limitación, se diseñó un nuevo array de antenas más ancho que permitió el escaneado de cada zona (12m x 4,5m) con un único vuelo de 10 minutos, reduciendo los tres vuelos de la configuración inicial y evitando los dos cambios de baterías intermedios. Por otra parte, la precisión y probabilidad de detección y precisión obtenidas disminuyó ligeramente.

Otra innovadora arquitectura validada en el proyecto SAFEDRONE, es la denominada híbrida, usando dos drones y rango de frecuencias de 3 a 5 GHz. Esta arquitectura combina la ventaja general del DL-GPR (alto rango dinámico) y la específica del FL-GPR (minimización del ruido y ecos procedentes de la reflexión radar especular en la interfaz aire-suelo). Los

PRUEBAS DE VALIDACIÓN

Los prototipos desarrollados en el Proyecto SAFEDRONE han sido validados en escenarios y entornos muy realísticos. Personal del Ministerio de Defensa (DGAM/PLATIN-AGTI) y del Centro OTAN de Excelencia C-IED, junto con el apoyo en material del Centro Internacional de Desminado, situados dentro del recinto de la Academia de Ingenieros del Ejército, han planeado, diseñado y preparado las pruebas de validación realizadas durante la segunda semana de marzo y la primera de octubre de 2021, en el Campo de Maniobras y Tiro (CMT) de El Palancar, situado en la sierra de Hoyo de Manzanares (Madrid).

Primeras pruebas de validación. 08-12 marzo 2021

Durante las pruebas se escanearon 7 zonas (12m x 4,5 m) situadas a lo largo de un camino de 2,5 km. Se empleó un único prototipo DL-GPR con tres antenas UWB medianas Vivaldi TSA 600. Las zonas elegidas incluían zonas llanas y en pendiente, con vegetación

y hierba corta o con de suelo irregular (surcos, partes pedregosas, etc.). Se destaca que las características y condiciones del suelo son factores limitantes de las capacidades de detección. La conductividad, permitividad eléctrica y permeabilidad magnética del suelo, además, de su composición y estado condicionan la transmisión y reflexión de las ondas radar. En las pruebas de marzo y debido a lluvias intensas previas, el suelo presentaba un grado elevado de humedad e, incluso, agua acumulada en muchas zonas del camino.

Se enterraron 92 objetos (minas antipersonal y anticarro, garrafas de plástico de 20 litros, cajas de madera, platos de presión de madera y de plástico, proyectiles de artillería, granadas de mortero, baterías de motocicleta), agrupados en algunos casos, formando un total de 80 objetivos de detección. Objetos metálicos, de bajo contenido metálico, no metálicos com-

puestos de madera, plástico y otros variados (pelotas de padel, trozos de chatarra o de tubería de PVC), rellenos en su mayoría con material simulador de explosivos (bakelita, silicona, plastilina o fertilizante de alto contenido en nitrato amónico para la simulación de explosivos de fabricación casera).

Los objetos se enterraron desde unos pocos centímetros bajo la superficie del terreno hasta los 40cm de profundidad (tomada desde el plano superior del objeto) y la detectabilidad para objetos muy pequeños (\varnothing , L < 10cm) y enterrados superficialmente (< 5cm) alcanzó un 30%. En el caso de IEDs y resto de objetos (\varnothing , L \geq 10cm) llegó hasta un 83%. Respecto a la tasa de falsas alarmas, ésta ascendió a un 60%. Ello, requirió mejorar el procesado y el propio sistema. En las siguientes figuras, se muestran dos zonas escaneadas con objetos enterrados.

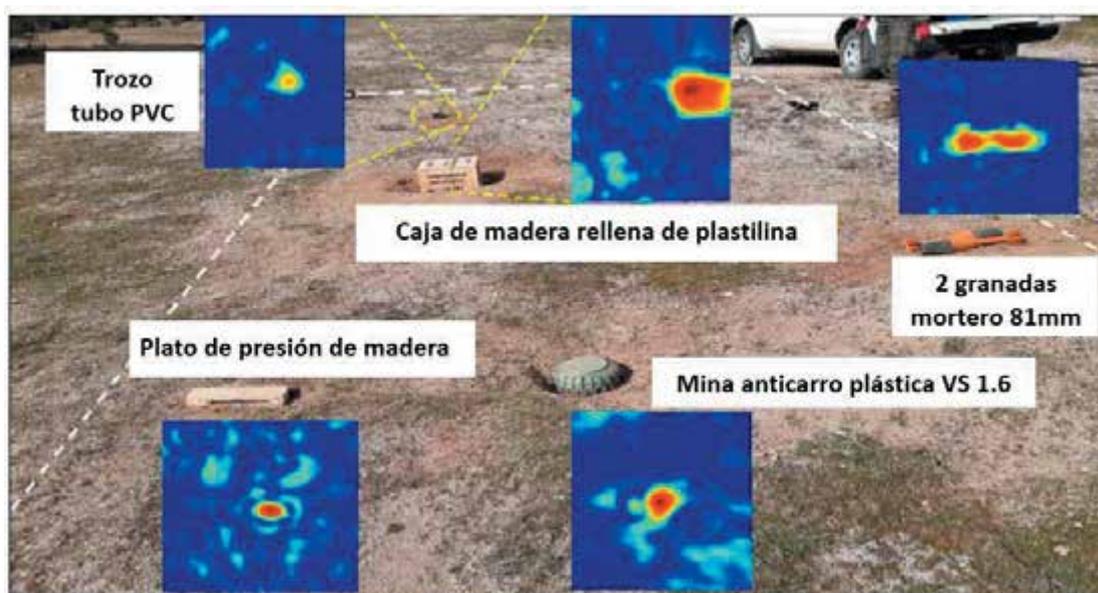


Figure 10.—Zona 2 (12x4.5m) con algunos objetos enterrados. Se presentan imágenes radar SAR en los planos del subsuelo a las profundidades donde fueron detectados cada uno.

Las capacidades de detección fueron evaluadas mediante un procedimiento ciego. Es decir, las coordenadas de enterrado de cada objeto (x,y,z) se comunicaron al equipo investigador, después que el equipo evaluador analizó los mapas de detección generados por el sistema SAFEDRONE y emitió su informe correspondiente.

En la figura 10, se puede observar la imagen radar que produce un IED formado por una batería de motocicleta y una garrafa plástica de 20l rellena de fertilizante según el corte (azul) por un plano vertical del subsuelo y, que muestra dos elementos: (1) reflexión radar del plano horizontal superior de la garrafa plástica y (2) reflexión del plano superior de la pequeña

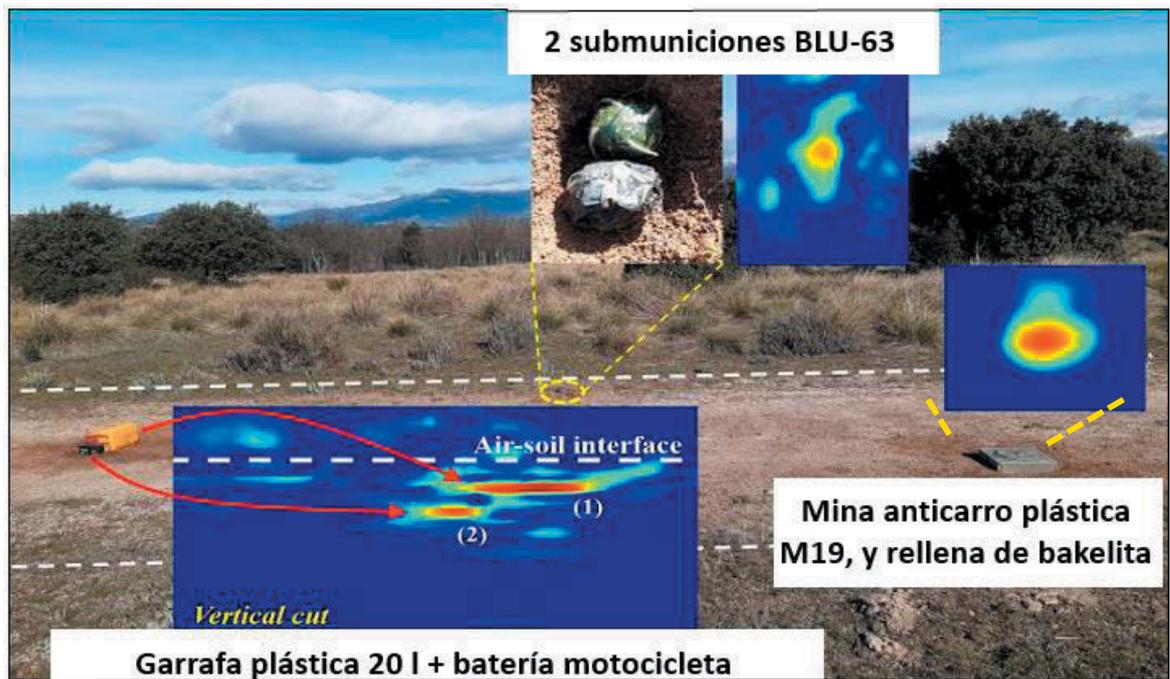


Figura 11.—Zona 3 (12x4.5m) con algunos objetos enterrados. Se presentan imágenes radar SAR en los planos del subsuelo a las profundidades donde fueron detectados.

batería de motocicleta situada junto a la garrafa, es decir, discrimina los dos objetos que están juntos. Lo más relevante del sistema es que, a pesar de la gran variedad de objetos enterrados en tamaño, forma, material, geometría, profundidad de enterrado y tipos de suelos diferentes, la arquitectura SAFEDRONE GPR embarcada en RPAS proporcionó imágenes SAR de buena calidad.

Pruebas de validación final. 04-08 octubre 2021

Para las pruebas de validación final realizadas también en el CMT El Palancar, se enterraron 97 objetos en seis zonas (12m x 4,5m) seleccionadas a lo largo de una ruta (2,5 km) similar a la utilizada en las pruebas iniciales de marzo, al objeto de evaluar las modificaciones introducidas tras los resultados y lecciones aprendidas en las pruebas de marzo.

De las seis zonas elegidas, dos eran llanas y de suelo compactado, una estaba situada en un tramo pendiente de suelo irregular y pedregoso, otro tipo prado y las dos últimas en suelo llano, pedregoso con algo de hierba y elevado contenido de humedad (> 70%).

Los objetos fueron rellenos con simulantes de explosivos, de forma parecida a lo realizado en las pruebas de marzo. En las pruebas finales se validaron las tres arquitecturas SAFEDRONE descritas, (1) mono estática DL-GPR con 3 antenas Vivaldi; (2) mono estática DL-GPR con nuevo array más ancho de 7 antenas Vivaldi pequeñas y, finalmente, (3) la híbrida FL-GPR + DL-GPR (2 drones y antenas hélice).

Además, la detección fuera de la línea de visión del operador a 200 m, fue realizada con éxito, aunque el incremento del peso de la unidad Software Defined Radio (SDR) instalada en el dron por la empresa INSTER, redujo la carga de pago disponible a solo 3 antenas UWB pequeñas ILMsens.

La siguiente figura muestran fotografías de la zona 4 y algunos objetos enterrados en dicha zona.

Descripción de parte de objetos enterrados en zona 4: (1) Mina anticarro VS 1.6, Ø 23x9cm, de bajo contenido metálico; (2) mina anticarro TM-62 metálica, Ø 32x13cm ; (3) mina antipersonal plástica, tipo PMA-2 Ø 6,8 x 6cm; (4) plato de presión de madera de 20x7x4 cm. unido por cable a (5) garrafa plástica de

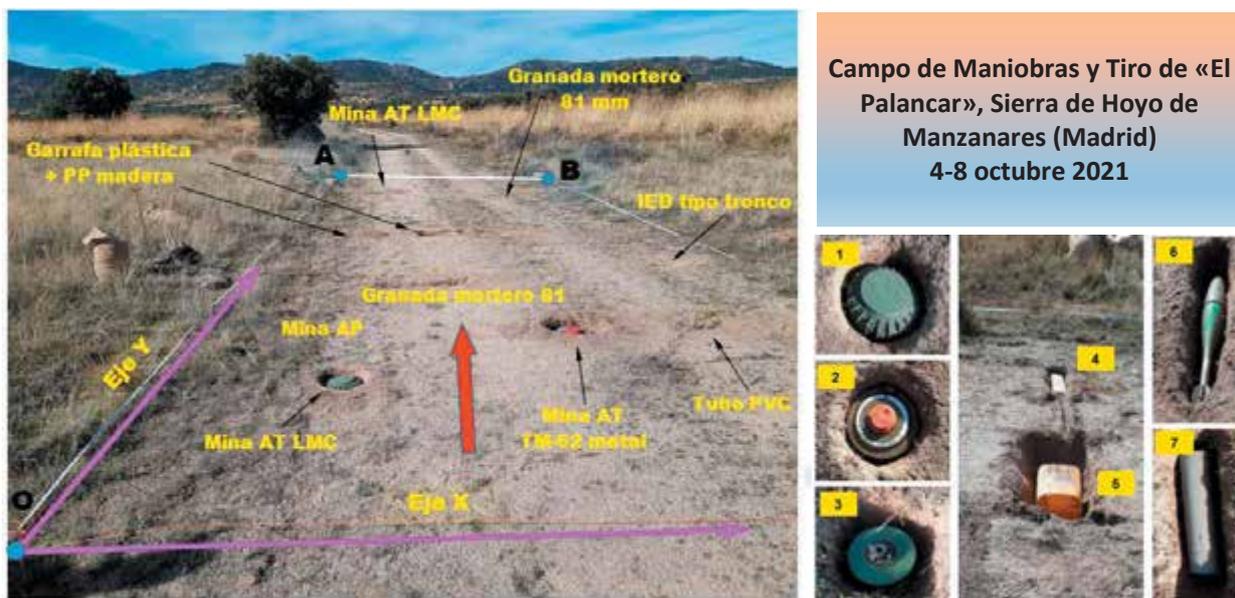


Figure 12.—Zona 4 (12m x 4,5m) de terreno llano, húmedo, compactado y algo pedregoso (izda.) y algunos del conjunto de objetos enterrados en dicha zona (dcha.)

20 l. rellena con fertilizante de alto contenido en nitrato amónico que tiene junta una batería pequeña de motocicleta; (6) vaso vacío de granada de mortero 81mm y (7) trozo tubería PVC, Ø 7.5cm x20cm.

Respecto a las principales capacidades de detección del Sistema SAFEDRONE alcanzadas al final del proyecto, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1) **Tasa de falsas alarmas.** Se ha reducido del 60% inicial obtenido en las pruebas de marzo a una tasa del 25% en la validación final del sistema.

2) **Detectabilidad o probabilidad de detección del grupo de objetos muy pequeños (volumen < 250 cm³) enterrados superficialmente (> 5cm).** Objetos característicos son minas antipersonales (la mayoría Ø < 8,5 cm y 5 cm de altura). La detectabilidad aumento desde un 30% (marzo 2021) hasta casi un 60% (octubre 2021).

3) **Detectabilidad o probabilidad de detección IEDs u objetos medianos o mayores (volumen ≥ 250cm³ y dimensiones características < 10 cm).** Objetos de cualquier material, forma y geometría, tales como, granadas de mortero, baterías, proyectiles de artillería, cajas de madera, garrafas de plástico, plasto de

presión de madera y plástico, etc.) enterrados hasta 50 cm de profundidad. La detectabilidad también se incrementó desde un 83% de las pruebas de marza hasta un 91% obtenidas en las pruebas de validación final.

4) **Cumplimiento de los requisitos y objetivos establecidos en el proyecto.** Aún más, los resultados obtenidos permiten explorar prometedoras vías de investigación, desarrollo e, incluso, una futura implantación operativa en un plazo de pocos años.

No obstante, y considerando una futura implantación operativa del sistema SAFEDRONE, se proponen varias líneas de investigación que, entre otros posibles, pueden ser los siguientes:

- (a) Mejora de la plataforma aérea no tripulada (mayor carga de pago, más autonomía de vuelo, mejor estabilización contra vientos moderadamente fuertes, rugerización del sistema, incorporación de medidas contra electrónicas, anti-jamming o anti-spoofing.
- (b) Incremento de la detectabilidad de IEDs hasta valores por encima del 98%, minimizando al mismo tiempo la tasa de falsas alarmas por debajo del 5%.

- (c) Reducción del tiempo de procesado de imágenes radar a valores compatibles con la agilidad necesaria en las operaciones militares.
- (d) Integración de cámara de alta resolución que permita inspección visual en tiempo real.
- (e) Integración de otra(s) tecnología(s) complementarias de detección de IEDs como cámara termográfica para mejorar la detección de IEDs pequeños y minas antipersonal enterradas cerca de la superficie detectables por contraste térmico) o, magnetómetro para detectar minas antipersonal e IEDs pequeños con bajo contenido metálico.
- (f) Algoritmos de reconocimiento automático de objetos (IEDs/minas antipersona/*clutter*) basados en técnicas de procesado de imagen y métodos de inteligencia artificial y aprendizaje automático.
- (g) Aplicación de técnicas de procesado de imagen (extracción de características, análisis en componentes principales, máquinas de vectores soporte, redes neuronales) para analizar y detectar patrones y objetos en imágenes SAR en 2 y 3 dimensiones y.
- (h) Empleo de diferentes bases de datos para adiestrar estas técnicas (ej. bases de datos obtenidas con otros sistemas de detección de IEDs / minas antipersona).
- (i) Uso de técnicas de clasificación (*clustering*) para detección automática de blancos (*automatic target recognition*, ATR).

CONCLUSIÓN

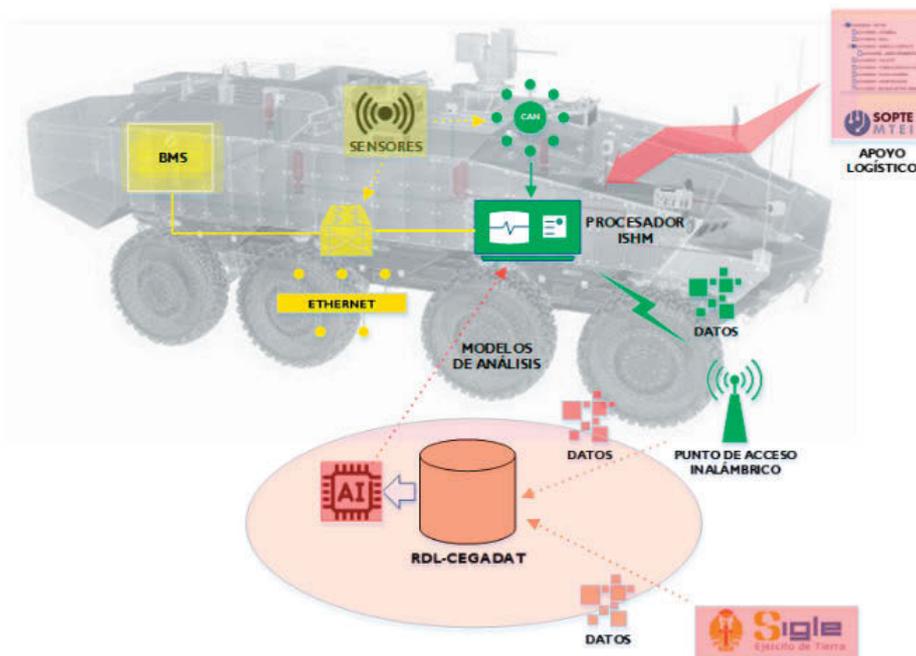
La finalización del Proyecto I+D SAFEDRONE ha supuesto un hito muy importante en el desarrollo de los sistemas de radar de subsuelo de alta resolución integrados en plataformas aéreas no tripuladas, preparando el camino para una futura implantación operativa (limpieza de rutas y operaciones de desminado).

SIGLAS Y ACRÓNIMOS EMPLEADOS

- CIED-COE** Centro de Excelencia para la lucha contra artefactos explosivos improvisados (Counter Improvised Explosive Devices Centre of Excellence).
- DGAM** Dirección General de Armamento y Material.
- DL-GPR** Down-looking GPR (GPR con apuntamiento de las antenas hacia abajo).
- FL-GPR** Forward-looking GPR (GPR donde las antenas apuntan hacia adelante).
- FL-DL-GPR** Arquitectura de georradar híbrida (Forward-looking + Down-looking).
- GNSS** Sistema de navegación global por satélite (Global Navigation Satellite System).
- GPR** Georradar radar de subsuelo (Ground Penetrating Radar)
- IED** Dispositivo explosivo improvisado (Improvised Explosive Device).
- LIDAR** Radar basado en haz láser (Light Detection and Ranging).
- LM** Mina terrestre (Landmine), puede ser antipersonal o anticarro.
- MINISDEF** Ministerio de Defensa.
- RPA** Aeronave pilotada por control remoto (Remotely Piloted Aircraft).
- RTK** Navegación cinética satelital en tiempo real (Real Time Kinematics)
- Rx** Antena receptora.
- SAR** Radar de apertura sintética (Synthetic Aperture Radar).
- SDG PLATIN** Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación.
- SVD** Descomposición en Valores Singulares (Singular Value Decomposition) .
- Tx** Antena transmisora.
- UAV** Vehículo Aéreo no Tripulado (Unmanned Aerial Vehicle).
- UNIOVI** Universidad de Oviedo.
- UWB** Banda ultra-ancha (Ultra WideBand).
- UXO** Munición enterrada que no ha detonado (UnExploded Ordnance).

REFERENCIAS UTILIZADAS EN EL ARTÍCULO

- [1] H. Jol, *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*. Amsterdam: Elsevier Science, 2008.
- [2] M. Otten, M. Caro-Cuenca, M. Garcia-Fernandez, «IED Command Wire Detection with Multi-Channel Drone Radar» in *Proceedings of the 13th European Synthetic Aperture Radar Conf. (EuSAR)*, 2021.
- [3] D. Sipos and D. Gleich, «A lightweighth and low-power UAV-borne ground penetrating radar design for landmine detection», *Sensors*, vol. 20, p. 2234, 2020.
- [4] M. García-Fernández, G. Álvarez-Narciandi, A. Arboleya, C. Vázquez-Antuña, F. Las Heras, Y. Álvarez-López, «Development of an Airborne-Based GPR System for Landmine & IED Detection: Antenna Analysis and Intercomparison», *IEEE Access*, vol. 9, pp. 127382-127396, 2021.
- [5] M. García-Fernández, G. Álvarez-Narciandi, Y. Álvarez-López, F. Las Heras, «Analysis and Validation of a Hybrid Forward-Looking Down-Looking Ground Penetrating Radar Architecture», *Remote Sensing*, vol. 13, no. 6, 1206, 2021.
- [6] B. Gonzalez, Y. Alvarez, A. Arboleya, Y. R. Vaquero, M. Garcia, F. Las-Heras, and A. G. Pino, «Airborne systems and detection methods localization and production of images of buried objects and characterization of the composition of the sub-surface», 2017, <https://patents.google.com/patent/WO2017125627A1/en>
- [7] M. García-Fernández, Doctoral Thesis on «Novel Measurement Systems based on Electromagnetic Sensors on board Unmanned Aerial Vehicles for Sub-surface Imaging and Antenna Measurement Applications», Universidad de Oviedo, 2018.
- [8] M. García-Fernández, G. Álvarez-Narciandi, Y. Álvarez-López, F. Las Heras, UAV-based GPR system for landmine and IED detection. Operation mode. <https://youtu.be/HDUwgka8Dns>
- [9] Video: <https://www.pelican.com/us/en/discover/survival-stories/extreme-combat-luggage/> ■



SISTEMA LOGÍSTICO PREDICTIVO DEL EJÉRCITO

*Manuel Mateo Girona
Teniente coronel CIP (EOF). Armamento
Ángel Francisco Barca Latorre
Coronel CIP (EOF). Armamento
Miguel Ángel Escudero Pérez
Comandante CIP (EOT). TI/El
Francisco Ochando Terreros
Teniente CIP (EOT). TI/El*

ENTORNO PARA EL SISTEMA LOGÍSTICO PREDICTIVO DEL EJÉRCITO

El Ejército ha evolucionado de una logística de servicios a una logística integral pasando por una logística de funciones. Desde 2008 la logística reactiva tradicional va dando paso a una logística predictiva, logística 2035. El cambio viene motivado por la tracción que están ejerciendo los tres grandes proyectos en los que el Ejército está ahora mismo envuelto el

Ejército 2035, la Transformación Digital y la Base Logística del Ejército de Tierra (BLET).

Para lograr la profunda transformación de las estructuras del Mando de Apoyo Logístico (MALE) y asumir los nuevos cometidos que estos proyectos exigen y llevar al Sistema de Apoyo Logístico (SALE) a su versión 4.0, se han detectado cuatro líneas de operación que serán la base, la innovación de materiales, la transformación digital, la logística 4.0 y el proyecto tecnológico de la Base Logística. Así el SALE 4.0 se

caracterizará por el desempeño de una gestión logística automatizada basada en la digitalización de sus procesos y que en cualquier caso, seguirá proporcionando apoyo en permanencia, en zona de operaciones y en operaciones en territorio nacional¹.

El momento presente, está definido por un entorno o marco de actuación y por el desarrollo de una serie de herramientas que permitirán que la logística actual evolucione hacia una logística predictiva. Además, el documento «Entorno operativo terrestre futuro 2035», publicado por el Mando de Adiestramiento y Doctrina, establece el marco operativo y analiza el escenario futuro para la batalla en el que la integración de los avances tecnológicos permitirá las operaciones en red, la interoperabilidad con nuestros aliados y la capacidad para operar en ambiente degradado.

El desarrollo de capacitadores y tecnologías disruptivas, incrementará la eficiencia de las operaciones futuras. Así, las mejoras en sensórica, inteligencia artificial, automatización y capacidad de procesamiento de datos, facilitarán las labores de inteligencia y la toma de decisiones. Se potenciará el empleo de sistemas autónomos y robots colaborativos que disminuyan la presencia del hombre en el campo de batalla. Los nuevos sistemas TIC garantizarán la hiperconectividad y la conciencia situacional. Los sistemas de armas tendrán mayores alcances y elevada letalidad. Se extenderá el uso de sistemas de armas no letales. Finalmente, los sistemas de energía, tanto para el almacenamiento como para la distribución, serán más eficientes y de menor consumo.

En este sentido, nuestra Base Logística será una «Base 4.0» que incorpore tecnologías como: la fabricación aditiva; la inteligencia artificial; la robótica colaborativa; el internet de las cosas; el big data; la realidad virtual, aumentada y mixta; los gemelos digitales o el blockchain, todo ello con el objetivo, ya mencionado de maximizar la disponibilidad operativa de los materiales.

En cuanto al desarrollo de herramientas, aprovechando estas oportunidades ya se han lanzado

proyectos de I+D asociados a la Base Logística y relacionados con las tecnologías de fabricación 3D, de vehículos no tripulados para el transporte de cargas de gran tonelaje, el 5G u otros relacionados con infraestructuras inteligentes. También se están desarrollando o serán objeto de futuros proyectos, tecnologías de logística 4.0 como la Realidad Aumentada (RA) / Realidad Virtual (RV), Inteligencia Artificial (IA) o el gemelo digital. Por su parte la aplicación informática de gestión logística (Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército; SIGLE), también está evolucionando con la incorporación de nuevos módulos como el Modulo de Ingeniería (MI) o un Servicio Operativo de Publicaciones Técnicas (SOPT), que dará soporte a los Manuales Técnicos Interactivos (MTEI).

La situación final, es que la Base dispondrá de los sistemas avanzados de gestión de base, de gestión de taller y de gestión automática de almacén. Por su parte, las herramientas de logística predictiva evolucionarán al Sistema de Logística Predictivo del Ejército (SILPRE), mientras que el SIGLE lo hará al SIGLE 4.0 con el reto fundamental de garantizar la conectividad de todos estos sistemas².

DEFINICIÓN Y OBJETO DEL SILPRE

El SILPRE es un modelo de sostenimiento 4.0 que permitirá maximizar la operatividad de los sistemas, y obteniendo como ventajas adicionales el aumento de la eficiencia de las operaciones logísticas, reducir la huella logística e integrar las actividades logísticas de mantenimiento, abastecimiento e ingeniería del ciclo de vida.

El SILPRE debe de permitir:

- Recopilar datos históricos y en tiempo real de los materiales bajo su ámbito.
- Desarrollar algoritmos de predicción de fallos.

1 Extracto de documento de apoyo a presentación expuesta en SYMDEX por el Excmo. GB. Jesus Carlos Gómez Pardo.

2 Extracto de documento de apoyo a presentación expuesta en REUNIÓN CON MENTORES DE LA BASE LOGÍSTICA por el Excmo. GB. Jesus Carlos Gómez Pardo.

- Analizar y visualizar los datos y el estado de los materiales para apoyar en la toma de decisiones.
- Automatizar la generación de acciones logísticas y sus datos asociados.
- Apoyar en el desarrollo de planificación de los recursos.
- Generar modelos de fallo para su carga en dispositivos embarcados (computación perimetral o «Edge Computing»).

SILPRE en el 2021; por el lanzamiento de un Programa SILPRE I+D en abril del 2022, para establecer el modelo del SILPRE; por la elaboración y difusión de la especificación del SILPRE en el primer cuatrimestre del 2022; debiendo realizar la estrategia de contratación antes de junio de 2022. De forma que se pueda finalizar el Programa de I+D estableciendo en modelo para incorporar instalaciones y Sistemas a finales del 2024; y desde ese momento durante dos años procediendo a la incorporación de sistemas hasta alcanzar la fecha inicial de capacitación en 2026, teniendo como fecha final de capacitación finales de 2028.

IMPLANTACIÓN DEL SILPRE

La hoja de ruta para la implantación del Sistema de Logística Predictiva, ha pasado por seleccionar los sistemas y materiales candidatos para su integración en

ESPECIFICACIÓN DEL SILPRE

El embrión principal del SILPRE es una especificación técnica, realizada por la Jefatura de Ingeniería del MALE (JIMALE). El alcance de la misma será para los

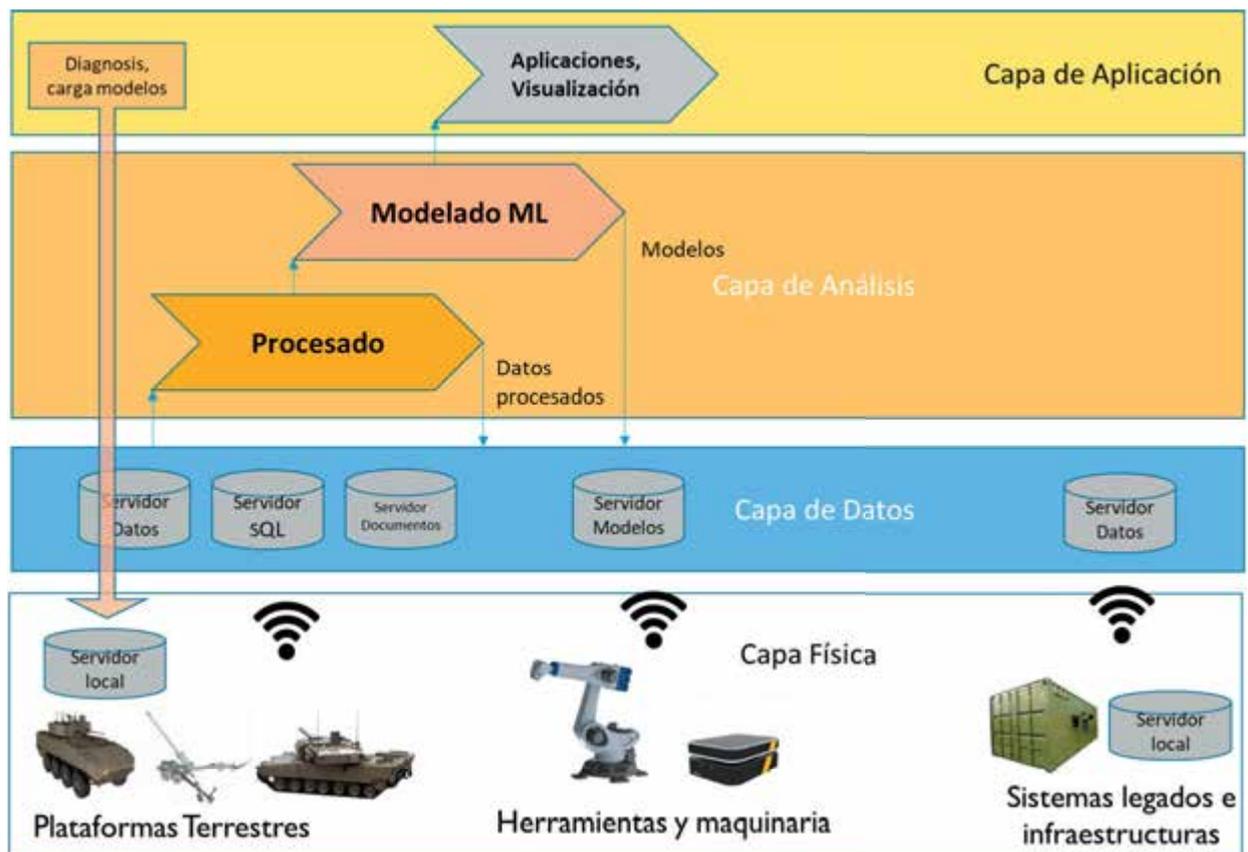


Figura 1.—Diagrama conceptual del SILPRE.

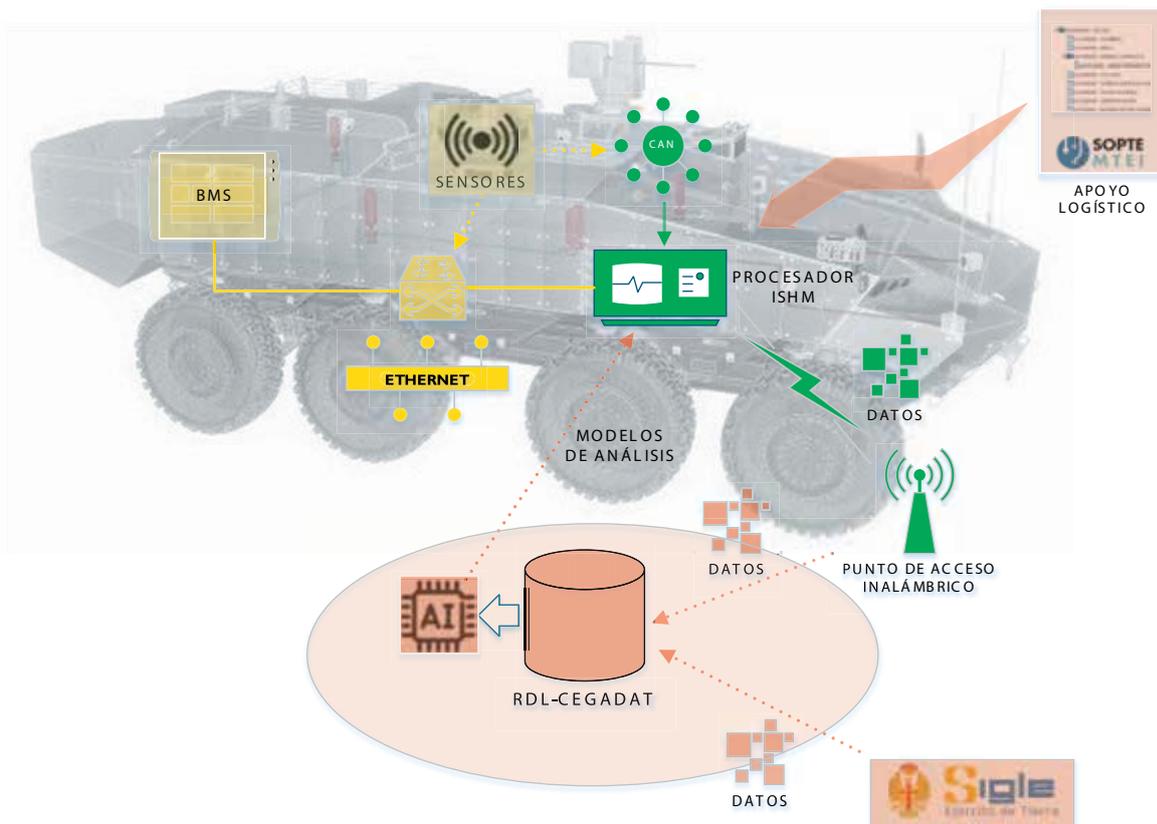


Figura 2.—Capa Física. Sistema de Gestión de Salud.

sistemas de nueva adquisición o reposición, así como los sistemas legados que decida el mando. Si se trata de adquisiciones centralizadas, la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) los incorporará a los Pliegos para la contratación. En el ámbito del ET será la JIMALE la que exigirá su cumplimiento en los pliegos correspondientes. El alcance de la implantación del SILPRE en los sistemas legados se ha establecido inicialmente por DINFULOG. Los criterios de selección que ha seguido son: Relevancia en Zona de Operaciones/ Territorio Nacional (ZO/TN), vida útil restante y factibilidad técnico-económica.

En la especificación se establece un sistema de logística predictiva que básicamente consta de cuatro capas o niveles: la capa física, de sensores o de sistemas de adquisición de datos; la capa de servidores y almacenamiento de datos; la capa de análisis inteligente; y la capa de aplicaciones.

La columna que une estas cuatro capas son las tecnologías de comunicaciones e información, que las

enlazan, manteniendo como parámetros de mayor importancia, la ciberseguridad y la gobernanza del dato.

DETALLE DE LAS CAPAS DEL SILPRE

En la primera capa, que podríamos denominar **capa física**, figuran los sensores embarcados y los dispositivos que centralizan, almacenan, procesan y comparten los datos con los sistemas de misión de los sistemas. Estos dispondrán de un procesador que se denomina Sistema de gestión de salud embarcado, Integrated System Health Management (ISHM). También contará con un Can Bus «vehicular» y finalmente, con una red Ethernet que permitirá la distribución de datos a sistemas tácticos, como el BMS, que podrán «suscribirse» a los datos que se consideren de interés para la misión.

Se destaca así en esta capa la capacidad de procesamiento de los datos obtenidos en tiempo real, que

establecerá comparaciones y salidas en base a las misiones cargadas en el sistema, emitiéndose las alarmas y avisos, por los sistemas tácticos de comunicaciones. La descarga masiva se prevé que se realice en los lugares donde la seguridad y el ancho de banda de las comunicaciones sea el adecuado.

En la segunda capa, **capa de datos**, se dispondrá de los servidores de almacenamiento de datos. Es de vital importancia definir los criterios de gobernanza de estos datos, de forma que se determine claramente qué datos se registran y quién es el suscriptor de los mismos.

En este nivel se dispondrá de las bases de datos con los siguientes flujos de entrada y salida:

- a) Configuraciones de sistemas, tanto físicas como reales, con una gestión de la configuración lo más automatizada posible.
- b) Análisis de modos de fallo y estudio de mantenibilidad con la consiguiente generación de tareas. Es importante destacar cómo el repositorio del modo de fallos inicialmente cargado por el fabricante se ve realimentado tras el proceso de análisis.
- c) Tareas de Mantenimiento para su carga en el sistema de gestión, derivadas del punto anterior que pueden ser actualizadas a lo largo del ciclo de vida e historial de los sistemas e instalaciones.
- d) Datos vehiculares: alimentados desde los sistemas embarcados en las plataformas o sistemas sensorizados.
- e) ITV/Diagnosis: en la que dispondremos de los datos de los resultados de las inspecciones y de las diagnosis previas de entrada en los distintos escalones de mantenimiento.

f) Registro de mantenimientos legales.

g) Datos y repositorios del SALE, incluidos los del SIGLE.

Así la capa de datos se desplegará sobre una granja de servidores de datos (cluster) que podrán estar distribuidos físicamente en diferentes localizaciones. Entre dichas localizaciones figurará el Centro de Gestión y Análisis del Dato (CEGADAT), así como otros servidores de datos como los de SIGLE que se encuentran en dominios de la Red de Propósito General (WAN-PG). Se tendrá en cuenta el gran volumen de datos generados en tiempo real por los materiales, por lo que se recomienda segmentar el dominio de almacenamiento en distintos subdominios con el fin de minimizar el tráfico masivo de datos en tiempo real.

Esta capa podrá incluir los siguientes servidores según el tipo de datos a almacenar:

- Servidor de documentos S3 para almacenamiento masivo de fichero de datos.
- Servidores SQL Oracle para Cases de Datos (BBDD) relacionales (SIGLE).
- Servidores NoSQL para almacenamiento masivo de datos.

Dada la enorme cantidad de datos disponibles, será necesario aplicar políticas de compresión, borrado y reescritura de datos en los servidores. Estas políticas irán orientadas a mantener históricos acotando el factor de crecimiento, sin perjudicar tareas de auditoría. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de políticas de borrado y reescritura.

Uso datos	Borrado y reescritura de datos	Compresión de datos
Intensivo	Datos con antigüedad superior a 2 años	Datos con antigüedad superior a 1 año
Medio	Datos con antigüedad superior a 6 años	Datos con antigüedad superior a 2 años
Bajo	Datos con antigüedad superior a 10 años	Datos con antigüedad superior a 5 años

Tabla 1.—Política de almacenamiento de los datos.

La ecuación siguiente permite calcular de manera aproximada la cantidad mínima de espacio necesario que debe disponer la capa de datos:

$$Tasa\ Byte = \sum_1^k \sum_1^l n \cdot b \cdot r \cdot t$$

Donde:

k es el número de grupos de materiales (ver apartados 6-8).

l es el número de materiales.

n es el número de nodos sensores.

b es la tasa de bytes.

r es la frecuencia (Hz) de envío de mensajes.

t es el tiempo de uso en segundos/día.

Ejemplo: 3 Grupos con 50 sistemas cada grupo y diez nodos. Cada material envía tramas de datos de 32 bytes cada 100 milisegundos durante dos horas diarias (ver tabla 2, fila sombreada).

Tasa Bytes = 3296 MB/día o 3GB/día aproximadamente.

Uso de datos	Grupo	Materiales	Nodos x Sistema	Tasa bytes	Tiempo uso (s)	Frecuencia (Hz)	Tasa Byte
Intensivo (tiempo real)	1	3	50	32	86400	0,1	6GB/día
Medio	10	30	10	32	10800	10	9GB/día
Bajo	3	50	10	32	7200	10	3GB/día
Total		83					18GB/día

Tabla 2.—Uso de datos en materiales.

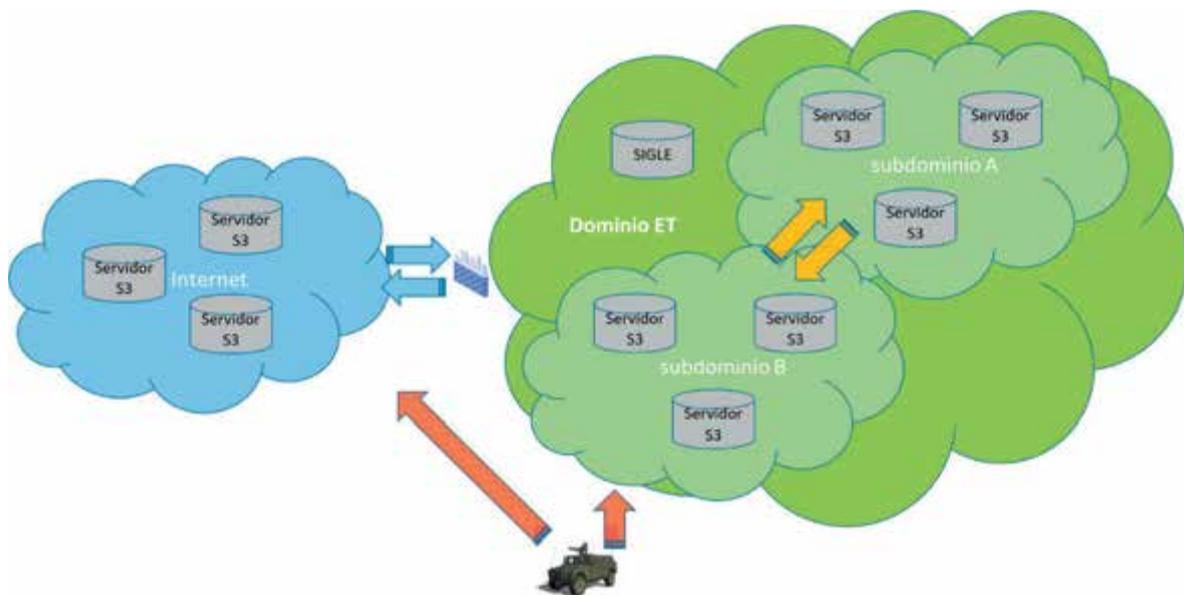


Figura 3.—Capa de datos. Modelo híbrido de almacenamiento de datos.

En el siguiente nivel, **capa de inteligencia**, se dispondrá del análisis inteligente que contendrá todas las herramientas de pronóstico y logística predictiva. Llevando a cabo el proceso de análisis y la actualización de los modelos de fallo que, al final, permitirán determinar: la previsión de averías; la mitigación de obsolescencias; la reprogramación de las tareas en los procesos logísticos; las necesidades de suministro, etc.

Esta capa de análisis inteligente incluye la infraestructura lógica de análisis mediante herramientas de IA. El proceso lógico de análisis seguirá las etapas comunes de un proceso inteligente como son la adquisición de los datos, el procesado, el modelado y la generación de resultados. Las herramientas a utilizar en cada una de las etapas serán preferentemente de software libre, permitirán escalabilidad computacional y dispondrán de interfaces gráficas para ayudar al desarrollo de modelos, el entrenamiento, y el análisis realizado por científicos y analistas de datos.

Los objetivos de la capa de análisis inteligente incluyen el desarrollo y selección de modelos predictivos para cada uno de los materiales evaluados. Para el desarrollo y selección de modelos se aplicarán, entre otras, las siguientes técnicas:

- Sistemas expertos basados en reglas.
- Aprendizaje automático (*Machine Learning-ML*).
- Aprendizaje profundo (*Deep Learning-DL*).
- Aprendizaje por transferencia (*Transfer Learning-TL*) y aprendizaje por refuerzo (*Reinforced Learning-RL*).

Los modelos evaluados servirán para analizar de forma periódica el estado de los materiales, determinando el valor de probabilidad de fallo según el Análisis de Modos de Fallo, Efectos y Criticidad (AMFEC) del material correspondiente. El análisis podrá ser manual, a petición del analista o automático. Además, deberá conectarse con aplicaciones como SIGLE para la automatización de ciertas tareas, por ejemplo:

- Generar solicitudes de mantenimiento.
- Generar de solicitudes de abastecimiento.
- Generar solicitudes de transporte.
- Reajustar el inventario de los recursos abastecidos y consumidos.

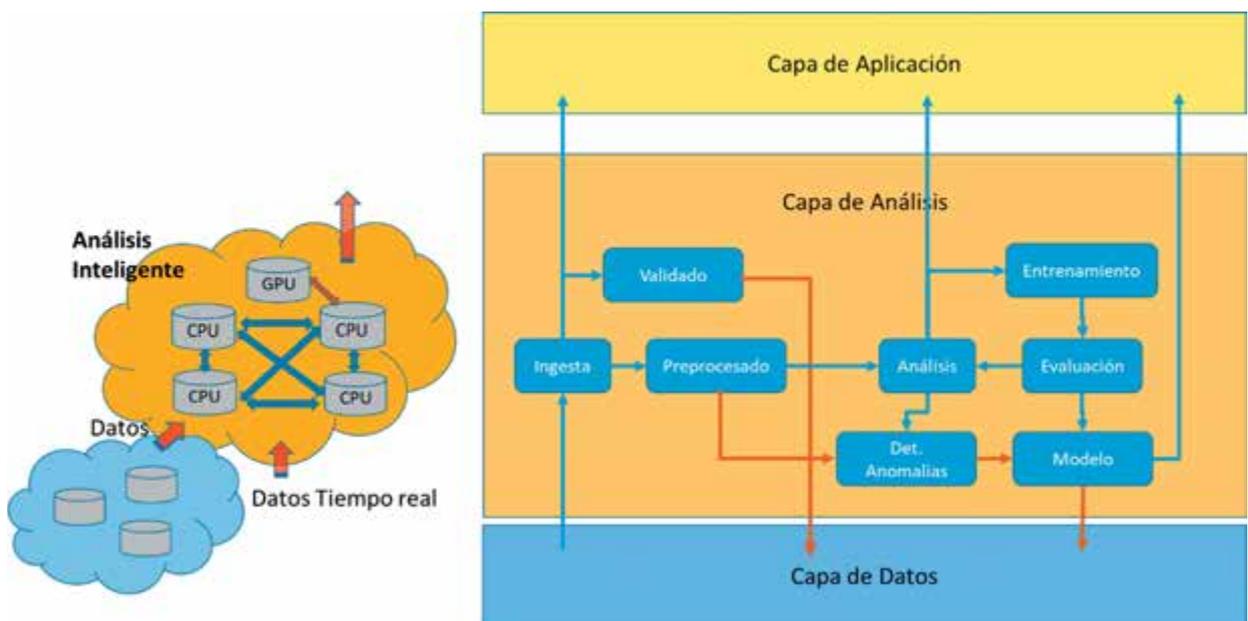


Figura 4.—Capa de Análisis Inteligente.

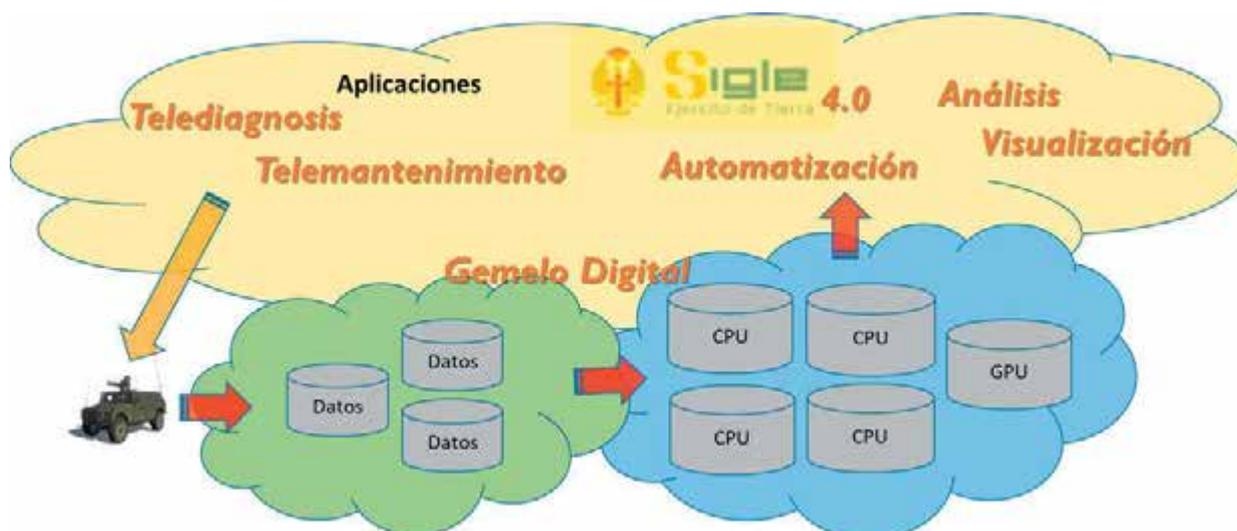


Figura 5.—Capa de Aplicaciones.

- Actualizar los modelos de AMFEC de los materiales.
- Actualizar datos del ciclo de vida (configuración, uso, fiabilidad, mantenimiento, etc.)

Para el despliegue de modelos se propone una arquitectura de contenedores para microservicios, en las que los componentes de cada aplicación pueden desplegarse y escalarse de forma más granular. Una aplicación de orquestación de tareas o aplicaciones permitirá la ejecución automática y en tiempo real de determinadas tareas. Igualmente, los modelos podrán exportarse a los dispositivos de computación embarcada para el análisis de datos en el computador perimetral cuando sean requeridas acciones o decisiones a corto plazo.

El Sistema de análisis inteligente se desplegará sobre una plataforma de computación distribuida en un clúster de CPU multinúcleo, con una GPU multinúcleo que podrá implementarse con una TPU. El Sistema será escalable en procesamiento, por lo que deberá soportar un incremento futuro de CPU y GPU transparente para el usuario.

Capa de aplicación, el objetivo final es que el sistema pueda generar acciones logísticas automáticas hacia SIGLE, Sistema de Gestión de Carburante (SIGECAR)... en función de las predicciones. Se trata de acciones de mantenimiento, abastecimiento y trans-

porte. De esta forma la propia evolución del SIGLE 3.0 hacia el SIGLE 4.0, se presenta como una necesidad ya detectada por el Mando de Apoyo Logístico del Ejército de Tierra.

Además, existirán intercambios de información que permitirán la actualización de los MTEI, que estarán a disposición de la tripulación o del jefe del sistema de armas. También se han incorporado en la capa superior las herramientas de RV/RA que pueden apoyar la realización de las tareas de mantenimiento y contribuir al adiestramiento de los operadores.

GEMELO DIGITAL

También está previsto en SILPRE el desarrollo del Gemelo digital, que merece un tratamiento aparte ya que por su complejidad incluye las tres capas anteriores, es decir, la capa de datos, la de análisis y la de aplicación. El Gemelo Digital es una abstracción de un material o una parte de él y como tal es un Sistema en sí mismo. El Gemelo Digital se considera como la tercera fase de la digitalización (Transformación Digital; TD). Las dos primeras son la captura de datos y el análisis y obtención de conocimiento.

Una aplicación de Gemelo digital dispondrá de una herramienta de visualización que podrá integrarse

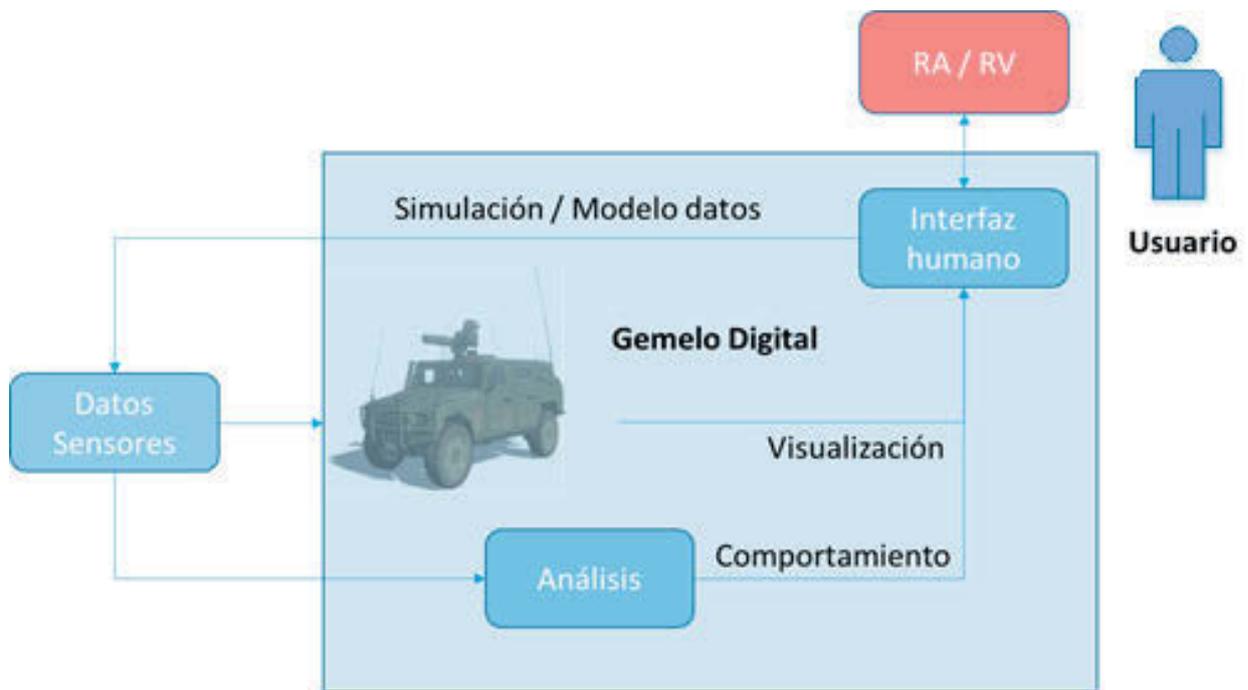


Figura 6.—Esquema conceptual Gemelo Digital.

con herramientas de Realidad Aumentada. Utilizará modelos de simulación importados en su herramienta de análisis o modelos desarrollados en la propia herramienta. Los datos de simulación podrán ser datos de una base de conocimiento del material modelado, podrán ser datos almacenados de un material real o incluso datos enviados en tiempo real desde el propio material.

PROGRAMA SILPRE I+D

Para el desarrollo del modelo del SILPRE la DGAM, a través de la Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación (SDGPLATIN) y en colaboración con el MALE, han dispuesto de los recursos necesarios (3M€) para abordar un proyecto que permita investigar y desarrollar un modelo escalable, modular y flexible.

El proyecto se ha estructurado en siete paquetes de trabajo (PT). En el primer PT se realizará un análisis previo del modelo SILPRE a desarrollar centrándolo en los sistemas de armas que finalmente se hayan

elegido para el proyecto. En virtud de las plataformas o sistemas elegidos, se utilizarán los datos disponibles en el SALE, de forma que se acoten las necesidades que se han de ir implementando a lo largo del proyecto.

En el segundo PT se realizarán trabajos comunes preliminares, para poder abordar cada una de las cuatro capas a desarrollar del modelo del SILPRE. Cada una de las capas, será objeto de un PT específico.

El tercer PT, se desarrollará para cubrir la capa física y sensores, en este se realizará la sensorización con el objetivo de obtener datos de los sistemas.

En el cuarto PT se abordarán los trabajos relativos a la capa de datos, en la que se desarrollará o adaptará el hardware y software necesario para que se pueda llevar a cabo la gobernanza de los datos (recepción, almacenamiento, procesado, etc. de los datos).

El PT cinco se ha estructurado para desarrollar la capa de análisis inteligente, y en él, se abordará el diseño de la interfaz de análisis y visualización de los

datos así como del estado de los materiales, todo ello para el apoyo a la toma de decisiones.

En el PT seis, destinado a la capa de aplicación, se abordarán las interfaces necesarias para la explotación del análisis, por parte de la aplicación gestora de recursos del Ejército de Tierra el (SIGLE).

Por último se ha planteado un paquete de trabajo número siete con el objetivo de sentar las bases para el gemelo digital.

Para el desarrollo del proyecto se seguirá una metodología de ingeniería de sistemas basada en modelos, de forma que se optimicen los trabajos y se modelicen los resultados.

A modo de resumen, para el desarrollo del modelo SILPRE, se va a abordar un proyecto de I+D, denominado SILPRE I+D, con una financiación de 3 M€ y un escenario temporal de poco más de dos años (desde septiembre del 22 a diciembre del 24, siempre que se cumplan los plazos previstos para su contratación).

CONCLUSIONES

Podemos concluir que la logística 2035, que demanda el Ejército 2035, supone cambios de mentalidad y cambios estructurales drásticos, ya que la forma de trabajar será radicalmente distinta. Los datos generados por los sistemas de armas se subirán a la nube constituyendo el big data de enorme volumen. Para su procesado serán necesarios sistemas de gran capacidad de cálculo y se emplearán, de hecho ya lo estamos haciendo, herramientas de inteligencia artificial y de machine learning que aportarán el conocimiento necesario para las tareas predictivas. La Base Logística pasa a ser un actor fundamental del SALE, en la que además se constituye además la Oficina Técnica de Apoyo al Ciclo de Vida del 8x8 (TACV 8x8). La creación de esta oficina, supone un cambio en el modelo de sostenimiento en el que se involu-

cra a la empresa durante el ciclo de vida completo del sistema de armas. Constituye además el embrión para el cambio de paradigma en el proceso de obtención cuyo fin pasa a ser la adquisición de brigadas de combate completas, la Brigada como sistema integral de combate³.

³ Extracto de documento de apoyo a presentación expuesta en CONGRESO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS APLICADA A LA DEFENSA. CESEDEN-ISDEFE, por el Excmo. GB. Jesús Carlos Gómez Pardo.



Figura 1. Vista aérea de la Base Española Gran Capitán en Besmayah, Iraq en 2020 (Fuente: AII XI)

EL STANAG 2280, RESPECTO A LA CAPACIDAD DE PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y SU APLICACIÓN EN CENTROS DE ENSAYO

*Alfredo Gil Laso
Capitán CIP (EOT). Construcción*

Las infraestructuras modernas se caracterizan por desarrollar aspectos de su diseño que, hasta hace pocos años, eran desatendidos por proyectistas e ingenieros. Poco a poco, temas como la accesibilidad, la insonorización o la sostenibilidad se han ido abriendo paso dentro del sector de la construcción civil.

Siguiendo esta tendencia, en el campo de la seguridad y la defensa, uno de estos nuevos aspectos a desarrollar es la seguridad de las infraestructuras ante la posibilidad de ataques intencionados, más allá de los tradicionales conceptos de fortificación heredados de los conflictos del siglo XX.

El siglo XXI se ha caracterizado por la profusión de nuevos conflictos y grupos terroristas por todo el mundo que han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de la mayoría de los edificios ante estas amenazas. El atentado con varios artefactos en Bali en 2002, el del aeropuerto de Madrid-Barajas de 2006, los tiroteos de París de 2015, el ataque con camión en Berlín de 2016 o el artefacto explosivo de 2020 en Nashville (EEUU), entre muchos otros, ejemplifican perfectamente cómo ha evolucionado la amenaza terrorista en las últimas décadas. Pero no solo los ataques terroristas fuera de zonas en conflicto han demostrado la necesidad de proteger las infraestructuras civiles, sino que guerras como las de Yemen o Siria, o la más reciente de Ucrania, nos recuerdan que en un escenario bélico cualquier edificio puede convertirse en una infraestructura de interés táctico u operativo, además de servir de refugio a la población civil.

Fuerzas armadas, policías, cuerpos de seguridad y expertos encargados de las infraestructuras críticas

han venido ideando diversas estrategias para proteger los edificios, generalmente adaptadas del conocimiento en fortificación militar. Sin embargo, pese a que estos conceptos suelen consistir en elementos de contingencia (sacos terreros, merlones, hormigón, etc.), en las últimas décadas han servido como base para el auge de nuevas ideas y proyectos que buscan integrar estas soluciones defensivas en los sistemas constructivos propios de las edificaciones civiles [1].

Independientemente de la naturaleza de la agresión, esta tendencia emergente en materia de I+D busca abrir nuevas líneas de trabajo con ideas y estudios novedosos que permitan desarrollar materiales, productos o sistemas constructivos que incrementen la tasa de supervivencia de los ocupantes de un edificio ante un ataque, permitiendo a la infraestructura recuperar sus características funcionales con las mínimas reparaciones necesarias.



 *Figura 2. Fortificaciones tipo T-Wall y barrera antivehículos en Iraq (Fuente: autor)*

El conocimiento en este campo no es algo novedoso, siendo parte de las tácticas de guerra habituales desde la aparición de las primeras murallas. Sin embargo,

el desarrollo de las armas modernas y la experiencia acumulada tras la ingente variedad de conflictos del siglo XX llevaron a la OTAN a plantear el desarrollo

de un acuerdo de estandarización (Standardization Agreement o STANAG) que permitiese a las unidades de ingenieros establecer el nivel de protección de una infraestructura dada en Zona de Operaciones, en función de las amenazas más probables. Para materializar este proyecto en 2016 se publicaron el STANAG 2280 [2] y su documento de desarrollo, el ATP-3.12.1.8 [3] sobre «*Procedimientos de prueba y clasificación de los efectos de las armas en las estructuras*».

Sin embargo, la falta de estudios y trabajos específicos en el mundo civil, unido al carácter generalista de la normativa OTAN, permiten extrapolar sus indicaciones fuera del ámbito de la Alianza Atlántica, facilitando su empleo como una norma técnica para la acreditación de sistemas constructivos, materiales o productos orientados a la defensa contra cualquiera de las amenazas que contempla el STANAG, ya sean por terrorismo, delincuencia o conflicto bélico.

EL STANAG 2280 Y EL ATP-3.12.1.8.

Este marco normativo nace inicialmente con la idea de ofrecer una herramienta a las unidades de ingenieros militares para evaluar la idoneidad como protección de las infraestructuras a ocupar por tropas aliadas, por lo que está orientada a su uso en Zona de Operaciones. Estos documentos están pensados para el análisis del comportamiento de una estructura defensiva ante proyectiles militares comunes, fragmentación e impacto de vehículos, así como un espectro generalizado de amenazas explosivas, que incluye las características de la mayoría de los ataques terroristas en zona de operaciones, los dispositivos explosivos improvisados (IED). Sin embargo, esta normativa no sirve para el análisis de otro tipo de amenazas como incendios, pulsos térmicos, NBQ-R, electromagnéticas, municiones aéreas o amenazas medioambientales.

La metodología planteada por el ATP de este STANAG parte de la evaluación de una serie de amenazas estándar, divididas en cinco grupos según el tipo de arma a estudiar y el conjunto de efectos que se estima que generaría en el edificio. Para ello, define estas amenazas «tipo» según las siguientes categorías:

- **Categoría A** – *Impacto de proyectiles sin carga explosiva*. En esta categoría se encuentran desde la cartuchería de arma corta hasta proyectiles con sabot de 120/125 mm (APFSDS, APDS, APC, etc.).
- **Categoría B** – *Impacto directo por proyectiles con explosivo*. Esta categoría se inicia en el nivel 2 con las granadas proyectables de fusil, hasta el nivel 8, de proyectiles de 120/125mm (HEAT, HESP, HEP, etc.).
- **Categoría C** – *Efectos indirectos de un proyectil*. Se trataría principalmente de los efectos derivados de la fragmentación de las municiones, principalmente de artillería. Esta categoría engloba desde las granadas de mano, morteros y artillería (convencional o cohete) hasta ataques con misiles de hasta 1000 kg de carga útil (gama Scud).
- **Categoría D** – *Efecto de la onda producida por la detonación de un explosivo*. Es la única categoría que contempla hasta el noveno nivel de severidad, aunque el volumen de explosivo necesario (5.000 kg de TNT) lo hace inviable para la mayoría de los estudios.
- **Categoría E** – *Impacto de vehículos terrestres*. Esta categoría consiste en las amenazas derivadas del impacto de todo tipo de vehículos (choque o alunizaje), agrupados entre el nivel 1 de severidad (motocicletas) al nivel 6 (vehículos con tracción oruga).

Una vez definido el tipo de amenaza, cada categoría se divide en una escala de hasta 9 niveles que indican la severidad de los efectos de un ataque con ese tipo de armamento o munición, que sirve para caracterizar dicho nivel.

La última categoría, la E, supone una diferencia sustancial respecto a las otras categorías, puesto que define cualquier tipo de ataque realizado mediante el impacto de un vehículo, sin contar la posibilidad de combinarse con artefactos explosivos. A modo de curiosidad, este es un método de ataque profusamente empleado por delincuentes civiles para cometer robos en locales comerciales, los llamados «alunizajes».

		Categoría de amenaza/arma				
		A	B	C	D	E
		Fuego directo Proyectiles inertes	Fuego directo Cabezas de guerra	Fuego indirecto	Explosivo rompedor (TNT equivalente)	Impacto de vehículos
Severidad de los efectos (nivel)	9				≤ 5.000 kg	
	8	Proyectil contra carro Sabot 120/125mm	Proyectil contra carro 120/125mm HESH/HEAT	Misiles hasta 1000 kg de carga útil (gama Scud)	≤ 1.000 kg	
	7	Cañón automático 40 mm APDS		Artillería cohete 333mm	≤ 250 kg	
	6	Cañón automático 30 mm APDS	Municiones anti- estructuras ASM avanzadas	Artillería cohete 240mm	≤ 50 kg	Vehículo tracción oruga/cadena
	5	Ametralladora pesada 14,5mm (0.57)	Municiones anti- estructuras ASM en tándem	Artillería convenc. 155mm Artillería cohete 122mm	≤ 10 kg	Camión articulado ≤32.000 kg
	4	Ametralladora pesada 12,7mm (0.50)	Municiones anti- personal <2,5kg eq TNT (fragmentación o termobárica)	Granada mortero 120mm Artillería cohete 107mm	≤ 2 kg	Camión convencional ≤7.500 kg
	3	Rifle de asalto/tirador 7,62mm AP (perforante)	Carga hueca contra carro	Granada mortero 82mm	≤ 1 kg	Camión pequeño ≤2.500 kg
	2	Munición de fusil 5,56-7,62mm NATO/ruso	Granadas de fusil y proyectables 30/40 mm	Granada mortero 60mm	≤ 0,5 kg	Coche utilitario ≤1.500 kg
1	Arma corta/pistola		Granadas de mano	≤ 0,1 kg	Motocicleta	
Amenazas Armas	Penetración dinámica	Perforación dinámica Fragmentación Carga hueca Onda explosiva	Penetración dinámica Fragmentación Onda explosiva	Onda explosiva Fragmentos (UXO, IED, EOD, etc.)	Penetración dinámica	
Modos de fallo	Perforación	Perforación: - Componentes inertes - Fragmentos - Carga hueca Onda explosiva	Perforación: - Componentes inertes - Fragmentos Onda explosiva	Onda explosiva	Perforación (inerte)	

Tabla 1. Tabla A-1 del ATP-3.12.1.8, sobre categorías de amenazas/armas y severidad de sus efectos. (Traducción del autor)

Una vez establecida la categoría y el nivel de la amenaza, la metodología recogida en el STANAG plantea analizar el elemento objeto de estudio desde la perspectiva de cada uno de los tipos de daño que puede sufrir (véase Tabla 2).

Cada uno de los tipos de daño o efectos, que se definen en el Anexo B del ATP, corresponde a un método de ensayo establecido para aislar y analizar ese efecto específico, limitando cualquier ambigüedad de interpretación al probarse cada efecto por separado, así como al estudiar el peor de los casos posibles.

Un ejemplo de la metodología expuesta consistiría en el análisis de la amenaza de una granada de mor-

tero, donde se combinan los efectos de la detonación de la carga (onda) con los de la metralla proyectada (fragmentación). En este caso, la penetración máxima de fragmentos de un arma se lograría cuando hay un punto muerto de la estructura, mientras que, por otro lado, el máximo efecto de explosión se logra cuando el arma está en contacto. Posiblemente ambos efectos combinados resulten más dañinos que la simple suma de ambos, pero resulta excesivamente complejo establecer una clasificación para la casuística de combinaciones posible, además de resultar muy poco probable.

Por este motivo, se plantea la categorización de las amenazas, así como de los efectos posibles, diferenciándolos de forma aislada en los ensayos del ATP.

Tipo de efectos / ensayos a realizar		Categoría de amenaza/arma				
		A	B	C	D	E
		Impacto directo (Inertes)	Impacto directo (Explosivo)	Fuego indirecto	Explosivo	Impacto de vehículos
1	Balas y Penetradores	X	X	X		
2	Fragmentación primaria	X	X	X		
3	Explosión				X	
4	Penetración de vehículo					X
5	Efectos secundarios	X	X	X	X	X

Tabla 2. Categorías de amenaza y ensayos del STANAG que las caracterizan

1. Ensayo de impacto de balas y penetradores

La definición de este tipo de efectos consiste en una simplificación del procedimiento de ensayo multi-impacto del STANAG 4569 [4], al cual hace referencia, indicando la validez del mismo procedimiento para este STANAG.

Este ensayo, simplificado o no, consiste básicamente en realizar tres disparos con munición sin carga explosiva (inerte), correspondiente al nivel de amenaza buscado, directamente sobre el ítem a ensayar.

Respecto a los criterios de aceptación o rechazo del ensayo, el ATP indica que existen dos tendencias a la hora de establecer estos criterios. Por un lado, el criterio conocido como «penetración parcial» (adoptado por el ejército de EEUU), donde se considera inaceptable que los proyectiles alcancen el intradós de la probeta, y el criterio de «perforación completa» (propia de Reino Unido y de la armada estadounidense), en el que el límite de fallo consiste en que la probeta no sea capaz de detener al proyectil. El criterio adoptado por el STANAG a través de su ATP es este último, el de «perforación completa».

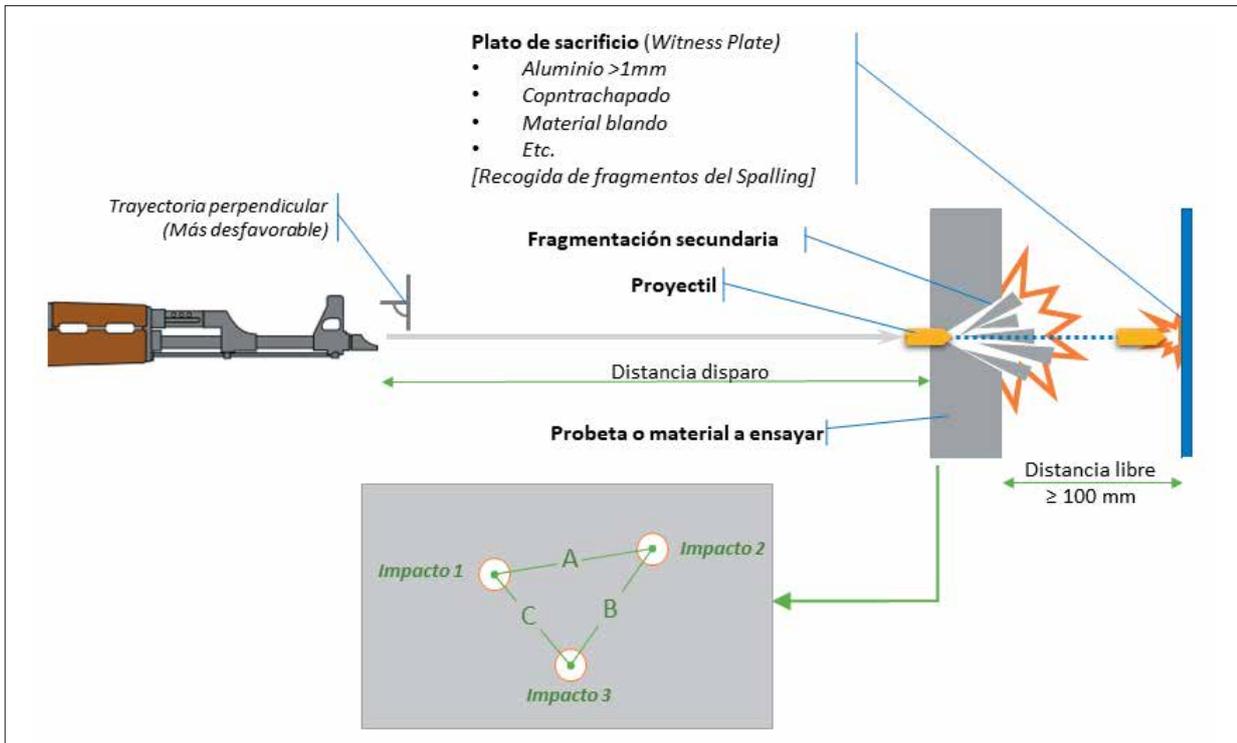


Figura 3. Esquema del ensayo multi-impacto (Fuente: Autor)

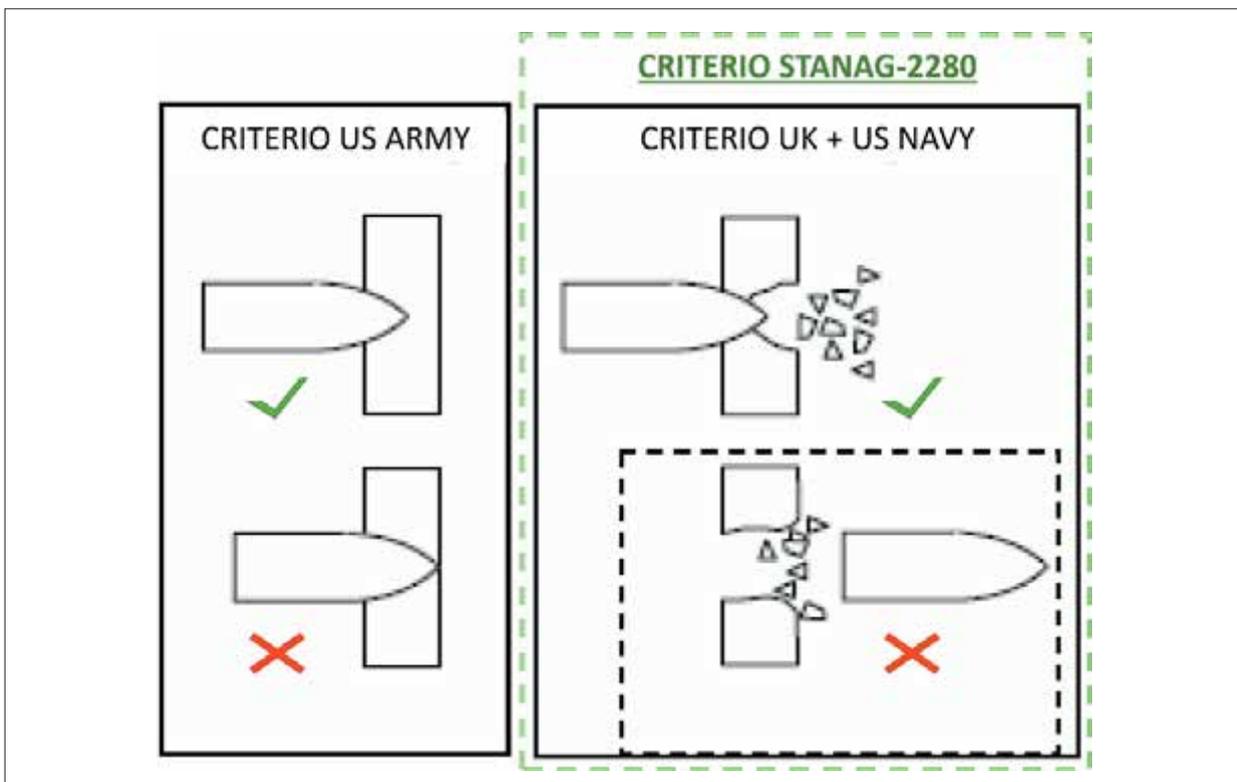


Figura 4. Posibles criterios de aceptación y rechazo en el ensayo multi-impacto [3]

2. Fragmentación primaria

En este caso, el método de ensayo sigue la misma mecánica que el ensayo de penetración multi-impacto, pero en lugar de realizar una secuencia de disparos con un arma, se realiza una detonación de la munición representativa del nivel de amenaza a una distancia determinada del ítem.

Asimismo, el criterio de aceptación o rechazo es análogo al de penetración sin carga, considerando que la estructura ha fallado si se recoge algún fragmento o esquirla en el panel de sacrificio, ubicado a cierta distancia en el trasdós de la probeta.

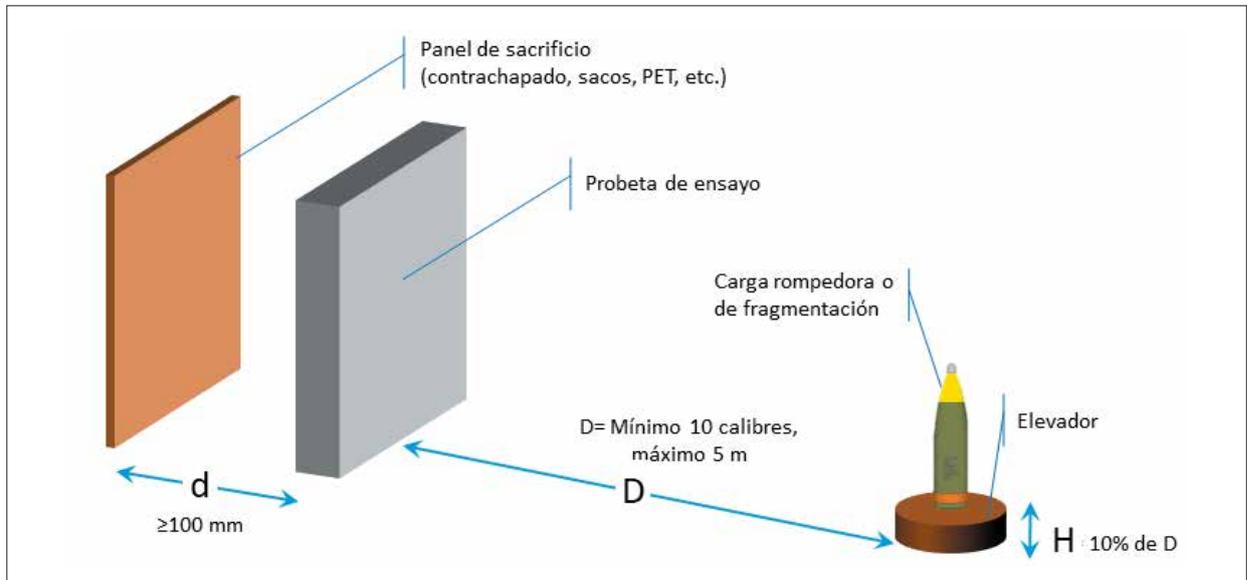


Figura 5. Esquema del ensayo de penetración de fragmentos (Fuente: Autor)

3. Explosión

La caracterización de una explosión es un tema controvertido y difícil de definir, sobre todo si se pretende establecer partiendo de unas situaciones estándar. No obstante, el ATP del STANAG 2280 plantea un método de normalización bastante práctico que permite definir de forma relativamente simple y realista la capacidad de protección de una probeta [5].

A diferencia de los ensayos anteriores, este no está diseñado para analizar la ruptura o fallo de la probeta ante una explosión, sino los daños físicos que sufrirían las personas que se guareciesen tras ese elemento, independientemente de los daños estructurales que sufra la protección.

El fundamento del ensayo consiste, en este caso, en analizar los daños que suponen una detonación de

la carga explosiva correspondiente al nivel de amenaza deseado, comparando las presiones de la onda aérea resultante en el caso de disponer del elemento de protección ensayado respecto a las presiones resultantes de no disponer de él. Con estos datos se puede calcular el porcentaje de reducción de efectos en el rango del umbral, que es la mínima distancia a la que se puede detonar el explosivo sin generar lesiones.

El análisis a realizar para el cálculo del porcentaje de Reducción de Efectos (RE) consiste en obtener las distancias con protección (R_s) y sin protección (R_h) a las que, para un mismo supuesto de carga explosiva, se obtiene la presión umbral (siendo P_s equivalente a P_h), como se indica en la Ecuación (1) y la Figura 6.

$$\text{Reducción de los Efectos RE (\%)} = \frac{R_h - R_s}{R_h} \cdot 100 \quad (1)$$

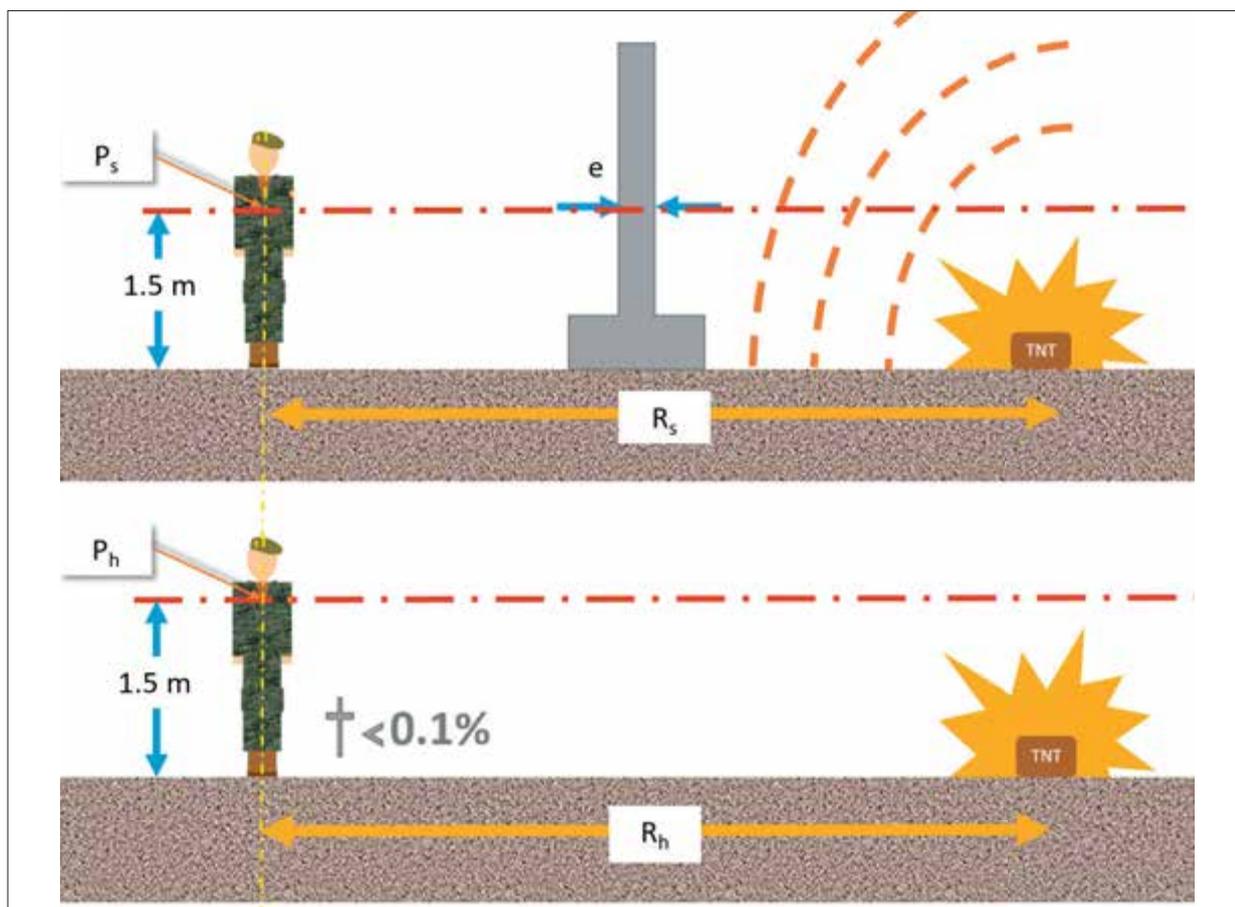


Figura 6. Esquema del ensayo de explosión, con y sin la protección del ítem de ensayo (Fuente: Autor)

Con todo ello se tiene que una reducción del 100% supone que el explosivo no genera daños a las personas ubicadas exactamente en el trasdós de la probeta, incluso aunque se detone directamente en su superficie, mientras que una reducción del 0% indica que el elemento no mitiga en absoluto los efectos de la onda, con lo que no se aprecia diferencia respecto a no disponer de ninguna protección.

Resulta llamativo que, a diferencia del resto de ensayos del ATP en los que el resultado consiste en un criterio binario absoluto («pasa» o «no pasa»), en este caso el resultado ofrecido es un dato más analítico.

4. Penetración de vehículo

En este caso, el método de ensayo planteado en el ATP sobre impacto de un vehículo consiste básicamente en eso: impactar un vehículo contra la probeta.

Para ello, la norma adopta el método de ensayo recogido en la norma británica PAS-68 sobre impacto de vehículos en barreras de seguridad [6], pero asumiendo los criterios de aceptación o rechazo recogidos en el STANAG 4569 [4].

Este ensayo se puede resumir de la siguiente forma: dependiendo del nivel de amenaza estudiado (en este caso solo de 1 a 6 niveles), se selecciona un vehículo acorde con sus especificaciones (extraídas del PAS-68) y se hace impactar, con una velocidad establecida sobre el elemento objeto de estudio. Posteriormente se realizaría el análisis tanto de las imágenes recabadas como de la trayectoria del vehículo hasta su completa detención, siguiendo los criterios adaptados del STANAG 4569.

Sin embargo, como se puede deducir, este ensayo resulta muy laborioso y costoso de ejecutar, incluso

Figure 4 Vehicle classifications – Illustrations

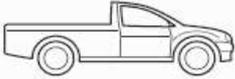
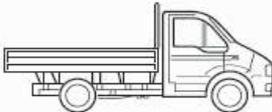
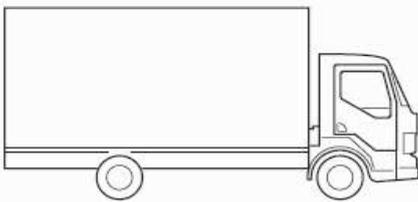
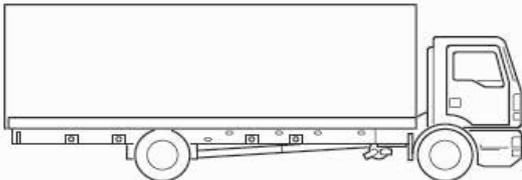
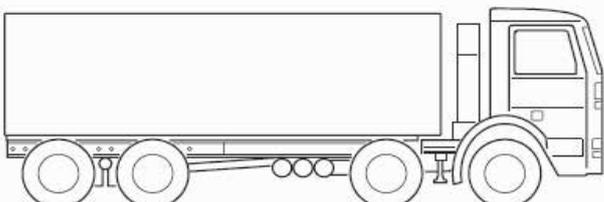
Type of test vehicle	UN ECE International vehicle classification	Illustration
Car	M1	
4x4 single cab pick-up	M2	
Day cab vehicles	N1	
	N2	
	N3	
	N3	

 Figura 7. Clasificación de los vehículos empleada en la norma PAS-68 [6]

para un organismo de acreditación, puesto que en la práctica es muy probable que el vehículo empleado quede inoperativo.

5. Efectos secundarios

Las armas y amenazas incluidas en las categorías establecidas para el STANAG pueden no solo producir los efectos para las que están planteadas, existiendo la posibilidad de que se produzcan efectos secundarios. Esto efectos adicionales, pese a que no es probable que produzcan el colapso estructural de la

probeta, si pueden derivar en que se considere un nivel de resistencia menor para el elemento ensayado.

Sin embargo, dichos efectos son ambiguos y variados, lo que implica que el ATP no defina un método específico para su análisis, confiando esa tarea al criterio técnico del personal que ejecute los demás ensayos recogidos en la norma.

El Anexo B del ATP indica claramente que cualquier proyección posterior (spalling), desplazamiento de la probeta, fragmentos secundarios, daño derivado del

colapso o conato de incendio deberá ser registrado en el informe de ensayo, valorando el riesgo que supone para los ocupantes. Sin embargo, esta forma de análisis puede provocar que se incluya un sesgo subjetivo en el resultado del ensayo, por lo que cualquier consideración al respecto debe ser ampliamente justificada.

APLICACIÓN DEL STANAG POR ORGANISMOS DE ENSAYO DEL MINISTERIO DE DEFENSA

Como se ha visto en los apartados anteriores, la aplicación del STANAG 2280 consiste, fundamentalmente, en que las unidades operativas de ingenieros lleven a cabo análisis basados en la extrapolación de

la información recabada previamente, ya sea procedente de simulaciones con ordenador, pruebas en zonas de ensayo o los efectos de las armas en infraestructuras similares.

Esto hace que cobre especial relevancia el desarrollo de un conocimiento previo del comportamiento de la infraestructura ante diferentes tipos de amenazas, sobre todo en lo referente a aquellos sistemas o productos desarrollados para suplir las necesidades de fortificación en operaciones.

Sin embargo, el desarrollo de este conocimiento previo o «know how» no es sencillo. A las habituales limitaciones legales y de seguridad propias del trabajo con armas y explosivos de uso militar, se une la necesidad de unas instalaciones especialmente diseñadas



Figura 8. Métodos para asegurar la Calidad según el Anexo C del ATP-3.12.1.8 [3] (Fuente: autor)

para el ensayo con estos elementos, que requieren amplios espacios abiertos para garantizar las correspondientes zonas de seguridad.

Asimismo, la hermeticidad habitual en el sector de la defensa, debida a la necesidad de evitar flujos de información no deseados acerca de la fabricación y uso de materiales y explosivos, hace que el personal técnico y científico capaz de desarrollar estas pruebas sea otro factor limitante a la hora de generar este know-how.

Las entidades y organismos de ensayo y acreditación, como el caso del Departamento de Sistemas de Armas y Balística (DSAB) de INTA, que reúnen estos requisitos para la ejecución de los ensayos del STANAG 2280, no son habituales en España. De hecho, fuera del ámbito del Ministerio de Defensa es difícil encontrar organismos públicos o privados que sean capaces de desarrollar este tipo de pruebas, siendo el DSAB el único cuya misión principal es precisamente la ejecución de ensayos con materiales explosivos y armamento.

Además, no solo se trata de que los integrantes de este organismo disponen de una gran experiencia acumulada, gracias a su participación activa en

proyectos de I+D en materia de protección contra infraestructuras (Proyectos Blade, Prinse, Madex, Protexis, etc.), sino que además es un referente en cuanto al ensayo con explosivos en el desarrollo de cualquier tipo de blindajes o elementos de protección (Proyectos 8x8 Dragón, Pangolín, Ares, Poseidón, etc.)

Por otro lado, este departamento desarrolla regularmente trabajos de análisis, estudio, catalogación, homologación y certificación para numerosos clientes del sector, destacando entidades gubernamentales como son el conjunto de las Fuerzas Armadas y el Ministerio de Defensa, el Cuerpo Nacional de Policía, la Guardia Civil, el CNI, o las policías autonómicas, así como con muchas de las más destacadas empresas del ramo de la defensa, como es el caso de UROVESA, el Grupo Iturri, General Dynamics European Land Systems, Navantia, Israel Military Industries o EXPAL Systems.

El INTA está trabajando activamente en la ejecución de ensayos relacionados con el STANAG 2280 además de haber desarrollado procedimientos para otras normas homólogas, como es el caso del STANAG 4569, sobre protección de vehículos ante diversas amenazas (IED, EOD, cartuchería, etc.) [4]. De he-



 *Figura 9. Plaza balística del DSAB de INTA durante un ensayo (Fuente: INTA)*

cho, en el momento de redacción de este artículo, el DSAB se encuentra inmerso en el proceso de acreditación del STANAG 4569 por parte de ENAC, como paso previo a su acreditación por esta entidad del propio STANAG 2280. Además, sus laboratorios y zonas de ensayo ya están acreditados desde hace varios años en otras muchas normas OTAN relacionadas con la caracterización y uso de explosivos.

Esto demuestra que la experiencia de los centros de ensayo dependientes del Ministerio de Defensa en esta materia es amplia, con un bagaje de décadas en la ejecución de ensayos con explosivos, estando en condiciones de acreditarse en cualquier norma que pueda resultar de interés para las Fuerzas Armadas o el sector industrial especializado, como es el caso del STANAG 2280.

CONCLUSIONES

El STANAG 2280 y su ATP recogen una metodología de análisis muy simple, cuyo objetivo es dotar a las unidades operativas de ingenieros de herramientas de estudio prácticas y eficientes. No obstante, estas herramientas deben tener su origen en un conocimiento técnico y científico previo que, partiendo de las amenazas más probables en el entorno operativo y según la información aportada por las unidades de inteligencia, permita comprobar físicamente que las estructuras, edificios y fortificaciones reúnan las condiciones deseadas.

Como es lógico, la propia ATP recomienda no realizar estos estudios con la estructura de interés, debido al carácter destructivo de lo que podemos definir como «pruebas de campo», dejando esta opción solo como último recurso. En cambio, recomienda en su lugar emplear principalmente un conocimiento previo o «know-how» que permita inferir la capacidad de resistencia de la fortificación.

Se puede disponer de este conocimiento por dos vías, una mediante observación y ensayo directo sobre estructuras similares del entorno, y otra disponiendo de un amplio conocimiento desarrollado previamente por organismos de ensayo en Territorio

Nacional. Esta última opción, técnicamente más razonable, implica asimismo disponer de un flujo de información entre las unidades y el organismo que oriente a las unidades operativas en como reforzar eficientemente aquella infraestructura que no reúna los requisitos necesarios.

Pero este trabajo, que podría calificarse como I+D en materia de infraestructuras de protección, ha de realizarse fuera del teatro de operaciones, previamente a las misiones operativas, facilitando así el desarrollo de una doctrina en materia de fortificación basada en estudios científicos empíricos y permitiendo así mitigar el sesgo subjetivo del ingeniero-zapador que deba ponerlo en práctica.

No obstante, este tipo de estudios requiere, por un lado, de campos de pruebas donde se puedan emplear municiones de guerra y grandes cantidades de explosivos y, por otro lado, disponer de personal cuya formación, profesionalidad y experiencia les permita trabajar con materiales energéticos en condiciones de seguridad.

Lo expuesto en este artículo demuestra que para alcanzar el nivel de conocimiento técnico necesario para la aplicación del STANAG 2280 es imperativo disponer de un centro de pruebas de experiencia y prestigio reconocidos, apropiado para realizar los estudios y proyectos que permitan generar la doctrina militar al respecto.

Es importante reseñar que, pese a que existen numerosos centros y organismos dedicados al estudio de materiales energéticos desde la perspectiva de la simulación, pocos disponen de medios para su ejecución real. Un ejemplo de estos organismos capaces de llevar a cabo los supuestos contemplados en el STANAG 2280, tanto desde la perspectiva de la simulación como para la ejecución real, es el Departamento de Sistemas de Armas y Balística (DSAB) del INTA, tanto por disponer de las instalaciones, como del personal y la experiencia necesarias, todo ello en régimen de dedicación exclusiva a este campo.

Este artículo, que esboza someramente el alcance una herramienta de análisis operativo como es el STANAG 2280, muestra que disponer de dicho STANAG

supone un primer paso que debe ser completado con el desarrollo de conocimiento que muy pocas entidades en España pueden afrontar. Permitiendo que la I+D en materia de protección de infraestructuras contra ataques intencionados pueda ir evolucionando a la par que las mismas amenazas, permitiendo el estudio y desarrollo de nuevos sistemas de protección tanto para el entorno bélico como el civil.

BIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- [1] Federal Emergency Management Agency FEMA, Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks Against Buildings, 2nd ed., Department of Homeland Security Science and Technology, 2011, p. 514.
- [2] NATO Standardization Office (NSO), *STANAG 2280 - Test Procedures and Classification of the Effects of Weapons on Structures*, 2 ed., North Atlantic Treaty Organization (NATO), 2016, p. 6.
- [3] NATO Standardization Office (NSO), ATP-3.12.1.8 - Test Procedures and Classification of the Effects of Weapons on Structures, Edition A, Version 1 ed., North Atlantic Treaty Organization (NATO), 2016, p. 69.
- [4] NATO Standardization Office (NSO), *STANAG 4569 - Protection levels for occupants of armoured vehicles*, North Atlantic Organization (NATO), 2022.
- [5] Protective Design Center, *UFC 3-340-01 - Design and analysis of hardened structures to conventional weapons effects*, UNIFIED FACILITIES CRITERIA (UFC) ed., P. D. Center, Ed., US Department of Defense, 2002.
- [6] The British Standards Institution, *PAS 68:2013 Impact test specifications for vehicle security barriers*, 3rd ed., BSI Standards Limited, 2013.

Impresión Bajo Demanda

Procedimiento

El procedimiento para solicitar una obra en impresión bajo demanda será el siguiente:
Enviar un correo electrónico a **publicaciones.venta@oc.mde.es** especificando los siguientes datos:

Nombre y apellidos

NIF

Teléfono de contacto

Dirección postal donde desea recibir los ejemplares impresos

Dirección de facturación (si diferente a la dirección de envío)

Título y autor de la obra que desea en impresión bajo demanda

Número de ejemplares que desea

Recibirá en su correo electrónico un presupuesto detallado del pedido solicitado, así como, instrucciones para realizar el pago del mismo.

Si acepta el presupuesto, deberá realizar el abono y enviar por correo electrónico a:

publicaciones.venta@oc.mde.es el justificante de pago.

En breve plazo recibirá en la dirección especificada el pedido, así como la factura definitiva.

Centro de Publicaciones

Solicitud de impresión bajo demanda de Publicaciones

Título:

ISBN (si se conoce):

N.º de ejemplares:

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Teléfono

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:

E-mail:

*Dirección de envío:
(solo si es distinta a la anterior)*

Apellidos y nombre:

N.I.F.:

Dirección

Población:

Código Postal:

Provincia:



🖼 Montaje completo sobre robot EOD AVENGER



🖼 Montaje completo sobre robot EOD TEODOR

PROYECTO ATILA

SISTEMA ANTIVIRUS POR MEDIO DE ILUMINACIÓN DE LUZ ULTRAVIOLETA AUTÓNOMO

*Saúl Álvarez Vinuesa
Capitán CIP (EOF). TI/EI*

Durante el desarrollo de la Operación Balmis, se llevó a cabo un esfuerzo continuo de ampliación de capacidades de descontaminación ante la gran demanda de apoyos de las Autoridades Civiles, lo que se materializó en la cobertura del personal de las

Compañías de defensa Nuclear, Biológica y Química (NBQ), los Equipos de Veterinaria Militar y la activación suplementaria de Unidades no específicas NBQ para realizar operaciones preventivas de descontaminación.

En esta línea se identificaron determinadas capacidades que podían resultar de utilizar un implemento de luz UV-C en los robots EOD, aprovechando el control remoto de los mismos para realizar la descontaminación en el interior de locales cerrados, evitando con ello la entrada de los operadores en zonas con carga viral importante.

Una característica única de la luz UV es que un intervalo específico de sus longitudes de onda, el comprendido entre los 200 y los 300 nanómetros, se clasifica como germicida, es decir, puede inactivar microorganismos como bacterias, virus y protozoos. Esta capacidad ha permitido la adopción generalizada de la luz UV como una forma respetuosa con el medio ambiente, sin sustancias químicas y muy eficaz para desinfectar superficies.

LA BÚSQUEDA DE UNA SOLUCIÓN

Los protocolos de actuación de las Compañías NBQ pasaban por la desinfección de superficies utilizando agentes químicos, combinando la intervención humana con técnicas de nebulización y ozonificación.

En este sentido, era necesario buscar una solución capaz de realizar la desinfección de salas de 15-20 m² en un tiempo máximo de 15 min. Partiendo de estas

premisas, era fundamental encontrar una herramienta que además de eficaz contra el virus, fuese capaz de aunar esfuerzos siendo igual de eficiente en tiempo, que los equipos de las Unidades de Desinfección Ligeras (UDL) de las Compañías NBQ.

Ahondando en el mercado durante el confinamiento, casi mundial, originado por la primera ola de la pandemia, existían varias empresas en el norte de Europa que contaban en su catálogo con herramientas de desinfección por luz UV-C utilizando tubos de vapor.

Estas empresas ofrecían también la posibilidad de que la desinfección se realizase de manera autónoma, utilizando un robot con capacidad de movimiento independiente, capaz de salvar obstáculos.

Durante el mes de marzo de 2020, ante la gran demanda mundial de este tipo de herramientas, las empresas se vieron obligadas a dar tiempos de suministro mayores a los 8 meses (noviembre 2020) con precios que oscilaban entre los 50.000 y los 100.000 € por unidad.

En plena situación de confinamiento y debido a la dificultad para la adquisición de robots comerciales para la desinfección, se tenía conocimiento de la existencia de empresas que se habían ofrecido a Ejército para suministrar lámparas de luz ultravioleta, a base de vapor de mercurio, con capacidad germicida.

En este sentido, se planteó la posibilidad de poder adquirir esas lámparas de manera individual con la finalidad de integrarlas en los robots EOD Teodor y Avenger, de dotación en el ET.

El resultado del proyecto sería una herramienta que serviría de apoyo a los equipos UDL de las Compañías NBQ, con capacidad superior germicida y con movimiento por control remoto, evitando al máximo el acceso del propio personal a zonas con importante carga viral.

Este proyecto podría estar dirigido por la Jefatura de Ingeniería del MALE y, como cabecera técnica de los robots, la ejecución del mismo se realizaría en las Instalaciones del PCMMI en Guadalajara.



 *Figura 1. Emblema de la Operación Balmis de las Fuerzas Armadas contra el coronavirus.*



Figura 2. Robot comercial de desinfección UV-C.

Realizando una comparativa de las soluciones propuestas, era evidente que los robots comerciales garantizaban una solución de eficacia contrastada, no obstante, más que el esfuerzo económico a realizar, el tiempo de espera para su entrada en servicio supondría un retraso que podría afectar la viabilidad del expediente de adquisición, debido a la necesaria urgencia con la que había que actuar.

En pleno confinamiento, durante el estado de alarma, la alternativa más clara pasaba por intentar diseñar un implemento en el que poder instalar las lámparas UV-C y que pudiera integrarse en los robots EOD de dotación, utilizando medios propios de Ejército.

Esta solución supondría, por tanto, una rápida puesta en servicio y un evidente ahorro económico.

PROPUESTA TÉCNICA Y RESULTADOS ESPERADOS

Con la decisión tomada de integrar las lámparas UV-C en los robots EOD y designada la JIMALE para dirigir el Proyecto, la Dirección Técnica parte de las siguientes premisas para comenzar con el diseño del prototipo:



Figura 3. Robot comercial de desinfección UV-C por medio de lámparas de xenón.

- Lámparas disponibles:
 - Fabricante: OSRAM
 - Modelo: HNS L 95 W 2G 11
 - Potencia nominal: 95 W
 - Potencia UV-C: 27 W (2,8 W/m² @ 1 m)
 - Longitud: 0,535 m
- Estancias a desinfectar:
 - Habitaciones tamaño estándar: 15/20 m²
- Tiempo estimado de desinfección:
 - 15/20 minutos
- Observaciones:
 - Robots: Es imprescindible que el nuevo sistema sea totalmente independiente del robot en el que vaya instalado, es decir, tendrá que tener autonomía y control propio, sin que su uso afecte al funcionamiento normal del robot.
 - Sombras: La iluminación debe cubrir lo máximo posible la habitación, por lo que se debe calcular la altura del bastidor que agrupe las lámparas, tanto si va fijo en el robot como si va acoplado a las pinzas. En ambos casos hay que dotar a las

lámparas de suficiente altura para que se ilumine el máximo espacio de la habitación o sala que se pretende esterilizar.

–Reflexión: Una característica de la iluminación UV-C es su facilidad de absorción, es decir, la mayoría de los materiales absorben este tipo de radiaciones. Es necesario, por tanto, que el diseño del bastidor portalámparas cuente con materiales adecuados instalados con las formas debidas, para asegurar la correcta reflexión de la luz UV-C.

–Alimentación eléctrica: un factor condicionante, en función del número de lámparas a utilizar, si no se dota de batería suficiente al sistema, se podrán realizar menos tareas, generando más dependencia en las recargas.

–Fragilidad de las lámparas: se deberán tener las precauciones pertinentes al objeto de no dañarlas.

–Seguridad: La radiación UV-C puede dañar ojos y piel en el ser humano, así como degradar los materiales que reciban radiación directa de manera prolongada. Debido a esto, es necesario que el sistema cuente con las protecciones suficientes para evitar la radiación indeseada a personas, así como para evitar que los componentes del propio robot sufran deterioros prematuros.

En base a estas premisas, se ha procedido a la realización de los cálculos necesarios para obtener los datos que, teóricamente servirán para comenzar con el diseño.

Fundamento teórico

Previo paso a comenzar con la fase de diseño del implemento a integrar en los robots, es necesario realizar un cálculo teórico en el que se pueda determinar la potencia necesaria de radiación para que el sistema pueda considerarse, no sólo eficaz en la erradicación del virus, sino también eficiente en tiempo respecto a otras herramientas de desinfección.

Para comenzar, se tuvieron en cuenta los datos aportados por INTA, respecto a la cantidad de radiación necesaria para la esterilización del virus SARS-CoV-2 (Reducción del 99,99 % de la carga viral):

REFERENCIA	DOSIS	LONGITUD ONDA	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
<i>Inactivation of SARS Coronavirus</i>	134 µW/cm ²	254 nm	15 min

El cálculo que aparece a continuación, no pretende calcular exactamente el valor de la intensidad de radiación en cualquier punto de una habitación en forma de cubo. Solamente es una estimación, que pueda servir de referencia aproximada. Para ello, se adoptan las siguientes aproximaciones:

– Toda la radiación emitida por la fuente, tiene simetría esférica y es isótropa y homogénea.

– Las dimensiones de la fuente (lámparas) es despreciable frente a las dimensiones de la habitación.

Establecidas las premisas de inicio, se define la intensidad de radiación, en un determinado punto, cómo:

$$I = \frac{P}{S}$$

Donde:

I: Intensidad (W/m²)

P: Potencia del foco (W)

S: Superficie esférica que contiene al punto considerado (m²)

Teniendo en cuenta que se pretende hacer el cálculo a 3 m de distancia, conociendo el dato facilitado por el fabricante de las lámparas, de 2,8 W/m² a 1 m de distancia, se va a utilizar esta ecuación para dos condiciones diferentes:

$$I_1 = \frac{P}{S_1} \quad y \quad I_2 = \frac{P}{S_2}$$

Donde:

I₁: Intensidad conocida correspondiente a 1 m de distancia (W/m²)

I₂: Intensidad a calcular correspondiente a 3 m de distancia (W/m²)

Sabiendo que la potencia de la fuente P es la misma en ambas ecuaciones, si se igualan, se tiene lo siguiente:

$$I_1 * S_1 = I_2 * S_2$$

Teniendo en cuenta que la superficie es esférica, es decir, $S = 4 \cdot \pi \cdot r^2$, simplificando:

$$I_1 * r_1^2 = I_2 * r_2^2 \rightarrow I_2 = \frac{I_1 * r_1^2}{r_2^2}$$

Sustituyendo:

$$I_2 = \frac{I_1 * r_1^2}{r_2^2} \rightarrow I_2 = \frac{2,8 * 1^2}{3^2} \rightarrow I_2 = 0,31 \text{ W/m}^2$$

Por lo tanto, este dato de 0,31 W/m² es inferior al recomendado de 1,34 W/m², para poder alcanzar esta cifra sería necesario instalar 5 lámparas, obteniendo así la siguiente Intensidad:

$$I_2 = \frac{2,8 * 5 * 1^2}{3^2} \rightarrow I_2 = 1,55 \text{ W/m}^2$$

En este caso, contando con mayor intensidad (1,55 W/m²) que la requerida (1,34 W/m²), el tiempo de exposición requerido de 15 min, se reducirá en los siguientes términos:

$$\begin{aligned} \text{Energía requerida (J/m}^2\text{)} &= W * s/m^2 = \\ &= 1,34 * 15 * 60/m^2 \end{aligned}$$

$$\text{Energía requerida} = 1.206 \text{ J/m}^2$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{Energía requerida}}{I_2} \rightarrow t = \frac{1.206}{1,55} \rightarrow t = \\ &= 778,06 \text{ s} \cong 12,9 \text{ min.} \end{aligned}$$

En base a este fundamento teórico sobre la radiación de las lámparas, tal y como se podrá observar en el siguiente punto, para el diseño de los bastidores de los prototipos, se optó por la instalación de 5 lámpa-

ras para el modelo sobre el robot EOD Teodor (radiación en 360°) y 6 lámparas en el modelo sobre robot EOD Avenger (radiación en 270° evitando la radiación directa sobre el propio robot), colocadas en dos niveles.

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS

Una vez conocido el efecto virucida teórico de las lámparas, desde la Dirección Técnica se elaboraron los primeros planos en los que se plasmaban las ideas conceptuales, así como los elementos principales que compondrían el prototipo:

- Bastidor portalámparas
- Caja de Control y Alimentación
- Protecciones
- Plataforma Móvil y Embalaje Logístico
- Accesorios

Estos bocetos iniciales, una vez presentados en PCM-MI para su desarrollo físico, fueron afinados con ayuda del Equipo de Ejecución, siempre en consonancia con la Dirección Técnica.

Cabe reseñar que en el diseño, fabricación y presentación del prototipo se actuó con la máxima urgencia y celeridad, obteniéndose los primeros resultados en un plazo de tiempo muy corto (02-20ABR20). Todo ello a pesar de las dificultades originadas por la situación derivada del estado de alarma decretado en España, en el que muchas empresas sufrieron cierres temporales y que provocó fuertes tensiones en los stocks tanto de lámparas UV-C como de otros elementos necesarios para la fabricación del prototipo.

Bastidor portalámparas

En base a las premisas establecidas y conociendo el número de lámparas a instalar, se fabricó para el prototipo sobre robot Teodor, un bastidor de aluminio con capacidad de albergar 5 lámparas. Su disposición sobre el bastidor permite que la luminaria pueda radiar luz UV-C en 360°.



Figura 4. Bastidor portalámparas sobre robot EOD Teodor.



Figura 5. Bastidor portalámparas sobre robot EOD Avenger.

Para el prototipo sobre Avenger se fabricó un bastidor de aluminio con capacidad de albergar 6 lámparas del mismo modelo, cuya disposición permite que la luminaria pueda radiar luz UV-C en 270°.

Para garantizar la máxima eficacia de las lámparas, se instalaron unos reflectores por la parte posterior de éstas, fabricados en aluminio pulido anodizado. Este material refleja la luz UV-C en más del 85%, por lo tanto, es idóneo para este tipo de radiación.

Para garantizar la protección de las personas y evitar que pudieran someterse a radiación UV-C de forma involuntaria, en el bastidor portalámparas se instalaron, en ambos modelos, detectores de presencia que actúan apagando la iluminación en caso de que alguna persona acceda en el radio de acción del sistema.

Caja de control y alimentación

Para que el sistema pudiera tener capacidad autónoma, fue necesario disponer de un acumulador de energía eléctrica. Esto se consiguió instalando una batería con capacidad de suministrar 70,4 Ah a 24 V de corriente continua que permite que las lámparas UV-C funcionen durante 2 horas aproximadamente sin la necesidad de conectar el equipo a la red eléctrica. Para aumentar la autonomía del sistema se le dotó de una batería auxiliar y un cargador auxiliar. Esta batería sirve para remplazar a la original, per-

mitiendo su carga mientras la auxiliar está en funcionamiento. De esta manera, el sistema dispone de una autonomía total de 4 horas de funcionamiento autónomo.

Al tratarse de lámparas que se alimentan con corriente alterna de 230 V, fue necesario instalar un inversor de corriente continua en corriente alterna para poder alimentarlos con la batería.

En la misma Caja de Control se dispuso de un conmutador que permite seleccionar el modo de funcionamiento entre en los siguientes:

- Directamente conectado a la red eléctrica (230 V, 50 Hz en conexión monofásica).
- Conectado a la red eléctrica, en funcionamiento simultáneo con la carga de la batería.
- Conectado a la red eléctrica únicamente para carga de batería.
- Funcionamiento sin conexión a la red eléctrica haciendo uso de la batería (autonomía de 2h aprox.+2h aprox. de batería auxiliar).

Para que el funcionamiento del sistema fuese seguro para los operadores, se instaló un receptor de radio frecuencia, para poder controlar el encendido de las lámparas por medio de un mando a distancia.

Todos los componentes están controlados por un relé programable.



Figura 6. Caja de control y alimentación sobre robot EOD Teodor.



Figura 7. Caja de control y alimentación sobre robot EOD Avenger.

Esta caja de control también dispone de una toma de corriente auxiliar para la conexión de aparatos eléctricos con un consumo de hasta 400 W.

Se significa que el contenido las cajas de control y alimentación de ambos modelos, para Teodor y Avenger es el mismo, cambiando únicamente sus dimensiones, para adaptarse al modelo de robot.

Protecciones y accesorios

La radiación UV proporciona una inactivación rápida y eficiente de los microorganismos produciendo daños en el ADN y ARN de sus células, impidiendo su replicación y la capacidad de infectar. Pero esta capacidad también puede afectar a las células de los humanos, por lo tanto, es necesario que se sigan las precauciones de uso establecidas para este tipo de radiación.

En este sentido, este tipo de lámparas se encuadran en el grupo 3 de riesgo fotobiológico según la IEC/EN 62471, clasificado como grupo de riesgo alto. Por lo tanto, es imprescindible que las personas se protejan los ojos y la piel con equipos de protección individual especial contra radiación UV-C.

Por otra parte, la radiación UV también afecta a la mayoría de las superficies plásticas, acelerando la degradación de su color y la fragilización de sus estructuras.

Teniendo en cuenta este aspecto, se fabricaron protecciones metálicas y de lona para evitar la radiación de las orugas y de las partes plásticas de ambos robots.

Con el objeto de ampliar la capacidad del sistema, se fabricó una plataforma manual para cada mo-



Figura 8. Sistema ATILA sobre plataforma manual.

delo, que permite el uso de la luminaria UV-C en aquellos lugares donde, por el motivo que sea, es imposible o muy dificultoso su uso integrado en los robots.

La plataforma se diseñó para albergar todos los elementos que componen el sistema, permitiendo su funcionamiento de igual modo que lo hace sobre el robot. Es regulable en altura y de fácil manejo y posicionamiento debido a las ruedas que lleva integradas.

Esta plataforma sirve también para el transporte y el almacenamiento del sistema mediante el embalaje logístico fabricado para tal fin. Este embalaje, además de proteger el implemento, está dotado de un cajón porta accesorios, con capacidad para albergar también las lámparas, tanto las que están en uso como las de repuesto, así como las lámparas de instrucción (de igual formato que las UV-C, pero de luz fluorescente).

VERIFICACIÓN DEL PROTOTIPO

Con la fabricación del prototipo, siguiendo la planificación del proyecto, era necesario verificar la eficacia del Sistema ATILA frente al virus SARS-CoV-2, así como caracterizar su relación distancia/tiempo para poder usarlo eficientemente.

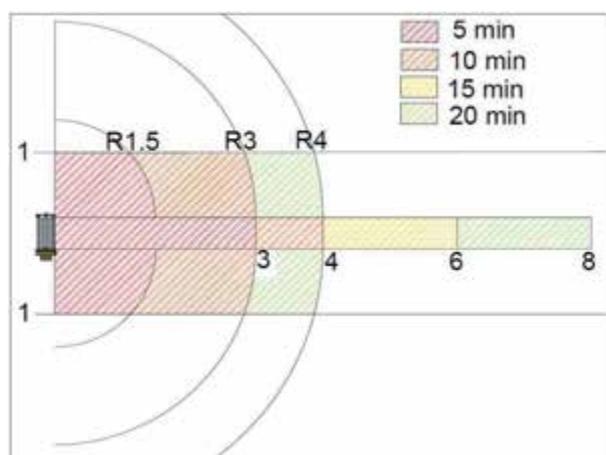


Figura 9. Diagrama de radiación del sistema ATILA sobre Teodor.

Tanto la prueba de verificación de eficacia como la de caracterización se llevaron a cabo en el Departamento de Sistemas de Defensa NBQ de la Subdirección General de Sistemas Terrestres del INTA, en las instalaciones del Campus de la Marañosá.

Como complemento a las pruebas de verificación del sistema ATILA sobre Teodor, el RDNBQ nº 1 coordinó dos pruebas de campo, ejecutadas por la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valencia, con la colaboración del RPEI nº 12.

Todas las pruebas resultaron satisfactorias y los resultados se reflejan en las tablas de radiación.

VIABILIDAD ECONÓMICA

Inicialmente se fabricaron 9 unidades ATILA para robot EOD Teodor y 4 unidades para robot EOD Avenger. Asimismo, en previsión de un posible repunte y con el fin de garantizar la mantenibilidad de la dotación y la continuidad en el servicio, se realizó acopio de material para la fabricación/repuración de otros 3 sistemas completos.

Incluyendo elementos de desinfección del propio robot, como pediluvios, gafas de protección o carteles de señalización, la inversión total realizada para la fabricación de las 16 unidades, da como resultado un total de 4.642,24 € por cada unidad de ATILA al completo.

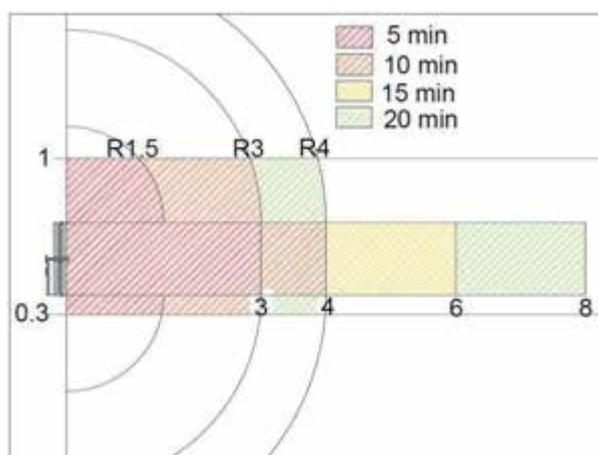


Figura 10. Diagrama de radiación del sistema ATILA sobre Avenger.



Como se puede apreciar en el gráfico, el sistema ATILA, incluso incluyendo los costes de los elementos auxiliares, que el resto de soluciones comerciales no aportan, supone un ahorro del 88% respecto del coste de la siguiente solución más económica entre las estudiadas.

TRABAJO FUTURO

El óptimo resultado mostrado por el sistema ATILA ha servido para que, a petición del TGMAL, el PCMMI fabricase 12 unidades más con las que poder dotar a las unidades NBQ del ET. Estas unidades no disponen de robots EOD, pero la característica del sistema que permite su uso mediante la plataforma manual hace que puedan contar con esta herramienta de poder germicida superior.

Por otro lado, el ET está en proceso de sustitución de los antiguos robots EOD Teodor por los nuevos Avenger, por lo tanto, las unidades de este modelo en servicio están aún en garantía. En este sentido y aunque la empresa ITC New Tech, como fabricante del robot ha dado su consentimiento para que pueda

usarse el sistema ATILA sobre los mismos, ha desarrollado una herramienta propia de desinfección mediante tecnología UV-C.

Para facilitar el desarrollo de la solución a la empresa y que el implemento industrial pueda asemejarse al máximo al sistema ATILA se ha efectuado una cesión, por parte de la Dirección Técnica, de toda la documentación de fabricación generada por el proyecto ATILA, bajo un acuerdo de confidencialidad entre la empresa y el ET.

En marzo de 2021, la empresa presentó el prototipo y lo instaló en el robot EOD Avenger de dotación en el RPEI nº 12, en el que realizaron la adaptación software necesaria para la integración del implemento.

Como parte de los requisitos, en abril de 2021 el prototipo se sometió a pruebas de eficacia virucida en las instalaciones del INTA, cuyos resultados se asemejan a los obtenidos por el modelo de sistema ATILA para Avenger.

Actualmente existe un expediente en curso para la adquisición de 3 unidades por un importe de 125.472 € que, junto con el prototipo, servirán para dotar de esta herramienta a 4 de las unidades de robots EOD Avenger en servicio en el ET.



Figura 11. Implemento de desinfección UV-C comercial sobre Avenger.

REFERENCIAS

- <https://www.defensa.gob.es>
- <https://smart-lighting.es>
- <https://www.osram.es>
- <https://xenex.com>
- Inactivation of SARS Coronavirus by Means of Povidone-Iodine, Physical Conditions and Chemical Reagents. Kariwa et al. 2006
- Development of Deep Ultraviolet (UV-C) Thin-Film Light-Emitting Diodes Grown on SiC. Dr. Burhan Khalid SaifAddin (University of California. 2018).
- Teoría de la Iluminación. D. Pedro Ángel Blasco Espinosa (Universidad Politécnica de Valencia. 2019)
- A new mathematical model for irradiance field prediction of upper-room ultraviolet germicidal systems. Journal of Hazardous Materials 189 (2011) 173–185.
- Requisitos de seguridad para aparatos UV-C utilizados para la desinfección de aire de locales y superficies. Especificación UNE 0068. 2020. ■

EL HONOR DE UN BRIGADIER

*José Manuel Padilla Barrera
Teniente coronel CIP (EOF). Construcción*



 *Figura 1.—Palacio de Carta, donde se ven las garitas del cuerpo de guardia objeto de la cuestión.*

Esta historia ocurrió en el año 1871, concretamente entre el 31 de julio y el 10 de agosto. Fueron sus protagonistas el capitán general de Canarias don Luis Serrano del Castillo, mariscal de campo, y el ingeniero militar don Andrés Brull y Sinués, brigadier de ingenieros, Director Subinspector de Ingenieros de Canarias. Los documentos que aquí se reproducen, se encuentran en el archivo de la Comandancia de Obras de Canarias, bajo el título «Cuestión entre el Capitán General y el director Brull sobre el blanqueo del cuerpo de guardia de la Capitanía General».

La Capitanía General se encontraba entonces en el Palacio de Carta, en la Plaza de Candelaria, que fue residencia de los capitanes generales hasta que el general Weyler la trasladó a su actual emplazamiento en la plaza de su nombre.

Todo empezó en la mañana del 31 de julio, lunes. El brigadier recibía este escrito del Capitán General:

Sírvase V.S. disponer lo conveniente para que pasado mañana dos de agosto próximo, se blanquee el cuerpo de guardia que ocupa la tropa en esta Capitanía General.

El brigadier Brull preparó su contestación y, a primera hora de la mañana del martes 1 de agosto, la hizo llegar al Capitán General.

E.S. siento no poder disponer el blanqueo del cuerpo de guardia de la Capitanía General con la perentoriedad que lo ordena en su oficio de ayer porque no tengo fondos en caja ni consignación por cuenta del ejercicio corriente, pero quedo en prevenir lo conveniente al Comandante de la plaza para que tenga efecto tan luego como sea posible.

No había pasado mucho tiempo de esa misma mañana, cuando el ingeniero tenía sobre la mesa un nuevo escrito del Capitán General. En realidad, se encontraban muy cerca, el acuartelamiento de ingenieros estaba en el hoy desaparecido Castillo de San Pedro, junto a la Alameda del Duque de Santa Elena.

Puesto que según me expresa V.S. en su comunicación, hoy no existen fondos en caja para el blanqueo del cuerpo de guardia de esta Capitanía General, en el día de mañana según mi orden de ayer dispondrá V.S. que se presenten en esta Capitanía General a recibir la cantidad que al efecto se necesite para efectuar el dicho blanqueo con arreglo a mi citada orden, en calidad de anticipo.

Todavía no había llegado la tarde de ese día, cuando el brigadier remitía a su jefe lo que podríamos llamar su réplica al escrito anterior.

E.S. no estando autorizado para ejecutar obras con fondos a reintegrar porque la intervención de los gastos corresponde al cuerpo administrativo del Ejército, me veo en el sensible caso de manifestarlo a V.E., por contestación al oficio que acabo de recibir referente al anticipo para que se blanquee el cuerpo guardia de la Capitanía General, pero respetando como siempre las disposiciones superiores y con el deseo de que en el caso presente no se demore el cumplimiento recurro al Sor Intendente Militar en demanda de fondos anticipados, que es el único medio a mi alcance para la realización inmediata del objeto.

Al día siguiente, miércoles 2 de agosto, cuando ya se debería estar blanqueando el cuerpo de guardia, el brigadier Director de Ingenieros se desayunaba con el siguiente escrito del Capitán General.

La comunicación de V.S. de fecha de ayer en la que me manifiesta haber acudido al Sor Intendente Militar en demanda de fondos anticipados para blanquear el cuerpo de guardia de esta Capitanía General, por no serle posible aceptar los que en calidad de reintegro y con el expresado objeto dije a V.S. en oficio de ayer que facilitaría esta Capitanía General me hace conocer evidentemente que ha desobedecido V.S. mi prevención referente al particular. Las órdenes de la primera autoridad militar del distrito deben acatarse y obedecerse puntualmente

y si están en oposición con lo que previenen los reglamentos vigentes, que parece es el caso en que V.S. se apoya, cumplidas aquellas pueden elevarse a la superioridad las observaciones que se juzguen convenientes para dejar a salvo la responsabilidad, que es lo que V.S. ha debido hacer.

En su consecuencia, ordeno nuevamente a V.S. que se cumpla mi disposición, en el concepto de que si mañana al mediodía no se está blanqueando el citado cuerpo de guardia me veré en el imprescindible, aunque sensible caso, de tomar la providencia que corresponda.

El desasosiego que este oficio produjo en el brigadier Brull queda reflejado en el escrito que inmediatamente redactó, para que llegara a manos del Capitán General esa misma mañana.

E.S. la represión y el apercebimiento que forman parte del oficio de V.E. que acabo de recibir, han producido en mi ánimo el consiguiente disgusto, porque en los años que llevo de servicio nunca he dado motivo para que se lastime mi reputación militar, suponiéndome hechos o intenciones en desacuerdo con las rigurosas prescripciones del deber.

Sabe V.E. que el servicio del cuerpo de ingenieros difiere y tiene que diferir del de armas, tanto por su índole especial cuanto porque tratándose de la inversión de fondos ni puede obrar por sí ni hacer caso omiso del administrativo del Ejército, que es a quien toca realizarlos y fiscalizar su inversión, como interventor para tales efectos; en el incidente que motiva este escrito, he seguido en cuanto a la tramitación el único camino que me era permitido, porque no podía gastar sin tener, ni estaba en mis atribuciones mandar al Comandante de la Plaza que lo hiciese cuando nada había en caja y faltaba la consignación correspondiente; además el pagador de fortificación que depende del comisario de guerra del ramo en lo que se refiere a caudales, no puede incautarse de otras cantidades que

las que se satisfacen por tesorería en virtud de libramientos, de modo que cuanto se mandase fuera de esto era abusivo y ocasionado a una justificada resistencia.

Espero que después de lo expuesto quedaré rehabilitado para con V.E. respecto a lo ajustado de mi proceder, pero como la repetición de la orden, deprimiendo las consideraciones que se merece un oficial general, me colocan en un caso de fuerza mayor, acudiré al Sor Intendente General para que, si cree que está en sus atribuciones, dé orden al pagador a fin de que recoja los fondos de esa Capitanía General, y al coronel Comandante de la Plaza, que cuando tenga a su disposición la cantidad que V.E. facilite proceda a la ejecución del blanqueo; reservándome producir la parte de queja que no puedo excusar en defensa de los fueros que son inherentes a las altas jerarquías militares.

Remitido este escrito, no tardó en llegar, en esa misma fecha, otro del Capitán General, aparentemente ajeno al asunto, pero que realmente era un aviso a navegantes:

Sírvase V.S. disponer que se reconozca la habitación destinada en el Castillo de Paso Alto para prisión de oficiales y, en el caso de no encontrarse en el estado de decencia que corresponde, ordenará V.S. que se hagan desde luego en la misma los reparos que necesiten.

Llega el día 3 de agosto, jueves, día en el que ineludiblemente debería comenzar el blanqueo. El intendente militar, haciendo de hombre bueno en este conflicto, comunica al jefe de ingenieros que se han adelantado al pagador de fortificación 125 pesetas por cuenta de la consignación de material del ejercicio.

Inmediatamente el brigadier informa al Capitán General.

E.S. he recibido fondos a buena cuenta de la primera consignación del Arma y, según me

dice el coronel Comandante de la Plaza, se ha dado principio al blanqueo del cuerpo de guardia de la Capitanía General.

Como fue norma en todo este proceso, el escrito del Capitán General no se hace esperar.

Me he enterado de la extensa comunicación de V.S. de fecha de ayer, en la que trata de aducir razones que justifiquen la imposibilidad en que se hallaba para dar el debido cumplimiento a mi orden referente al blanqueo del cuerpo de guardia de esta Capitanía General y en su vista me limito a contestarle que conozco perfectamente las consideraciones que deben guardarse a las distintas jerarquías de la milicia y la obediencia que en todos los casos debe prestarse a los mandatos superiores, aun suponiendo que estos no se hallen en completa armonía con los reglamentos y órdenes especiales, que también conozco, que puedan regir sobre cualquier materia.

Por ello repito que el deber de V.S. era obedecer y dar cumplimiento a mi orden, sin perjuicio de hacerme las observaciones que juzgara convenientes y que siempre atiendo y veo hasta con gusto, cuando se formulan con la templanza y respeto que corresponde tratándose de inferior a superior, pudiendo además V.S. al mismo tiempo, si lo creía oportuno, haber acudido a la superioridad con las reflexiones que estimara del caso y aún en queja, haciendo para ello uso del derecho que a todos concede la ordenanza.

Con lo dicho doy por terminado, este para mí, enojoso asunto, toda vez que se está ya blanqueando el citado cuerpo de guardia.

Aquí debió haber terminado este enojoso asunto como lo define el Capitán General. Pero no fue así. Don Andrés Brull, el día 9 miércoles, día de correo, envía al Director General del Real Cuerpo de Ingenieros un amplio informe sobre todo lo ocurrido, al que acompaña una instancia a S.M. el Rey (Don Amadeo de Saboya).

D. Andrés Brull y Sinués, brigadier Director Subinspector de Ingenieros de las Islas Canarias, se cree en la sensible necesidad de formular queja contra el Excmo. Sr. Capitán General de las mismas, por menosprecio a las consideraciones que se le deben como oficial general del Ejército Español y por habersele privado del libre ejercicio de las funciones de su empleo.

En tal concepto, a S.M. rendidamente, suplica se sirva mandar que le haga justicia, reintegrándolo del menoscabo que ha sufrido su dignidad y devolviéndole la libertad de acción indispensable para el buen desempeño del servicio.

Gracia que espera alcanzar de los sentimientos de rectitud y equidad que enaltecen a V.M., cuya vida guarde Dios muchos años.

Señor
A.L.R.P. de V.M.

Al día siguiente, porque como él mismo dice lo considera un deber de atención, informa de su instancia al Capitán General.

E.S. por el correo de ayer, he dirigido al Excmo. Sr. Ingeniero General una exposición para S.M. el Rey quejándome del proceder de V.E. con motivo del blanqueo que mandó hacer en el cuerpo de guardia de su casa palacio.

Lo que pongo en conocimiento de su autoridad, por parecerme un deber de atención.

El escrito de contestación del Capitán General no tiene desperdicio.

Quedo enterado de la comunicación de V.S. en que me manifiesta que ha dirigido a S.M. una exposición en queja contra mi autoridad. Está V.S. en su derecho, como yo en obligarle a que obedeciera mis órdenes.

El brigadier de ingenieros, don Andrés Brull y Sinués, quedó en situación de cuartel (disponible diríamos

hoy) por R.O. de 30 de septiembre de 1871. En abril del siguiente año fue destinado a Filipinas, donde tuvo una destacada y brillante actuación, especialmente contribuyendo de manera decisiva a reprimir una sublevación del Regimiento de Artillería Peninsular en Manila. En mayo de 1879 ascendió a mariscal de campo.

En toda esta cuestión, las posturas de ambos están muy claras. El brigadier Brull habla en sus escritos del cumplimiento estricto de leyes y reglamentos y de los fueros y consideraciones que se le deben a las altas jerarquías de la milicia. El Capitán General, mariscal de campo Serrano, lo hace de la obediencia que en todos los casos debe prestarse a las órdenes superiores. Es el eterno dilema.

Lo decía don Pedro Calderón de la Barca:

Aquí la más principal hazaña es obedecer.

El Palacio de Carta es un bello edificio situado en la Plaza de la Pila (Hoy de Candelaria), que fue mandado construir por Matías Rodríguez Carta y se concluyó en el año 1752. Realizado por el maestro de obras Juan Alonso García de Ledesma, es un edificio del barroco canario, si bien en su fachada de cantería basáltica, se pueden apreciar elementos de estilo neoclásico, lo que hace pensar que los planos fueron un diseño del ingeniero militar Francisco de la Pièrre. Durante 28 años fue sede de la Capitanía General de Canarias y pasaron por él 17 capitanes generales, el primero José María de la Viña, en 1853, que fue quien alquiló el inmueble por 4000 pesetas al año, el último el teniente general Weyler al que no le pareció adecuado el palacio para sede de tan importante institución y puso todo su empeño en construir un nuevo edificio para la Capitanía General y solo 9 meses después de su llegada, el 5 de enero de 1879, lo lograba y se recibía la autorización para realizarlo.





Figura 2.—Aspecto actual del Palacio de Carta, Santa Cruz de Tenerife (Canarias).

LA INFRAESTRUCTURA DE LA BASE LOGÍSTICA DEL EJÉRCITO DE TIERRA, CÓRDOBA

Guillermo Collazos Ramos
Teniente coronel CIP (EOF). Construcción
Joaquín de la Torre Fernández
General de brigada CIP (EOF). Construcción

Miguel Hernando García
Coronel CIP (EOF). Construcción
Pedro Bueno Fernández
Coronel CIP (EOF). Construcción

INTRODUCCIÓN

La concentración de los Centros Logísticos del Mando de Apoyo Logístico (MALE) no es una idea nueva, bajo varios nombres y con distintas ubicaciones, se han de-

sarrollado propuestas, condicionadas por la continua evolución a la que se ha visto sometido con el paso de los años el abastecimiento de materiales y el mantenimiento de los sistemas de armas y plataformas terrestres, y las nuevas necesidades de los programas.

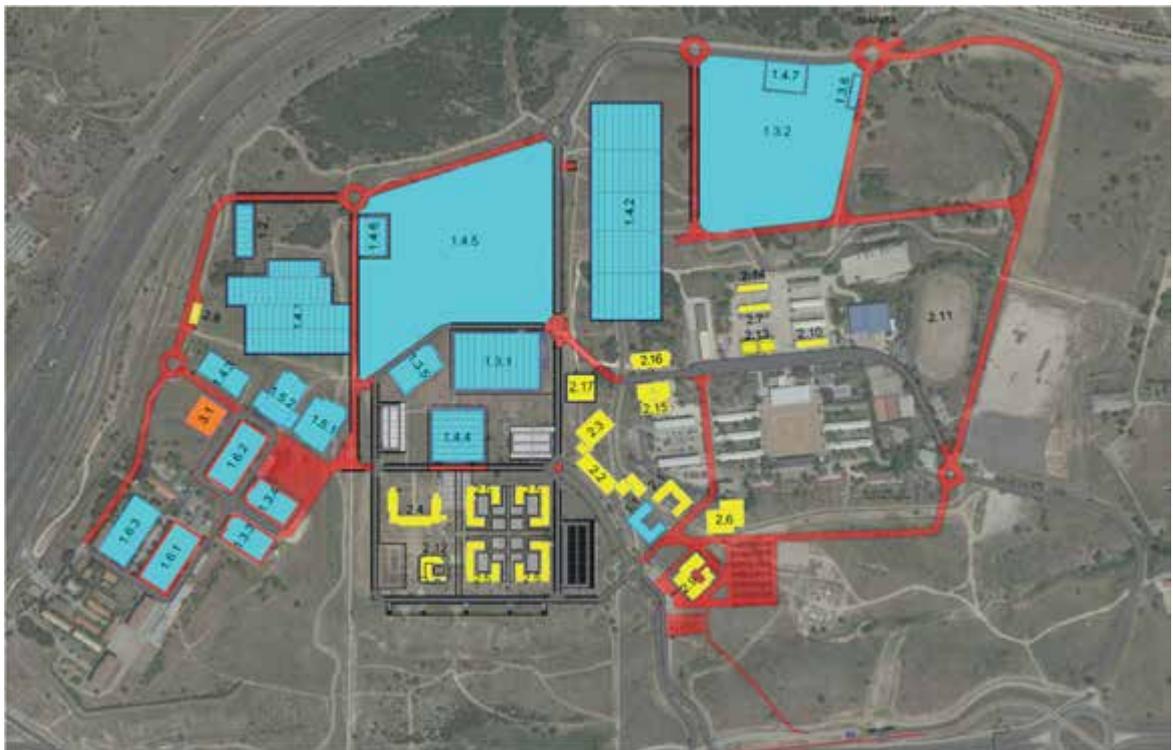


Figura 1.—COLCE Retamares.

Ya en el año 2011, con el nombre de Base Logística, se realizó un estudio localizado en Retamares, Pozuelo, en un terreno entre el Acuartelamiento General Cavalcanti y el Parque de Monteleón, PCMA-SACOM.

Era una idea muy ambiciosa, en la que además de concentrar la logística y el mantenimiento de todo el parque móvil del Ejército, se trasladaba la Agrupación de Transportes.

En el año 2017, bajo el nombre de Concentración de Órganos Logísticos Centrales del Ejército (COLCE), se estudió otra propuesta ubicada en tres acuartelamientos, Coronel Maté, en Colmenar Viejo, San Cristóbal, en Villaverde y en Retamares, en Pozuelo.

Con este nuevo planteamiento, se mantenían las infraestructuras realizadas en Villaverde, se centraliza-

ba el mantenimiento de helicópteros en Colmenar y se realizaba una ubicación nueva en Retamares.

En una tercera propuesta, situada en Los Alijares, Toledo, se estudió la posibilidad de realizar la concentración de las funciones logísticas de mantenimiento y abastecimiento en una única base.

La forma de la parcela presentaba un estrangulamiento en el centro que condicionaba la distribución de los edificios y las circulaciones interiores.

Con este último diseño y localización se confeccionaron los documentos de planeamiento de la infraestructura DNF y DDR, según la Instrucción de la Secretaría de Estado de la Defensa, que posteriormente fueron validados y se utilizaron en el planeamiento posterior para la Base Logística del Ejército de Tierra (BLET).



Figura 2.—COLCE Los Alijares, Toledo.

Génesis BLET – CÓRDOBA

A finales del año 2020 se decidió por parte del gobierno de la nación dar un impulso definitivo a esta idea cuando se encontraron las sinergias políticas y económicas que la favorecían. Se enviaron al Ministerio de Defensa un conjunto de propuestas de emplazamiento de la nueva base en distintas provincias, respaldadas en algunos casos por financiaciones parciales de la actuación por parte de ayuntamientos y comunidades autónomas, de las que al final se eligió la del ayuntamiento de Córdoba por ser la más ventajosa en cuanto al problema de cesión de los terrenos y en cuanto a su financiación.

Los terrenos que finalmente se eligieron en FEB 2021 fueron los de la Rinconada, en donde se había programado en 2005 la construcción de un parque empresarial que, por razones económicas, nunca se llegó a construir, aunque se llegó a la aprobación en 2009 de un plan parcial denominado «PARQUE EMPRESARIAL DE CÓRDOBA» (no desarrollado), que realizaba el cambio de clasificación de los terrenos de suelo urbanizable sectorizado a suelo urbano, en el marco del ordenamiento urbanístico de la Comunidad Andaluza (Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía; LOUA) y como desarrollo de las determinaciones de la innovación/modificación del Plan General de Ordenación Urbana de Córdoba. Dicho

parque industrial de La Rinconada contaba con una superficie de partida de 192 hectáreas ya clasificadas

como suelo urbanizable, con posibilidad de ampliación hasta más de 328 hectáreas.



Figura 3.—Situación de los terrenos.

La parcela que se propuso limita por el sur con los terrenos de la autovía E-5, por el este con camino existente que separa los terrenos del cortijo Las Avu-

tardas, por el oeste con la finca denominada Isla Rivera, y por el norte con resto de la finca La Rinconada Alta.



Figura 4.—Emplazamiento parcela.

Una vez se eligió la parcela comenzó el trabajo en dos frentes fundamentales: el primero, el de la cesión de los terrenos, para lo cual se celebraron reuniones entre representantes del Ministerio de Defensa, del Ayuntamiento de Córdoba y de la Comunidad Autónoma de Andalucía, para poner en marcha el proceso. El segundo frente fue el de la redacción de los proyectos de ejecución para la implantación de la Base Logística, que fue liderado, al tratarse de una gran inversión de infraestructura por la Dirección General de Infraestructura.

En cuanto a la cesión de los terrenos, fue en septiembre de 2021 el mes en el que se firmó el convenio entre el Ministerio de Defensa e INVIED O.A. con la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Córdoba para la constitución de un derecho de superficie a favor del INVIED O.A. sobre los terrenos ubicados en el parque industrial «La Rinconada», sito en el término municipal de Córdoba, para la instalación de la Base Logística «General de Ejército Javier Varela».

Este convenio consistió en la constitución a título gratuito de un derecho de superficie sobre la parcela con una superficie aproximada de 85 hectáreas y un aprovechamiento máximo en un tanto por ciento a determinar en el plan parcial en trámite, suficiente para llevar a cabo el proyecto y sus previsibles ampliaciones, del total del sector sobre la misma, por un plazo de 75 años a favor del Instituto de Vivienda, Infraestructura y Equipamiento de la Defensa, INVIED O.A., para su posterior adscripción a la Defensa Nacional y para su uso por el Ministerio de Defensa, comprometiéndose dicho departamento a destinarla a Base Logística «General de Ejército Javier Varela» durante el citado plazo de 75 años.

En relación a este último aspecto, las partes se comprometieron, en la medida que lo permitiera la legislación vigente, a renovar el derecho de superficie objeto del convenio, por un plazo de 25 años prorrogables por otros 25 años, siempre que las necesidades militares del momento lo hicieran aconsejable.

A partir de la firma de este convenio se puso en marcha la modificación del plan parcial del parque in-

dustrial «La Rinconada», y la redacción del proyecto de reparcelación, que tendrá en cuenta la instalación en el parque industrial de la Base Logística del Ejército de Tierra en la parcela elegida. Una vez tramitados y aprobados estos documentos se realizará la afectación del bien al Patrimonio Demanial del Estado, sector Defensa, según lo contemplado en los artículos 68 y siguientes de la Ley 33/2003, de 3 de noviembre, de Patrimonio de las Administraciones Públicas, así como en los artículos concordantes de su Reglamento General, aprobado por Real Decreto 1373/2009, de 28 de agosto.

REDACCIÓN DE LOS PROYECTOS DE EJECUCIÓN

Con objeto de que el Ministerio de Defensa se hallara en disposición de contratar las primeras obras, en cuanto los condicionantes administrativos externos lo permitieran, un equipo expresamente designado de la Dirección de Infraestructura redactó los primeros proyectos que definen técnicamente el cerramiento perimetral de la parcela y la urbanización interior de viales y servicios, que posteriormente se describirán.

Simultáneamente, para concretar las necesidades y requisitos de todas las infraestructuras que integrarán la BLET, desde la primavera de 2021 hasta finalizar el año, se celebraron reuniones de coordinación a las que asistieron representantes de la Oficina de Programa de la Base Logística (OP BLET - MINISDEF), dirigida por el entonces Subdirector General de Proyectos y Obras de la DIGENIN, Gral. D. Valentin Moreno Moreno, de la Dirección de Infraestructura del ET, bajo el mando del Gral. D. Joaquín de la Torre Fernández, y de la Oficina de Apoyo al Proyecto de la BLET (OAP BLET) del MALE, bajo la jefatura del Gral. D. Enrique Ruiz Alonso. Como consecuencia del trabajo conjunto, se redactaron **37 Anexos N-I** de Definición de NECESIDADES e INFRAESTRUCTURAS, uno por cada infraestructura recogida en el DDV. Estos documentos, se incorporarán al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP) que está ultimando la OP BLET desde la DIGENIN, como documento técnico principal de la licitación de un contrato de asistencia técnica para la redacción del Proyecto de Ejecución.



Figura 5.—Esquema de trabajo - CABET (Anexo N3-15).

El contrato se desarrollará sin solución de continuidad, pero dividido en fases que concluirán con los siguientes hitos documentales:

- ANTEPROYECTO, para fijar la posible estrategia de construcción en fases sucesivas priorizadas.
- PROYECTO BÁSICO Y DE ACTIVIDAD, para tramitación de licencias y autorizaciones administrativas.
- PROYECTO DE EJECUCIÓN, para la definición técnica y constructiva de las soluciones.

Las diferentes fases irán generando un modelo BIM con un grado de definición progresivamente más detallado, empleando como referencia para el contenido geométrico los LOD de BIMForum 2019, en todo aquello que no esté específicamente definido en el PPTP. El desarrollo del modelo BIM tiene por objetivo estandarizar y digitalizar la información del proyecto y constituirse en una base de datos tridimensional y geo-referenciada del proyecto, la obra y las infraestructuras definitivas a lo largo de sus distin-

tas etapas. El modelo BIM permitirá la coordinación de las distintas disciplinas y la conexión con bases de datos de planificación y costes, evitando interferencias e incongruencias en el proyecto, para la ejecución posterior de la obra y el mantenimiento de las futuras infraestructuras. El final de su evolución sería un Gemelo Digital que permitiera operar la BLET.

Otro enfoque esencial en la concepción de la BLET, es que nace con la vocación de convertirse en una instalación comprometida con la sostenibilidad de su actividad. La Comisión Europea en su European Green Deal y, en particular, en su plan de acción para la economía circular, ha desarrollado el marco level(s) que recoge los indicadores básicos de sostenibilidad en edificios. Los sistemas de certificación de la sostenibilidad están recogiendo estos indicadores e incorporándolos en sus estructuras. Entre otras exigencias bioclimáticas y medioambientales, para favorecer la consecución del compromiso de descarbonización del sector para el año 2050, y garantizar un buen nivel de sostenibilidad en el complejo y en cada edificio se exigirá una precertificación del pro-

yecto de ejecución y una posterior certificación de la ejecución de la obra. El objetivo es alcanzar una calificación equivalente a 4 sobre 5, acreditada por entidad de certificación de sostenibilidad.

En la misma línea, la nueva BLET nace con la pretensión de impulsar el uso de tecnologías innovadoras para el aprovechamiento de energías limpias y renovables, que favorezcan la economía circular y eleven la conciencia por la sostenibilidad dentro de las FAS. Aunque en este momento las tecnologías del hidrógeno no son una solución económicamente rentable, anticipar lo que esté al alcance en la concepción de las nuevas infraestructuras de la BLET para su implantación progresiva, puede ahorrar adaptaciones futuras. El esfuerzo presente en favor de estas tecnologías obedece a un planteamiento estratégico y no económico, que tal vez pueda verse apoyado en un futuro indeterminado por subvenciones administrativas o financiación europea.

Como acreditación del nivel de calidad de las futuras infraestructuras de la BLET, se exigirá la obtención de otras acreditaciones, como un certificado AIS (accesibilidad) y un certificado WELL (bienestar).

PROYECTO CERRAMIENTO Y URBANIZACIÓN BLET

«Urbanizar es acondicionar una porción de terreno y prepararlo para su uso urbano, abriendo calles y dotándolo de luz, pavimento y demás servicios».

Esta definición de la Real Academia Española sintetiza adecuadamente el fin perseguido por las obras de urbanización. Pero el proceso previo a las obras requiere de la redacción de un proyecto y antes que ésta, la comprensión de la naturaleza de la actividad que se va a desarrollar y su relación con el entorno.

Como ya se ha mencionado, la decisión de situar la Base Logística del Ejército en los terrenos del «PARQUE EMPRESARIAL DE CÓRDOBA» tuvo como primera consecuencia la suspensión del planeamiento urbanístico. Resultaba necesario conocer la relación de la base con su entorno, proponer un nuevo diseño urbano y recoger éste en un plan parcial acorde al uso militar y logístico de la porción del sector cedida al Ministerio de Defensa.

De analizar la relación con el entorno y el nuevo diseño urbano se encargó la Dirección de Infraestructura. El trabajo finalizó en noviembre de 2021 con la redacción de dos proyectos:

- VALLADO DE LA PARCELA DE LA BASE LOGÍSTICA DEL ET «GENERAL DE EJÉRCITO VARELA»
- URBANIZACIÓN DE LA BASE LOGÍSTICA DEL ET «GENERAL DE EJÉRCITO VARELA»

Asimismo, de actualizar el plan parcial incorporando los resultados obtenidos en los proyectos, la Junta de compensación Plan Parcial Industrial – 6 (PP-I6) «La Rinconada», a través del estudio de arquitectos Luis García de Viguera.

¿Qué aspectos condicionaron e influyeron en la urbanización de la parcela?

Para identificarlos se analizaron las condiciones de contorno desde tres perspectivas: la física, la funcional y la social.

Los condicionantes físicos abordaron las cuestiones relacionadas con el terreno elegido en Córdoba. En primer lugar, hubo que revisar los puntos de conexión con los sistemas generales. En el plan parcial, estaban previstas la remodelación del enlace con la autovía y vías de conexión, las obras de conexión con la red municipal de agua y saneamiento en Alcolea y las obras de subestación y conexión eléctrica con la red de la compañía distribuidora. Estas obras permitieron simplificar o suprimir algunas infraestructuras previstas en Los Alijares. Este fue el caso de la depuradora de aguas residuales, que se pudo suprimir. Otro condicionante físico fue la topografía del terreno. Se trataba de una superficie horizontal en la práctica y hubo que diseñar la evacuación de aguas con pendientes reducidas, en torno al 0,3 %. Consecuencia también de la topografía fue obtener un bajo volumen de compensación entre desmontes y terraplenes, únicamente se pudieron reutilizar 3.800 m³ de material procedente de la propia parcela en los terraplenes. El estudio geotécnico arrojó la presencia de arcillas sobre sustratos de gravas, clasificándose los suelos como tolerables y en algunos casos marginales. La presencia de agua freática se localizó entre 3,90 y 4,00 m de profundidad.

Desde el punto de vista funcional, inicialmente sólo se disponía de la descripción recogida en los documentos de planeamiento DNF y DDR. Posteriormente, las reuniones de coordinación y los anexos N-I profundizaron en los detalles de funcionamiento del complejo. Se diseñaron los procesos operativos que implicaban a varios edificios. Fue posible estimar, para los edificios, superficies construidas, demandas de potencia eléctrica, de abastecimiento, generación de aguas residuales etc. Asimismo, se pre-dimensionaron las plantas de los edificios y se encajaron en la parcela. Se observó que lo vasto de las dimensiones

de algunos (CEMSATET y CABET principalmente) y la distancia entre ellos, suponían largos trayectos a pie, entre 15 y 20 minutos en algunos casos. Se previeron servicios para 1.145 trabajadores civiles y 460 militares. Debido a la distancia a los núcleos de población más cercanos, se estimó que la afluencia de vehículos particulares al recinto sería elevada, entre el 60 y el 80 % del personal del centro usaría el coche particular. También fue un elemento para considerar la convivencia de tráficos de diferente naturaleza: vehículos particulares, vehículos logísticos y vehículos militares de ruedas y cadenas.

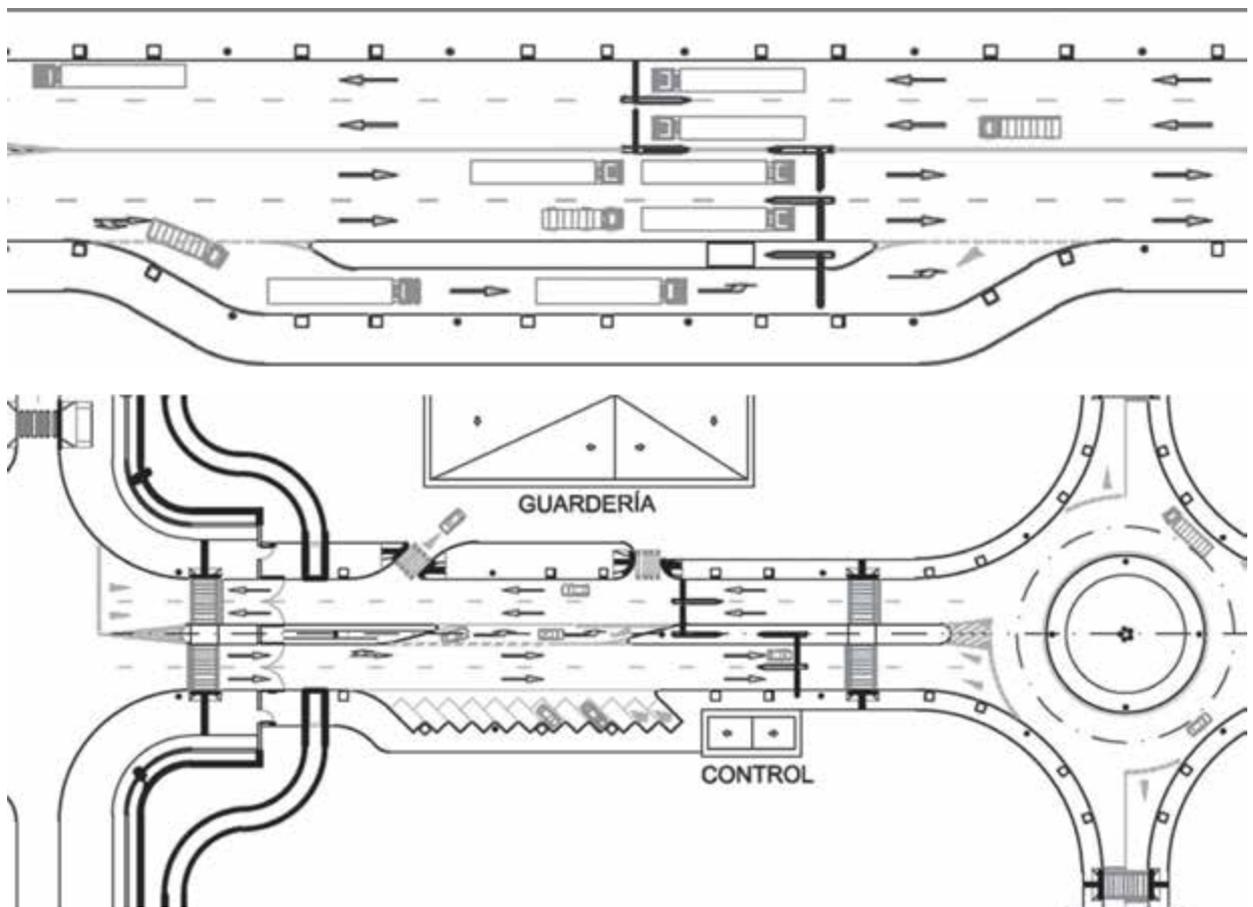


Figura 6.—Proyecto de urbanización – Detalle de los accesos de vehículos.

Por último, del enfoque social del proyecto derivó la necesidad de tener prevista la implantación de energías renovables, acondicionando la infraestructura para ello. Desde el punto de vista del medioambiente se identificó que habría que emplear especies arbóreas autóctonas cuya demanda de agua fuera reducida y proyectar el alumbrado viario con lumi-

narias LED para reducir la demanda de electricidad. Asimismo, aunque no se disponía de un estudio de movilidad del complejo, hubo que diseñar el viario con la previsión de reducir la duración de los desplazamientos interiores mediante el uso de medios de transporte individuales tales como patinetes y bicicletas.

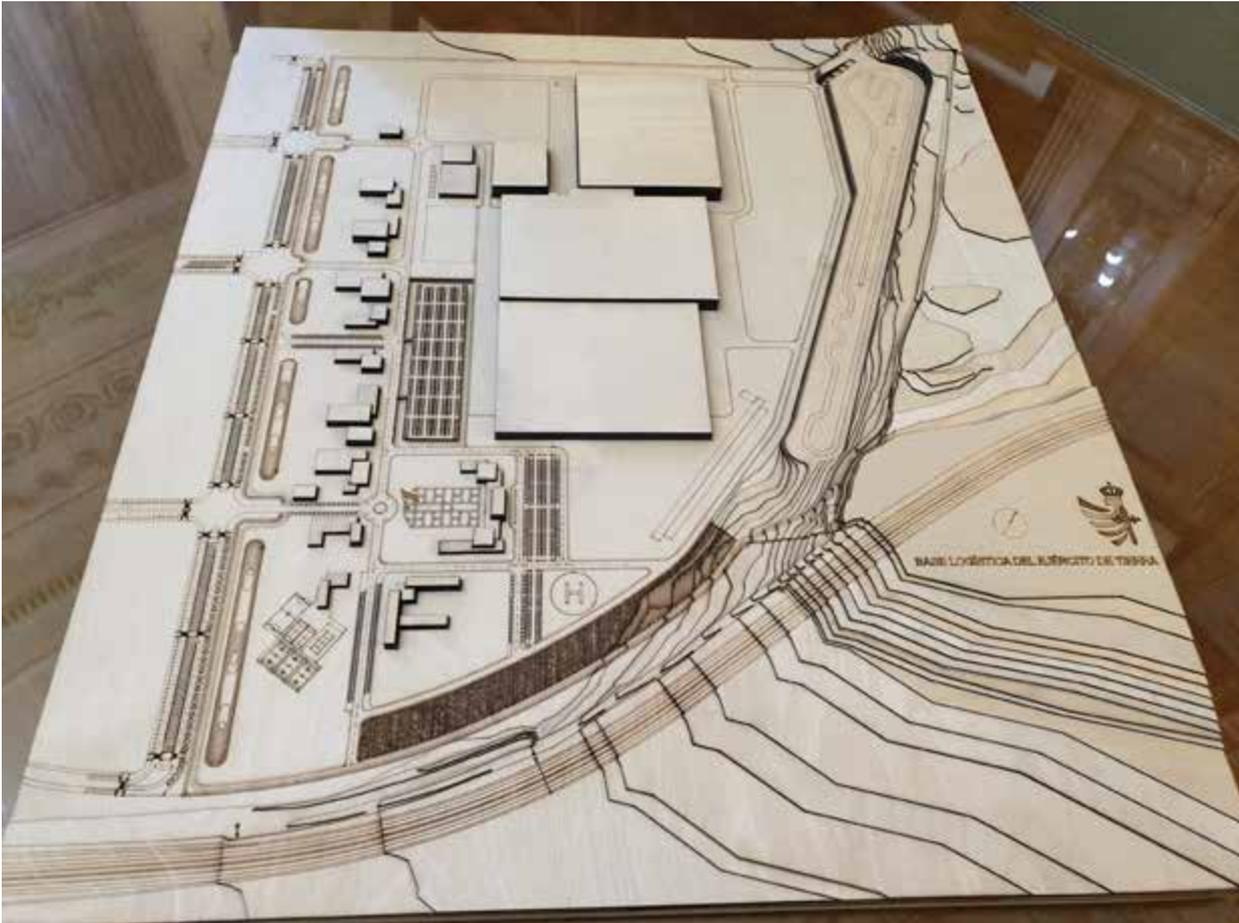


Figura 7.—Proyecto de urbanización – Primera ordenación parcela – Maqueta.

Conocidos los objetivos y las condiciones de contorno, ¿cómo evolucionó el diseño urbano hacia la solución definitiva? ¿Cómo se logró una urbanización flexible?

«Un edificio tiene dos vidas. La que imagina su creador y la vida que tiene. Y no siempre son iguales»
Reem Koolhaas, arquitecto.

En los proyectos se procede por aproximaciones sucesivas. El primer esbozo de urbanización estaba basado en el pre-dimensionado de edificios y servicios que ya se ha mencionado.

Esta visión, supuso el primer paso en el ordenamiento de la parcela. Ya incluía algunas de las ideas que se recogieron en el proyecto definitivo. Se separaban los puntos de acceso a la base, tráfico logístico por el acceso norte y vehículos ligeros por el sur. Se establecía la primera división del territorio en «zonas de uso». In-

cluía la primera propuesta de ordenación de edificios. Se señalaban los principales servicios. Sin embargo, a medida que se avanzaba en la definición de las infraestructuras, esta primera aproximación urbanística consecuencia del planeamiento, quedó superada.

En urbanismo, se considera elemento estructural aquel que por su disposición en puntos clave, por su permanencia o por su importancia, influye definitivamente en el desarrollo de un núcleo urbano. Se identificaron como sistemas estructurales los accesos a la base, la red viaria y los edificios CABET y CEMSATET, estos últimos debido a su tamaño. Se constató, que el primer ordenamiento ceñía demasiado el trazado viario a los edificios, los encorsetaba, impedía su evolución. Por otro lado, el diseño de calzadas con un único carril por sentido y los espacios reservados para el paso de instalaciones parecían escasos para soportar las necesidades futuras de la base.



Figura 8.—Proyecto de urbanización – Plano de ordenación general – Parcelario.

Por ello, el plano de ordenación evolucionó incorporando variaciones hasta quedar definitivamente como se muestra en la figura 8. Se mantuvo la posición de los accesos a la base, pero se rediseñó el acceso norte para permitir la entrada y salida simultánea de dos vehículos pesados. Se modificó el acceso sur en el mismo sentido para los vehículos ligeros y se añadió un carril destinado al centro de educación infantil. Se dio un nuevo trazado a los viales estructurales, se duplicó su número de carriles y se diseñaron glorietsas en los principales puntos de distribución de tráfico. Se ampliaron los radios de curvatura y las aceras y se incluyeron medianas.

El nuevo trazado viario dividió el territorio en tres zonas de uso y siete manzanas y generó un espacio de tamaño suficiente para albergar los edificios CABET y CEMSATET en la manzana logística 3. Este espacio estructural se inscribió en un vial de circunvalación que por un lado aportó permeabilidad y por otro favoreció la distribución interna de los servicios logrando la perseguida flexibilidad. Con objeto de no constreñir y limitar al proyectista de los edificios se dejó, para incluir en los proyectos posteriores, la urbanización del interior de las manzanas.

¿Que aportarán los proyectos redactados por la Dirección de Infraestructura a la nueva base?

«Proyectar es pensar una cosa o una acción y diseñarla gráficamente o establecer el modo y el conjunto de medios necesarios para llevarla a cabo». RAE

Los proyectos de urbanización y vallado contienen los siguientes servicios generales:

- Accesos rodados
- Red de abastecimiento de agua potable
- Hidrantes contra incendios
- Red separativa de alcantarillado
- Red de riego
- Red eléctrica de media tensión
- Red eléctrica de baja tensión
- Alumbrado viario y perimetral
- Preinstalación TIC
- Preinstalación de sistema de seguridad
- Vallado perimetral

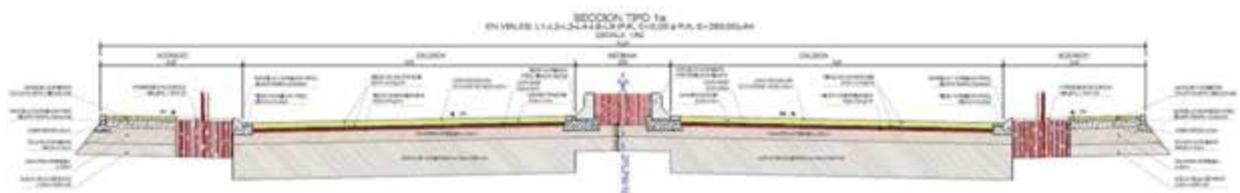


Figura 9.—Proyecto de urbanización – Sección tipo de calzada.

La sección muestra el diseño de un tramo de vial del proyecto de urbanización. Consiste en aceras de 3,00 m a ambos lados, dos carriles de 3,50 m de anchura

por sentido de circulación y en el centro, una mediana de 2,00 m. Por las aceras se distribuyen los servicios de alumbrado, telecomunicaciones, electricidad en

Zona de mando y servicios	Zona logística	Zona de vida
EDIF. DE MANDO ZONA DE APARCAMIENTO (I) EDIF. DE SERVICIOS DEL CUARTEL GENERAL EDIF. DE CONFECCIÓN Y BORDADOS EDIF. COCINA COMEDOR BOTIQUÍN EDIF. CUERPO DE GUARDIA CENTRO DE EDUCACIÓN INFANTIL CECOM	LOGÍSTICA 1 CAMPA DE MATERIAL INOPERATIVO (I) PUNTO LÍMPIO (I) LOGÍSTICA 2 CECAET CEMSET EDIF. SOCIOCULTURAL Y RECREATIVO LAVANDERÍA TALLERES, ALMACENES TINGLADOS UNIDAD DE SERVICIOS LOGÍSTICA 3 ÁREA DE ESPERA Y MANIOBRA ALMACÉN PRINCIPAL ALMACÉN RECUPERABLES CAMPA DE MATERIAL INOPERATIVO (2) CAMPA DE MATERIAL OPERATIVO (2) CEMSATET ZONA ITV ZONA DIAGNOSIS ENTRADA E INSPECCIÓN FINAL LOGÍSTICA 4 APARCAMIENTO DE BASE LOGÍSTICA 5 CAMPA DE MATERIAL OPERATIVO (I) ZONA PISTA DE PRUEBAS ZONA GALERÍA DE TIRO PUNTO LIMPIO (2)	MUSEO ALOJAMIENTO LOGÍSTICO DE BASE EDIF. 1 ALOJAMIENTO LOGÍSTICO DE BASE EDIF. 2 ZONA DEPORTIVA

 **Tabla 1.**—Proyecto de urbanización – Distribución de edificios por zonas de uso.

media y baja tensión, abastecimiento de agua potable, de agua de riego e hidrantes. También se sitúan los alcorques para el arbolado. En la mediana se encuentra la jardinería y la línea central de alumbrado. El saneamiento de aguas negras se encuentra en el eje del carril exterior de ambos sentidos y el saneamiento de aguas blancas se sitúa bajo el carril interior de uno de los sentidos de circulación. La red de alcantarillado se halla conectada con las manzanas mediante tramos de tubería que acaban en pozos de registro. El diseño permite acceder a los servicios desde ambos lados de la calzada sin necesidad de obrar en ella.

En total, la longitud de los viales alcanza los 3,75 Km. Se estima colocar 24.000 t de mezcla bituminosa en caliente.

Se prevé construir la red de abastecimiento en fundición dúctil con tuberías de 250 mm y 150 mm de diámetro nominal. Para la hipótesis de cálculo más restrictiva se ha estimado la demanda de agua en 140,37 l/s.

En la red de aguas pluviales se ha estimado que el caudal punta para el periodo de retorno de 25 años será de 11,47 m³/s. La canalización se ha proyectado de hormigón, con sección circular hasta 1200 mm de diámetro. Para los tramos finales, se ha diseñado un marco de hormigón de 1.200 x 2.00 m² de sección.

La acometida eléctrica se ha proyectado desde la subestación del plan parcial. Se prevé que la máxima demanda de potencia se sitúe en torno a 10 MW. La entrada se produce por un centro de seccionamiento

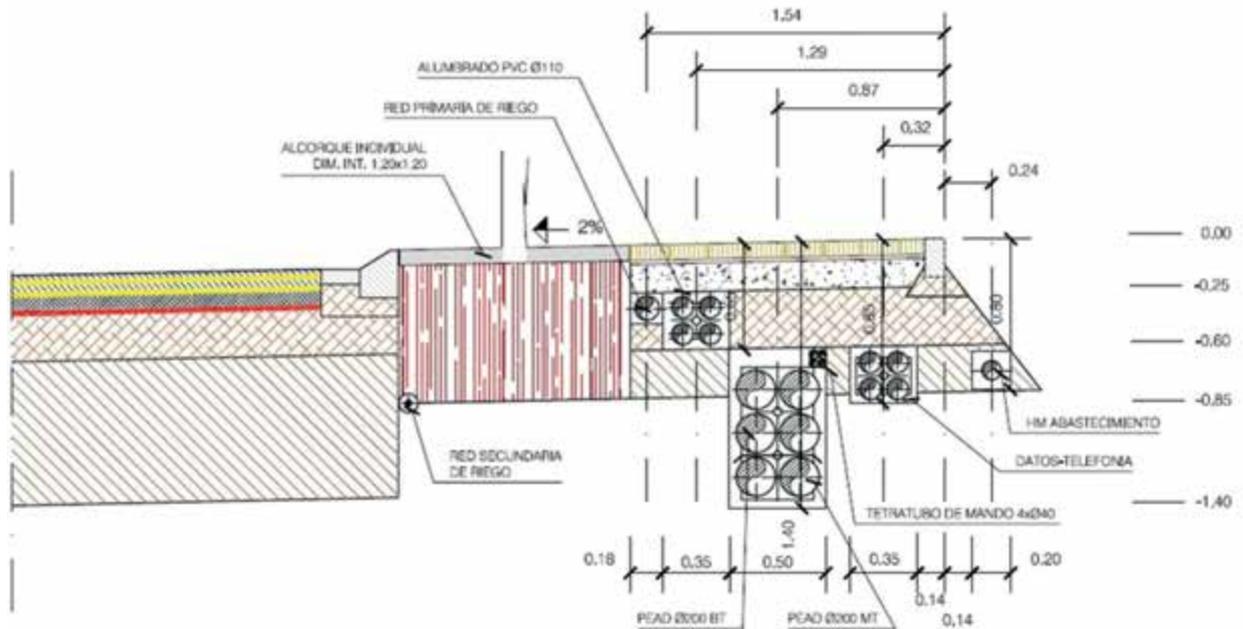


Figura 10.—Proyecto de urbanización – Detalle distribución de servicios bajo acera.

proyectado en el vértice noroeste de la base. Desde allí, parten dos anillos de distribución a 20KV de tensión que recorren el establecimiento. Está previsto que los edificios de mayor tamaño se conecten directamente a estos anillos. Para los demás, se han diseñado cinco centros de transformación 20KV/400V de tensión de salida, respaldados por grupos electrógenos. La potencia conjunta de los cinco centros es de 4.230 KVA.

La red de alumbrado se sitúa en las aceras, en las medianas y en el perímetro de la base. Dispone de 390 luminarias tipo LED que estarán instaladas sobre báculos de 10 y 6 m de altura y gobernadas desde 7 puestos de mando.

Se ha proyectado las canalizaciones necesarias para desplegar los sistemas de seguridad y tecnología de las telecomunicaciones que se instalarán en la base.

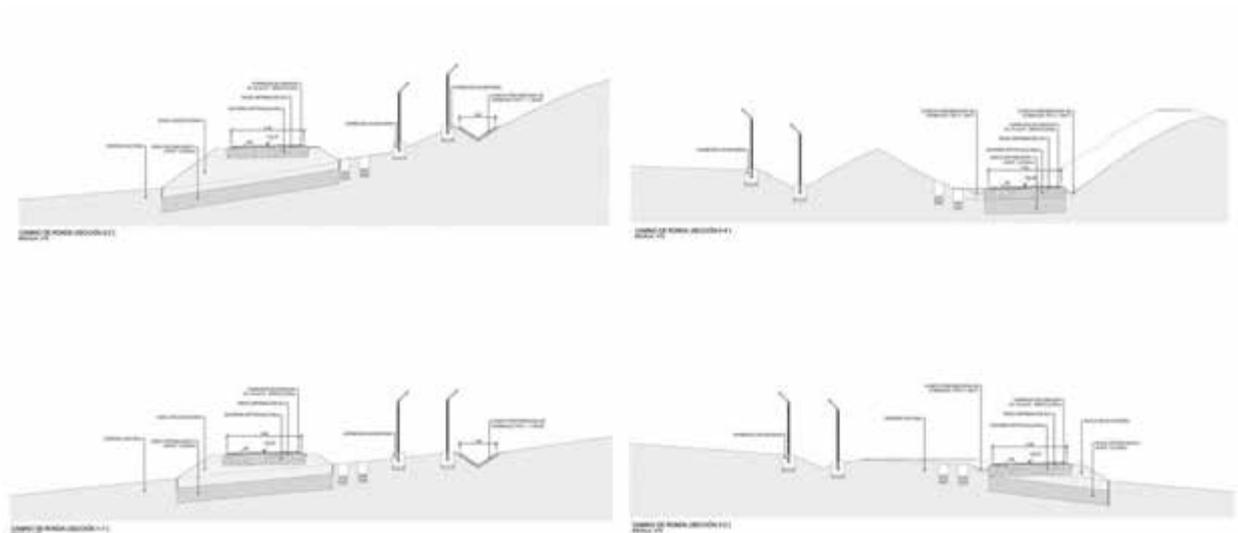


Figura 11.—Proyecto de vallado – Secciones del vallado.

El perímetro de cerramiento tiene una longitud de aproximadamente 4 Km. Se ha proyectado con un sistema de doble vallado según lo previsto en la norma NME-1129. En el tramo oeste, colindante con la urbanización municipal, se ha sustituido el cerramiento de malla exterior por un cerramiento tipo EXPO que consiste en tubos verticales de acero de 100 mm de diámetro equidistantes 20 cm. En paralelo al cerramiento, discurre un camino de ronda de 3 metros de ancho. Entre el camino y el

vallado se ha situado la preinstalación de seguridad y el alumbrado.

El presupuesto del vallado perimetral de la base ascendió a 3.833.076,59 € con un plazo de ejecución de 6 meses. El del proyecto de urbanización fue de 18.914.080,45 € y su plazo de ejecución de 18 meses. Ambos supusieron los primeros pasos en la infraestructura de la base logística y podrán ser objeto de contratación cuando esté materializada la cesión de los terrenos. ■

LOS ESTUDIOS DE DOCTORADO EN LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO



NUEVO PROGRAMA DE DOCTORADO DE LA ESPOL
«DOCTOR EN INGENIERÍA DE LA DEFENSA POR LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DEL EJÉRCITO»

*Juan Carlos García Palacios
Coronel (CIP). Construcción*

El rápido avance tecnológico, especialmente en plataformas no tripuladas e inteligencia artificial, la posibilidad de acceso a tecnologías de uso dual por parte de potenciales adversarios, la hiperconectividad, requieren que nuestro ejército esté preparado para el cambio. La investigación y la experimentación son los elementos esenciales de unas fuerzas terrestres tecnológicamente avanzadas y con la potencia de combate, protección y capacidades necesarias para operar satisfactoriamente en los futuros escenarios como es el Proyecto Fuerza 35. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) serán el resultado de la colaboración entre universidades y centros tecnológicos MINISDEF y donde los futuros doctorandos podrán aportar sus capacidades.

Los estudios de doctorado permitirán a los oficiales del ET adquirir las competencias investigadoras necesarias para ocupar los puestos de más alta responsabilidad tanto en el ET como en el MINISDEF, en sus centros tecnológicos avanzados (INTA/ITM), así como en su caso impartir la docencia en sus centros universitarios.

Podrán así ocupar destinos específicos que requieran dicha titulación (MECES 4) y asumir vacantes de especial responsabilidad.



ANTECEDENTES

Los actuales títulos de Ingeniero de Armamento y Material y de Ingeniero de Construcción y Electricidad tienen su origen en la Ley de 27 de septiembre de 1940, creándose la Escuela Politécnica del Ejército y su correspondiente Cuerpo Técnico, el cual se hace cargo de la labor técnica y facultativa que hasta entonces era prestada por los jefes y oficiales de artillería e ingenieros. La misión de la Escuela Politécnica será la de impartir la enseñanza técnica de formación, así como la de perfeccionamiento y especialización

a los miembros del recién creado cuerpo técnico del ejército, hoy Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

Por Decreto 3058/1964, de 28 de septiembre (Diario Oficial número 230), la Escuela Politécnica se constituye como Escuela Técnica Superior y por Orden de 5 de mayo de 1968 (Diario Oficial número 111) se faculta a esta Escuela para expedir el título de Doctor Ingeniero. Siendo en mayo del 1969 cuando se entregan los primeros títulos de doctor, tanto de construcción como de armamento.

En el año 1985, se aprobó el segundo programa de doctorado por O.M. 65/85, de 14 de noviembre como consecuencia de la disposición adicional octava del R.D. 185/1985 de regulación del tercer ciclo de estudios universitarios.

El denominado Proceso de Bolonia iniciado en 1999 ha traído consigo la armonización de la educación superior en el ámbito del Espacio Europeo de Educa-

ción Superior (EEES) y ha sido adoptado por la Fuerzas Armadas por medio de la Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la Carrera Militar, introduciendo en su Título IV una importante reforma en la enseñanza de las Fuerzas Armadas, en la que profundiza en el proceso de integración en el sistema educativo general, iniciado por la Ley 17/1989, de 19 de julio, reguladora del Régimen del Personal Militar Profesional y continuada mediante la Ley 17/1999, de 18 de mayo, del Régimen del personal de las Fuerzas Armadas.

De este modo el tercer y último programa de doctorado se aprobaría por O.M. 57/2001, de 16 de marzo como consecuencia de la disposición adicional séptima del R.D. 77/1998 de regulación del tercer ciclo de estudios universitarios y expedición y obtención del título de doctor, así desde esa fecha los títulos de Doctor Ingeniero de Armamento o Doctor Ingeniero de Construcción pasaron a denominarse indistintamente *títulos de doctor por la Escuela Politécnica Superior del Ejército*.

DEFINICIONES

DOCTORADO	<i>Tercer ciclo de estudios universitarios oficiales, conducente a la adquisición y competencias y habilidades relacionadas con la investigación científica de calidad</i>	RD 99/2011 28 ENERO
PROGRAMA DE DOCTORADO	<i>Conjunto de actividades conducentes a la adquisición de las competencias y habilidades necesarias para la adquisición del título de doctor. Establece los procedimientos y líneas de investigación para desarrollo de tesis doctorales</i>	INVESTIGACIÓN
COMISIÓN ACADÉMICA DE DOCTORADO	<i>La Comisión académica es la responsable de la definición, calidad y coordinación, así como de la supervisión del progreso de la investigación de la autorización de la presentación de tesis de cada doctorando</i>	I + D + i
TUTOR	<i>Responsable de la adecuación de la formación y actividad investigadora al programa de doctorado</i>	FORMACIÓN
DIRECTOR DE TESIS	<i>Responsable de la investigación</i>	DOCENCIA
DOCTORANDO	<i>Investigador en formación</i>	COLABORACIÓN
PLAN DE INVESTIGACIÓN	<i>Plan de Investigación es un documento elaborado por el doctorando, con la guía de su tutor y director de tesis, en él se planifica la investigación que se va a realizar a lo largo del periodo doctoral.</i>	CONCEPTUALES
DOCUMENTO DE ACTIVIDADES	<i>Se entiende por documento de actividades del doctorando el registro individualizado de control de dichas actividades, materializado en el correspondiente soporte</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigador en formación • Supervisión y seguimiento • Documento de actividades • Plan de Investigación
TESIS DOCTORAL	<i>Trabajo original de investigación en cualquier campo del conocimiento. Debe capacitar al doctorando para el trabajo en el ámbito de I+D+i</i>	ORGANIZACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> • Escuelas de doctorado • Comisión de doctorado • Tutor • Director de tesis
		ADMINISTRATIVAS
		<ul style="list-style-type: none"> • Acceso • Admisión • Tribunales • Mención internacional
		ESTRUCTURA
		<ul style="list-style-type: none"> • Programas de doctorado • Duración • Dedicación

SITUACIÓN ACTUAL

La Orden DEF/193/2018 de 20 de febrero ha venido a modificar las condiciones de obtención y expedición del título de Doctor por la Escuela Politécnica Superior del Ejército y por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales (ETSIAN) para adaptarlo a lo dispuesto en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. En la citada Orden se establece que los programas de doctorado anteriores deberán quedar completamente extinguidos con anterioridad al 30 de septiembre de 2017, habiéndose así entregado por la ESPOL el último título de doctor el 27 de mayo de 2017 haciendo un total de 889 títulos de doctor desde que se entregó el primero en 1969.

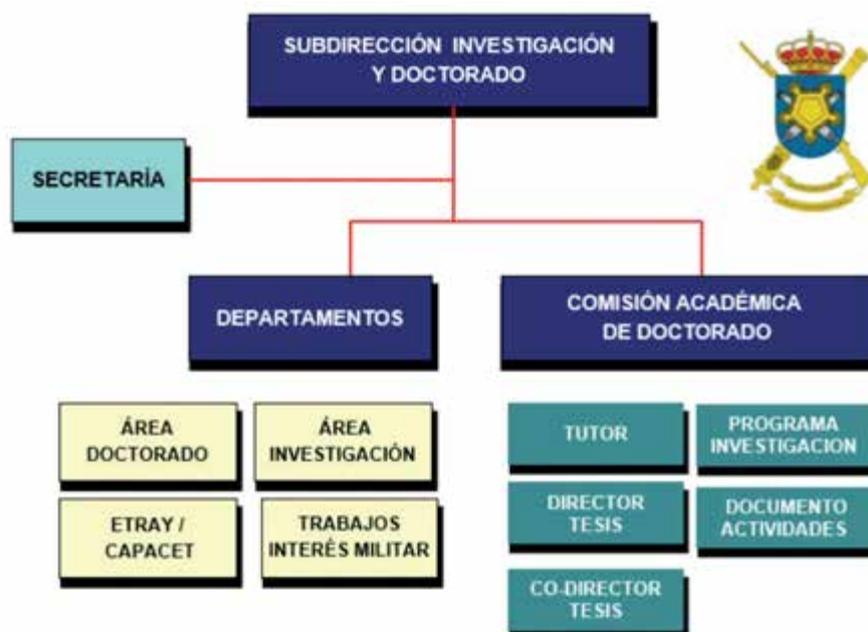
En cumplimiento de esta orden, la ESPOL ha procedido a elaborar una memoria de su programa de doctorado para presentarla a ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad) para su acreditación acorde al RD 99/2011.

El nuevo programa de doctorado elegido tiene por título «Programa de Doctorado en Ingeniería de la Defensa por la Escuela Politécnica Superior del Ejército»

El nuevo programa de doctorado se adaptará así al R.D. 99/2011 y supone un cambio conceptual de los estudios de doctorado, enfocando los mismos no ya al plano académico sino al plano de la investigación, incluyendo una formación investigadora necesaria y comprende una formación tanto transversal como específica del ámbito del programa, si bien en todo caso la actividad esencial del doctorando será la investigadora.

La orden DEF/193/2018, señala que los programas de doctorado se desarrollarán en Escuelas de Doctorado o en otras unidades competentes en materia de investigación. Establece que cada Programa de Doctorado será organizado, diseñado y coordinado por una Comisión Académica responsable de las actividades de formación e investigación del mismo y define la Comisión Académica de cada Programa como la responsable de su definición, actualización, calidad y coordinación, así como de la supervisión del progreso de la investigación y de la formación y de la autorización de la presentación de tesis de cada doctorando del programa.

Además, añade que cada programa de doctorado contará con un coordinador. Por tanto, en cumplimiento de lo indicado en el R.D. 99/2011, de 28 de enero, existirá una Comisión Académica en la Escue-



la Politécnica Superior del Ejército y otra en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales con las responsabilidades señaladas en dicho real decreto, así como un Coordinador para cada Programa de Doctorado.

La obtención del título de Doctor por la Escuela Politécnica Superior del Ejército (ESPOL) y Doctor por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales (ETSIAN) se realizará conforme a lo dispuesto en la disposición adicional quinta del R.D. 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, y en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.

PROGRAMA DE DOCTORADO DE LA ESPOL

La ESPOL ha elaborado una memoria de verificación de un único programa de doctorado denominado «Programa de Doctorado en Ingeniería de la Defensa por la Escuela Politécnica Superior del Ejército» el cual acogerá no solo las inquietudes investigadoras de todas las especialidades del Cuerpo de Ingenieros sino también aspectos específicos de nuestras Fuerzas Armadas. Dicha memoria de verificación del PdD de la ESPOL está pendiente todavía de la aprobación de ANECA para su acreditación final. Hasta ese momento, se está explorando la opción de programas interuniversitarios, buscando alianzas beneficiosas para el MINISDEF. Cabe mencionar el convenio entre el Ministerio de Defensa y la Universidad de Córdoba para la organización y desarrollo de las enseñanzas del programa de doctorado en «Ingeniería de la defensa, seguridad y protección de infraestructuras», conducentes a la obtención del título de doctor por la escuela politécnica superior del Ejército de tierra y la Universidad de Córdoba, que se encuentra en proceso de validación por ambas partes y que se espera entre en vigor antes de fin de año (2022), este convenio viene respaldado por el buen hacer de la Jefatura de Ingeniería del MALE y el gran impulso que va a suponer la creación de la Base Logística de Córdoba, donde se prevé desarrollar líneas de investigación en el ámbito de la Inteligencia Artificial aplicada al mantenimiento predictivo, gemelos virtuales, realidad aumentada y virtual, robótica, vehículos autónomos tanto terrestres como aéreos, comunicaciones ultra

confiables de baja latencia y otros tantos campos del conocimiento que son un nicho de oportunidad a los futuros doctorandos.

ORGANIZACIÓN DE LA FORMACIÓN DOCTORAL EN LA ESPOL

Competencias

El objetivo fundamental del Programa de Doctorado en Ingeniería es la formación de especialistas, civiles o militares, nacionales o extranjeros en el ámbito de la Ingeniería y Armamento y Material e Ingeniería de Construcción y Electricidad, así como contribuir al adelanto científico y tecnológico. La formación recibida, por parte de profesores de reconocido prestigio y experiencia debe facilitar la inserción de los doctores en destinos, centros de investigación donde se relacione con empresas con un fuerte contenido tecnológico.



Competencias básicas (CB)

El doctorando deberá ser capaz de comprender y dominar aquellas áreas de estudio relativas a su campo de investigación, deberá ser capaz de concebir, diseñar y poner en práctica el proceso de investigación que va a realizar para poder ampliar el área de conocimiento existente más allá de las fronteras vigentes, realizando siempre una evaluación y análisis crítico sobre el trabajo e ideas planteadas. Deberá ser capaz de comunicar el conocimiento adquirido a la comunidad académica y científica, así como de fomentar dichos avances en esta sociedad del conocimiento.



Las nuevas herramientas para la investigación doctoral (gemelos digitales, realidad aumentada, ingeniería robótica) permitirán la experimentación en tiempo real y el logro de los objetivos previstos.

Capacidades y destrezas personales (CA)

El futuro doctor deberá desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica, encontrando las preguntas claves que hay que responder para resolver un problema complejo, emprendiendo proyectos novedosos e innovadores en su ámbito de conocimiento. El doctorando deberá trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar, integrando conocimientos, formulando juicios con información limitada.

Otras competencias (CE)

Capacidad de plantear y desarrollar proyectos de investigación nacionales internacionales en el ámbito de la Ingeniería y Armamento y Material e Ingeniería de Construcción y Electricidad.



Fuente: Ejército de Tierra - Ministerio de Defensa

Gráfico: R. Azañón

Los nuevos proyectos tecnológicos como la BLET, serán el resultado de las labores de investigación de nuestros oficiales doctores. Investigación y experimentación serán los pilares fundamentales del proyecto Fuerza 35 del E.T.

Capacidad de evaluar trabajos científicos de otros investigadores en el campo de la Ingeniería y Armamento y Material e Ingeniería de Construcción y Electricidad.

REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

Los requisitos para el acceso y criterios de admisión al Programa de Doctorado serán los que regularmente establezca el General Director de Enseñanza del Ejército de Tierra en base al Reglamento de Programa de Doctorado.

Requisito acceso

Con carácter general, para el acceso a un programa de doctorado será necesario estar en posesión de los títulos oficiales españoles de Grado, o equivalente, y de Máster Universitario.

Perfil de ingreso

Este Programa de Doctorado se encuadra en el ámbito de la ingeniería del armamento y material y de la ingeniería de construcción y electricidad y, por tanto, está orientado a alumnos con un perfil técnico y en posesión de un título universitario en ingeniería, aunque no se excluye la posibilidad de admitir alumnos con otras titulaciones universitarias.

En este sentido se establecen dos perfiles de admisión:

- a) Perfil A: Alumnos en posesión del Máster en Ingeniería de Armamento y Material e Ingenieros de Construcción y Electricidad. (No requiere complementos formativos).
- b) Perfil B: Alumnos en posesión de un Máster en Ingeniería. (Se podrán requerir complementos formativos con una carga lectiva de hasta 18 ECTS).

Órgano de admisión

El órgano de admisión será la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

Criterio de admisión

La selección de candidatos aceptados se hará en base a la documentación aportada por el solicitante, no existiendo pruebas o exámenes de admisión específicos. En todo caso, el candidato deberá probar documentalmente sus méritos.

La Comisión Académica del Programa de Doctorado podrá convocar a una entrevista personal al solicitante si lo considera oportuno.

Una vez cumplidas las condiciones exigidas en el RD 99/2011 para el acceso, la Comisión Académica del Programa de Doctorado, aplicará los siguientes criterios de valoración de méritos:

- a) La formación académica y el expediente académico, especialmente las titulaciones con competencias y conocimientos relacionadas con las áreas de especialización del Programa de Doctorado.
- b) La experiencia profesional, especialmente en actividades relacionadas con las áreas de especialización del Programa de Doctorado.
- c) La experiencia investigadora, especialmente en actividades relacionadas con las áreas de especialización del Programa de Doctorado.
- d) La acreditación que certifique conocimientos suficientes de lengua inglesa y española que permitan abordar sin dificultad la docencia impartida en esos idiomas.
- e) La presentación de una carta de recomendación de profesionales acreditados en los campos científicos y profesionales relacionados con el Programa de Doctorado.
- f) La entrevista que los candidatos deberán tener con un miembro de la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

Estudios a tiempo completo, un máximo de tres años y de un mínimo de uno, a contar desde la admisión

del doctorando al programa hasta el depósito de la tesis doctoral.

Estudios a tiempo parcial. Previa autorización de la CAPD podrá realizarse estudios de doctorado a tiempo parcial. En caso de ser concedida, la autorización entrará en vigor el semestre siguiente a su autoriza-

ción. En este caso tales estudios podrán tener una duración máxima de cinco años desde la admisión al programa hasta el depósito de la tesis doctoral. En todo caso, la duración mínima será de dos años, a tiempo parcial, de los estudios de doctorado.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA 1. INICIACIÓN AL DOCTORADO Y A LA INVESTIGACIÓN					
CARÁCTER	Obligatorio	Duración	24 horas (6 horas por módulo)	Lengua	Español
JUSTIFICACIÓN	Los alumnos que comienzan el programa de doctorado desconocen, en general, la normativa que regula los estudios de doctorado y los procedimientos para llevar a cabo actividades de investigación.				
DESCRIPCIÓN	Dirigida a los nuevos alumnos, se les introducirá en el conocimiento de la normativa que regula la elaboración y defensa de la tesis doctoral y su incidencia en las actividades que deberán desarrollar en esta etapa, como la difusión de resultados, las posibilidades de movilidad o la obtención de títulos internacionales.				
PLANIFICACIÓN ACTIVIDAD	Esta actividad se compone de cuatro módulos con una duración de 6 horas cada uno que se programan a lo largo del primer semestre del curso de doctorado.				
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	<p>Módulo 1: Cómo iniciar la carrera investigadora</p> <p>1.1. La ordenación de la enseñanza universitaria.</p> <p>1.2. Organización de la investigación en España: Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.</p> <p>1.3. La Ciencia se evalúa: tipos de evaluación y el proceso de revisión por pares. Agencias evaluadoras en España. ANEP, ANECA y CNEAI. Criterios para la evaluación de la producción científica</p> <p>Módulo 2: Herramientas de apoyo a la carrera investigadora</p> <p>2.1. Herramientas para la recogida y almacenamiento de la información.</p> <p>2.2. Herramientas para organizar la documentación de un trabajo de investigación.</p> <p>2.3. Herramientas para compartir y difundir resultados e investigación.</p> <p>2.4. El currículum.</p> <p>Módulo 3: Fuentes de información</p> <p>3.1. Evaluación de la producción científica de un autor: Web of Science; Scopus; Google Scholar; Dialnet Plus.</p> <p>3.2. Evaluación de la calidad de publicaciones periódicas: JCR; SJR; Google Scholar Metrics for Publications; Otros indicadores: Latindex, CIRC y Carhus Plus; MIAR.</p> <p>3.3. Evaluación de la calidad de las monografías: WOS: citas; Scopus: citas; Google Scholar: citas; SPI (Scholarly Publisher Indicators); Bipublishers.</p> <p>3.4. Análisis cronográfico de impacto de la información.</p> <p>3.5. Bases de Datos en Patentes y modelos de utilidad.</p> <p>3.6. Secretos industriales "Trade Secrets"</p> <p>3.7. Aplicación del análisis a los proyectos individuales de Tesis Doctoral.</p> <p>Módulo 4: Difusión y visibilidad de la producción científica</p> <p>4.1. Firma de los trabajos científicos y recomendaciones FECYT.</p> <p>4.2. Perfiles de investigador: ORCID, ResearcherID, ScopusID, Dialnet, Google Académico.</p> <p>4.3. Publicar artículos científicos: cómo seleccionar revistas científicas; cómo preparar un artículo para que sea aceptado; publicación en acceso abierto y Repositorios.</p> <p>4.4. Otras publicaciones: Ponencias y comunicaciones a Congresos; Posters; Patentes.</p> <p>4.5. Proteger los derechos de los autores. Propiedad intelectual para investigadores.</p> <p>4.6. Estrategias para mejorar la visibilidad de las publicaciones</p>				

ACTIVIDAD FORMATIVA 1. INICIACIÓN AL DOCTORADO Y A LA INVESTIGACIÓN					
PLANIFICACIÓN TEMPORAL	Dará comienzo al principio del primer semestre.				
RESULTADO DEL APRENDIZAJE	El alumno estará en condiciones de comenzar los estudios de doctorado e iniciar una investigación				
OTRAS ACLARACIONES	Se realizarán tres trabajos supervisados de carácter individual sobre el tema inicialmente propuesto para la realización de la Tesis Doctoral.				
PROCEDIMIENTO DE CONTROL	<p>Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento.</p> <p>La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.</p>				
ACTIVIDAD FORMATIVA 2. ASISTENCIA A CONFERENCIAS, JORNADAS, TALLERES Y SEMINARIOS TÉCNICOS					
CARÁCTER	Obligatorio	Duración	20 horas	Lengua	Español e inglés
JUSTIFICACIÓN	Se considera de interés primordial acercar a los doctorandos a los últimos avances en Investigación y Tecnología en el área de la ingeniería de Armamento y Materiales, Construcción y Electricidad, así como el establecer contacto con representantes internacionales de estas actividades punteras.				
DESCRIPCIÓN	<p>Asistir a seminarios relacionados con la Investigación y Tecnología en el área del armamento y materiales (Programas de armamento) así como, del ámbito de la construcción y electricidad (Infraestructuras)</p> <p>Cada seminario tendrá una duración aproximada de 10 horas y se ofrecerán, aproximadamente, cinco seminarios cada curso.</p> <p>El alumno deberá dedicar un mínimo de 20 horas anuales a esta actividad.</p> <p>Otros se organizarán según la demanda y necesidades detectadas entre los alumnos cada año.</p> <p>La programación completa de cada curso se publicará a lo largo de cada curso académico en la web del programa de doctorado y cada actividad se anunciará por correo electrónico a todos los alumnos del programa.</p> <p>También se considerarán actividades de asistencia a seminarios la asistencia a sesiones de lectura y defensa de tesis doctorales del programa.</p>				
PLANIFICACIÓN ACTIVIDAD	Se programarán con una frecuencia de, al menos, una vez por trimestre.				
PLANIFICACIÓN TEMPORAL	A lo largo de todo el curso escolar				
RESULTADO DEL APRENDIZAJE	Conocer el estado actual de la investigación y desarrollo tecnológico en el área naval y las posibles aplicaciones que de lo expuesto por los expertos se pueda llevar a cabo en cada tesis doctoral.				
PROCEDIMIENTO DE CONTROL	<p>Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento.</p> <p>La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.</p>				

ACTIVIDAD FORMATIVA 3. INTRODUCCIÓN A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y SISTEMAS DE ARMAS

CARÁCTER	Obligatorio	Duración	24 horas (6 horas por módulo)	Lengua	Español
JUSTIFICACIÓN	Los alumnos que comienzan el programa de doctorado desconocen, en general, la normativa que regula los estudios de doctorado y los procedimientos para llevar a cabo actividades de investigación.				
DESCRIPCIÓN	Dirigida a los nuevos alumnos, se les introducirá en el conocimiento de la normativa que regula la elaboración y defensa de la tesis doctoral y su incidencia en las actividades que deberán desarrollar en esta etapa, como la difusión de resultados, las posibilidades de movilidad o la obtención de títulos internacionales.				
PLANIFICACIÓN ACTIVIDAD	Esta actividad se compone de cuatro módulos con una duración de 6 horas cada uno que se programan a lo largo del primer semestre del curso de doctorado.				
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	Definición de la amenaza Supervivencia Susceptibilidad Vulnerabilidad Recuperabilidad				
PLANIFICACIÓN TEMPORAL	Dará comienzo al principio del primer semestre.				
RESULTADO DEL APRENDIZAJE	El alumno estará en condiciones de comenzar los estudios de doctorado e iniciar una investigación				
OTRAS ACLARACIONES	Se realizarán tres trabajos supervisados de carácter individual sobre el tema inicialmente propuesto para la realización de la Tesis Doctoral.				
PROCEDIMIENTO DE CONTROL	Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento. La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.				

ACTIVIDAD FORMATIVA 4. PARTICIPACIÓN EN CONFERENCIAS, JORNADAS, TALLERES Y SEMINARIOS TÉCNICOS

CARÁCTER	Optativo	Duración	60+30 horas	Lengua	Español e inglés
JUSTIFICACIÓN	La participación en estos foros permite a los alumnos adquirir experiencia en la exposición pública de sus resultados de investigación y establecer relaciones con otros investigadores y grupos relacionados con sus líneas de trabajo.				
DESCRIPCIÓN	Asistir y presentar resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis en congresos nacionales/internacionales, con preferencia en congresos internacionales.				
PLANIFICACIÓN ACTIVIDAD	Se planificarán con una frecuencia de una participación al semestre.				
PLANIFICACIÓN TEMPORAL	A partir del cuarto semestre				
RESULTADO DEL APRENDIZAJE	Aprender a comunicarse en público y a intercambiar ideas sobre las líneas de trabajo de las tesis con investigadores pertenecientes a instituciones distintas que trabajan en campos comunes.				

ACTIVIDAD FORMATIVA 4. PARTICIPACIÓN EN CONFERENCIAS, JORNADAS, TALLERES Y SEMINARIOS TÉCNICOS

PROCEDIMIENTO DE CONTROL	<p>Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento.</p> <p>La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.</p>
---------------------------------	--

ACTIVIDAD FORMATIVA 5. PUBLICACIÓN EN REVISTAS NACIONALES E INTERNACIONALES INDEXADAS

CARÁCTER	Obligatorio	Duración	8 horas	Lengua	Español
JUSTIFICACIÓN	La preparación de un artículo de investigación que presente resultados obtenidos durante el desarrollo de la tesis doctoral requiere conocimientos específicos sobre el procedimiento a seguir, generalmente desconocidos para la mayoría de los alumnos de doctorado.				
DESCRIPCIÓN	Asistir a un seminario donde se expongan las características y forma de redactar las diferentes partes de que consta típicamente un artículo de investigación, en el campo de desarrollo de la tesis doctoral, que ha de ser sometido a un sistema de revisión por pares antes de su publicación.				
PROCEDIMIENTO DE CONTROL	<p>Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento.</p> <p>La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.</p>				

ACTIVIDAD FORMATIVA 6. ACTUACIONES DE MOVILIDAD

CARÁCTER	Optativo	Duración	60 horas	Lengua	Español e inglés
JUSTIFICACIÓN	La colaboración de los estudiantes de doctorado con miembros de otros grupos y el conocimiento de otros modos de trabajo es una experiencia enriquecedora que amplía el horizonte de los alumnos y aumenta la calidad de su formación.				
DESCRIPCIÓN	Realización de estancias, en régimen de colaboración, en laboratorios, centros de investigación, etc. nacionales y/o extranjeros de referencia científico-técnica en cada materia, pertenecientes a otra universidad o institución.				
PLANIFICACIÓN TEMPORAL	A partir del cuarto semestre				
RESULTADO DEL APRENDIZAJE	Adquirir una visión global de cómo trabajan otros grupos de investigación, fomentar el entendimiento y la colaboración con grupos multiculturales e impulsar el desarrollo de la tesis doctoral.				
OTRAS ACLARACIONES	Cada semana de estancia en otro laboratorio, centro, etc. tendrá una equivalencia de 20 horas.				
PROCEDIMIENTO DE CONTROL	<p>Control de asistencia y acreditación del aprovechamiento de las actividades realizadas por el doctorando, realizado por cada una de las unidades que participen en el desarrollo de la actividad, que emitirán certificados de asistencia y, en su caso, de aprovechamiento.</p> <p>La valoración global del doctorando, realizada por su tutor previo informe del director de la tesis, se incorporará al documento de actividades del doctorando, en los términos y con el alcance previsto en el Reglamento.</p>				

SEGUIMIENTO DEL DOCTORADO

Tesis doctoral

Para que una tesis doctoral pueda ser admitida a trámite de defensa deberá contar con al menos una de las siguientes evidencias de resultados directamente relacionados con la tesis:

- a) Un artículo admitido para su publicación definitiva en una publicación de reconocido prestigio.
- b) Una patente en explotación, demostrada mediante contrato de compraventa o contrato de licencia, o concedida por la Oficina Española de Patentes y Marcas mediante sistema de examen previo.
- c) El informe favorable de la CAPD.

Las contribuciones deben haber sido presentadas durante el periodo de realización de la tesis doctoral, y de todas ellas el alumno deberá justificar su relación con la misma.

La comisión académica del programa de doctorado (CAPD)

La Comisión Académica del Programa de Doctorado (CAPD) es nombrada por el director de la ESPOL, oída la Junta Docente. La CAPD forma parte de la estructura departamental de la ESPOL y está integrada por profesores doctores y será presidida por el Subdirector de Investigación y Doctorado, actuando como secretario el vocal de menor antigüedad.

Las funciones y responsabilidades de la CAPD son las siguientes:

1. Organizar las actividades del PdD.
2. Admitir a los alumnos al PdD, asignando a cada uno una línea de investigación, que se le notificará de manera oficial.
3. Asignar un Tutor y un Director de Tesis a cada estudiante admitido, que tendrán que cumplir con los requisitos establecidos en la normativa.

4. Actuar como enlace entre los estudiantes y los directores de tesis, con el fin de monitorizar los progresos de los estudiantes; apoyar a los directores de tesis y, mejorar y facilitar la experiencia en la formación investigadora del estudiante.

5. Facilitar en la medida que sea posible la movilidad del doctorando.

6. Supervisar el progreso del doctorando mediante la evaluación de los informes anuales, que el estudiante está obligado a presentar ante la CAPD, en las fechas que se establezcan.

7. Facilitar la realización de actividades formativas de carácter transversal, mediante la propuesta de cursos, seminarios, etc.

8. Supervisar las actividades formativas del alumno, evaluándolas anualmente.

9. Elaborar, analizar y en su caso aprobar, y entregar en tiempo y forma la información resultante de las reuniones que mantenga la CAPD para su valoración, tanto en lo referente a las solicitudes que los alumnos deseen formular (prórroga, bajas temporales, cambios de dedicación) como a los documentos de obligada cumplimentación (en particular, informes anuales y documentación para la defensa de la tesis).

10. Nombrar a los responsables de la evaluación del trabajo de tesis doctoral (comisión de expertos para prelectura o equivalente), y al tribunal de tesis, y verificar que dichas evaluaciones se hayan realizado.

11. Verificar las menciones de las tesis (Cum laude, Doctorado Internacional, Industrial).

12. Ofrecer mecanismos para la identificación y resolución de cualquier problema o conflicto de intereses que pueda surgir en el desarrollo de la tesis doctoral.

EL TUTOR

En el momento de su admisión al PdD, a cada doctorando le será asignado por la CAPD un tutor de la ESPOL, doctor y con acreditada experiencia inves-

tigadora a quien corresponderá velar por la interacción del doctorando con dicha comisión académica.

El Tutor se compromete a supervisar con regularidad el proceso formativo del doctorando, facilitando la orientación y el asesoramiento necesario para que sea coherente con los principios y contenidos del PdD.

La CAPD podrá modificar el nombramiento del tutor de un doctorando en cualquier momento del periodo de realización del doctorado, siempre que concurran razones justificadas.

EL DIRECTOR DE TESIS (DdT)

En el plazo máximo de seis meses desde su admisión, la CAPD asignará a cada doctorando un DdT que podrá ser coincidente o no con el tutor.

Dicha asignación podrá recaer sobre cualquier doctor español o extranjero, con experiencia acreditada investigadora, con independencia de la universidad, centro o institución en que preste sus servicios, siempre y cuando cumpla los criterios del PdD. Dicho director pasará a formar parte del profesorado del programa a todos sus efectos.

El DdT deberá:

a) Supervisar las diferentes actividades formativas realizadas por el doctorando antes de la ejecución de las mismas, tanto las establecidas por el propio PD como otras externas, movilidad, etc. Esta ayuda permitirá al doctorando identificar cuáles son las más adecuadas para el mejor desarrollo de su tesis y para la obtención de una formación en el ámbito de I+D, que le permita adquirir una capacidad investigadora autónoma y responsable

b) Realizar un seguimiento continuo de la labor realizada por el doctorando a través de reuniones periódicas, para valorar el avance de la investigación e identificar y resolver los posibles problemas detectados en la ejecución de la tesis. El DdT discutirá con el doctorando las iniciativas planteadas por éste en el desarrollo de la investigación, ayudándole a identificar las mejores soluciones.

c) Valorar y proponer, a la CAPD, la conveniencia de una codirección de la tesis con otro investigador por razones de índole académica, por su naturaleza interdisciplinar, de inter-institucionalidad, internacionalidad, etc. de la tesis.

d) Asegurar la calidad de la tesis doctoral, atendiendo a los procedimientos de control establecidos por el PdD y por el Reglamento de Elaboración y Evaluación de la Tesis Doctoral a esos efectos. En este sentido, el director debe tener presente que la tesis debe capacitar al doctorando para el trabajo autónomo en el ámbito de la I+D+i.

e) Proponer evaluadores externos, incluidos del ámbito internacional, para garantizar la calidad del documento final e introducir en la cultura del doctorando la importancia de la evaluación experta y objetiva en el trabajo de investigación. Esta propuesta tendrá que ser validada por la CAPD y por la ESPOL.

EL CODIRECTOR DE LA TESIS DOCTORAL (CO-DDT)

La tesis podrá ser codirigida por otro doctor, con experiencia investigadora acreditada, cuando concurran razones de índole académico, como puede ser el caso de la interdisciplinariedad temática o los programas desarrollados en colaboración nacional o internacional, a petición del centro responsable a la CAPD.

La CAPD podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses.

Dicha autorización podrá ser revocada con posterioridad si a juicio de la CAPD la codirección no beneficia el desarrollo de la tesis.

Se podrá solicitar a la CAPD el cambio de director de tesis, hasta el momento previo al depósito de la misma. La CAPD podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses.

DOCUMENTO DE ACTIVIDADES DE DOCTORADO (DAD)

Una vez admitido en el programa, se materializará para cada doctorando un DAD personalizado a efectos del registro individualizado de control.

En él se inscribirán todas las actividades de interés para el desarrollo del doctorando.

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN (PDI)

Antes de la finalización del primer año, el doctorando elaborará un Pdi que incluirá, al menos, la metodología a utilizar y los objetivos a alcanzar, así como los medios y la planificación temporal para lograrlo.

El Pdi se podrá mejorar y detallar a lo largo de su estancia en el programa.

EVALUACIÓN ANUAL DEL DOCTORANDO

Anualmente la CAPD evaluará el Pdi y el DAD de cada doctorando, junto con los informes que a tal efecto deberán emitir el tutor y el DdT.

La evaluación positiva será requisito indispensable para continuar en el programa. En caso de evaluación negativa, que será debidamente motivada, el doctorando deberá ser de nuevo evaluado en el plazo de seis meses, a cuyo efecto elaborará un nuevo Pdi.

En el supuesto de producirse nueva evaluación negativa, el doctorando causará baja definitiva en el programa.

NORMATIVA DE REFERENCIA

Normativa universitaria

- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Real Decreto 1837/2008, de 8 de noviembre, por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español la Directiva 2005/36/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de septiembre de 2005, y la Direc-

tiva 2006/100/CE, del Consejo, de 20 de noviembre de 2006, relativas al reconocimiento de cualificaciones profesionales, así como a determinados aspectos del ejercicio de la profesión de abogado

- Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.
- Real Decreto 581/2017, de 9 de junio, por el que se incorpora al ordenamiento jurídico español la Directiva 2013/55/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE relativa al reconocimiento de cualificaciones profesionales y el Reglamento (UE) n.º 1024/2012 relativo a la cooperación administrativa a través del Sistema de Información del Mercado Interior (Reglamento IMI).
- Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad DA 11^a

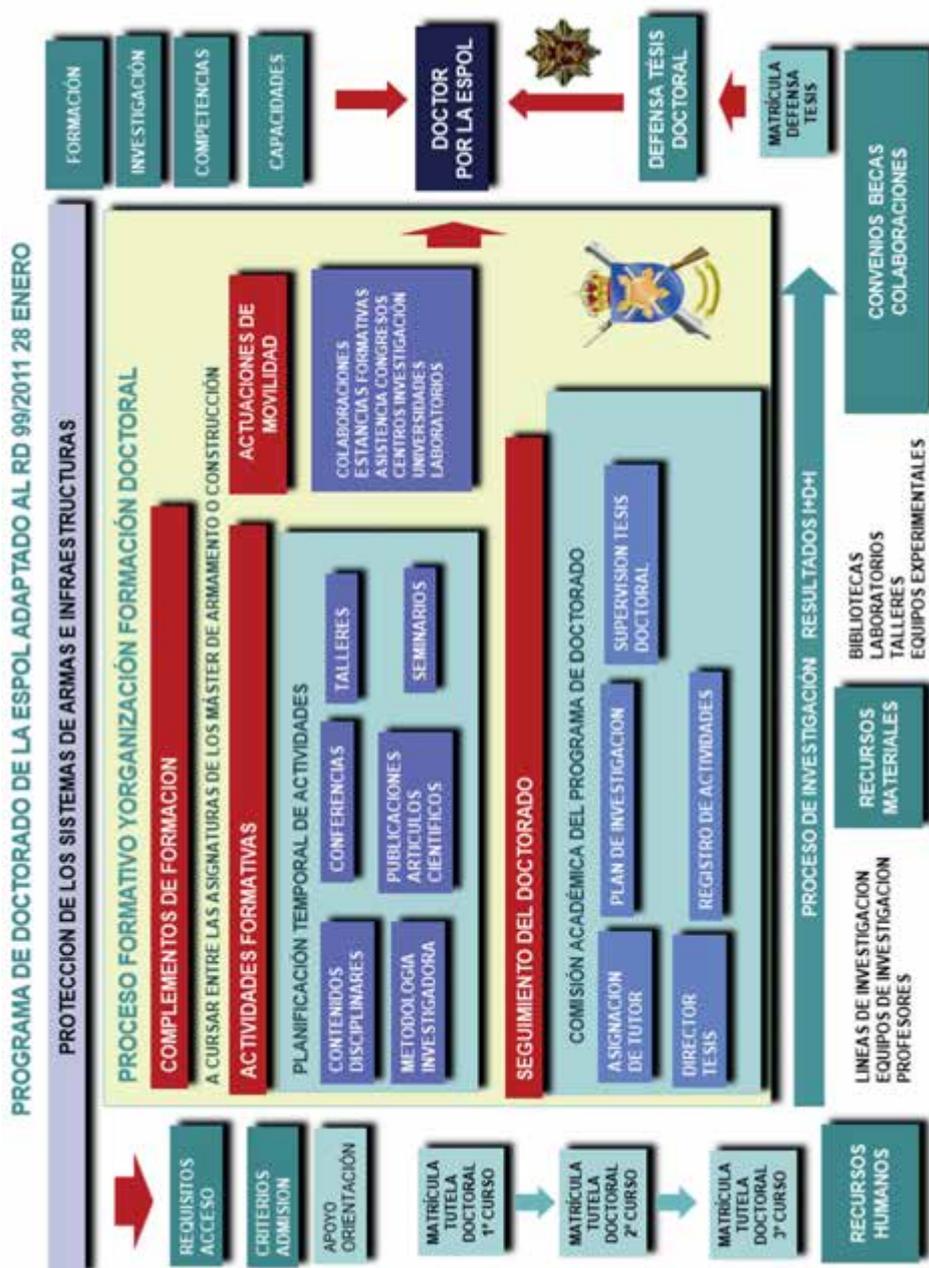
Normativa del ministerio de defensa

- Decreto 3058/1964, de 28 de septiembre, por el que se constituyen como Escuelas Técnicas Superiores la Politécnica del Ejército y la de Ingenieros de Armamento y Material e Ingenieros de Construcción y Electricidad y se establecen las condiciones para otorgar el título de Doctor a los Ingenieros de Armamento y Construcción del Ejército y a los de Armas Navales.
- Real Decreto 1754/1998, de 31 de julio, por el que se incorporan al derecho español las Directivas 95/43/CE y 97/38/CE y se modifican los anexos de los Reales Decretos 1665/1991, de 25 de octubre y 1396/1995, de 4 de agosto, relativos al sistema general de reconocimientos de títulos y formaciones profesionales de los estados miembros de la Unión Europea y demás Estados signatarios del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo.

- Ley 39/2007, de 19 de noviembre, de la carrera militar.
- Orden DEF/193/2018, de 20 de febrero, por la que se adaptan las condiciones de obtención y expedición del título de Doctor por la Escuela Politécnica Superior del Ejército y por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales, a lo dispuesto en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales

de doctorado, y en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (BOE de 28 de febrero de 2018).

- Instrucción 26/2018, de mayo, del Subsecretario de Defensa, por la que se establecen los departamentos y secciones departamentales de la Escuela Politécnica Superior del Ejército. ■



Esquema de organización y desarrollo del Programa de Doctorado de la Escuela Politécnica Superior del Ejército de Madrid

ACTO INSTITUCIONAL DEL CUERPO 2020



 *Figura 1.- Acto Institucional del CIP conmemorativo del 81º aniversario de su creación.*

El 24 de septiembre de 2021, como en años anteriores desde 2007 excepto en 2020 por la crisis sanitaria, tuvo lugar en la Escuela Politécnica Superior del Ejército (ESPOL) el Acto Institucional del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos conmemorativo del 81º aniversario de su creación.

El Acto fue presidido por el GE JEME Excmo. Sr. D. Francisco Javier Varela Salas y, además de la conmemoración del 81º aniversario de la creación del CIP, se efectuaron las siguientes celebraciones aplazadas del año 2020 por la pandemia:

- Renovación del juramento a la bandera del personal de las promociones que cumplieron 50 años de su egreso: XXV promoción de la EOF y XVIII promoción de la EOT.
- Renovación del juramento a la bandera del personal de las promociones que cumplieron 40

años de su egreso: XXXV promoción de la EOF y XXVIII promoción de la EOT.

- Renovación del juramento a la bandera del personal de las promociones que cumplieron 25 años de su egreso: L, LI y LV promociones de la EOF.
- Renovación del juramento a la bandera del personal que pasó a la reserva entre septiembre de 2019 y septiembre de 2020.
- Entrega del premio «General Fernández de Medrano» al Ilmo. Sr. coronel del CIPET retirado D. Alfonso Blázquez Fontao.
- Entrega de los títulos de «Ingeniero de Armamento y Material» o «Ingeniero de Construcción y Electricidad» a los oficiales que terminaron sus estudios en diciembre de 2019.

El acto se inició con la renovación del juramento a la bandera del personal de las promociones que celebraron sus respectivos aniversarios de egreso

de la ESPOL, así como del que pasó a la situación de reserva.

A continuación, el GE JEME hizo entrega del premio «General Fernández de Medrano», consistente en un emblema de bronce del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos, en volumen sobre peana. El premio se otorga cada cinco años y se concedió, mediante Resolución 516/10190/20 de 30 de junio del Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra, al Ilmo. Sr. coronel del CIPET retirado D. Alfonso Blázquez Fontao.



Figura 2.- Entrega del premio «General Fernández de Medrano».

Posteriormente se procedió a la entrega de los títulos de «Ingeniero de Armamento y Material» o

«Ingeniero de Construcción y Electricidad» a los oficiales que terminaron sus estudios en diciembre de 2019.



Figura 3.- Entrega de títulos de ingeniero.

Después de la entrega de títulos, el más antiguo de la L promoción que celebraba las bodas de plata (25 años del egreso de la ESPOL), Ilmo. Sr. coronel del CIPET D. Emilio Larriba de la Rubia, y un hijo del galardonado con el premio «General Fernández de Medrano» pronunciaron sendas alocuciones.

Tras las anteriores alocuciones, el Excmo. Sr. GD D. Rafael Tejada Ximénez de Olosa, como General Inspector del CIPET, dirigió a los asistentes unas palabras.



Figura 4.- Alocución del General Inspector del CIPET.

Destacó lo siguiente sobre el futuro de la ingeniería militar: «[...]. La cuarta revolución industrial en la que estamos inmersos, con la irrupción de nuevas tecnologías como la 5G y las tecnologías disruptivas de la denominada industria 4.0, cambiarán necesariamente los modos y medios de actuación de los Ejércitos. Los tres grandes proyectos actuales del ET (transformación digital, fuerza 2035 y el proyecto tecnológico de la base logística del ET) suponen grandes retos que nos harán avanzar hacia grandes desarrollos y evolución de las tecnologías de la información, de nuevos materiales y sistemas de armas, de nuevas tecnologías para el combate y para el combatiente, de infraestructuras inteligentes, de la digitalización de la logística y sus procesos, de la mejora de la eficiencia y el ahorro energético, así como de un desarrollo importante de la política medioambiental. [...]».

Habló sobre la especificidad del CIP: «[...]. Los componentes del Cuerpo, desde su creación, resultan ser un recurso crítico para hacer frente a la creciente y continua demanda de ingenieros en los centros, organismos y unidades tanto del Ejército como del Ministerio de Defensa. Por otra parte, la disponibilidad presupuestaria y las plantillas son las que son, lo que impide el crecimiento de las mismas que creemos sería necesario abordar. Somos un Cuerpo facultativo específico del Ejército, en el que nuestra función debe situarse y corresponder al más alto nivel de la ingeniería en el Ejército. Nuestras competencias no son sustituibles o reemplazables. [...]».

Asimismo, indicó que: «[...], ya se han adoptado medidas que permitirán aprovechar con mayor eficacia los recursos del Cuerpo y que afectarán a sus componentes. Entre ellas quiero señalar:

- El cambio del plan de estudios de la Escuela Politécnica para el ingreso en el Cuerpo. Se ingresará en la Escuela, aunque aún está en trámite de aprobación, con un grado habilitante en las ingenierías que se determinen en cada convocatoria. La formación, de acuerdo con el nuevo plan de estudios aprobado, constará de un año académico en la AGM y dos años en esta Escuela Politécnica para cursar el máster de Ingeniería de Armamento y Material o de Ingeniería de Construcción y Electricidad y obtener el título correspondiente. Superada esta formación de tres años, tres cursos académicos completos, se ingresará

en el CIPET. Este cambio en la formación de los oficiales del CIPET, es ya una realidad implantada desde este curso académico, que ya han empezado a cursarlo los componentes de la futura 82 promoción (actualmente en el primer año de la AGM y que vendrán a esta Escuela en septiembre de 2022 para cursar el primer año del máster).

- Otra medida adoptada ha sido la realización de un curso específico de especialización para el segundo tramo de trayectoria (ETRAY), es decir, para los empleos superiores (Cte, Tcol y Cor). Este curso de Especialista Militar en Gestión de Programas se está impartiendo anualmente en esta Escuela Politécnica desde el año 2019.
- También, el establecimiento para el CIPET de puestos de especial interés (PEI) en determinados destinos relevantes para el ET, en los empleos de coronel y teniente coronel, al igual que en el resto de cuerpos del Ejército.
- Y el acceso al curso y la obtención del diploma de Estado Mayor, para los componentes del CIPET, que ya es una realidad.

Aún faltan muchas medidas más por estudiar y adoptar en el CIPET. [...]».

Para finalizar, se cantó el himno del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos.

Debido a la lluvia el acto se desarrolló en los talleres, sin la presencia de fuerza ni desfile. Asimismo, por las restricciones aún vigentes relativas a la crisis sanitaria, no se invitó a todos los miembros del CIP y tampoco hubo acto social. ■



 Figura 5.- XXV promoción EOF (50 años egreso).



Figura 6.- XXXV promoción EOF (40 años egreso).



Figura 7.- XXVIII promoción EOT (40 años egreso).



Figura 8.- L promoción EOF (25 años egreso).



Figura 9.- LI promoción EOF (25 años egreso).



Figura 10.- LV promoción EOF (25 años egreso).



Figura 11.- Pase a la reserva.

TOMA DE POSESIÓN DE LA SITITES

El pasado 21 de octubre de 2021 se llevó a cabo, presidido por el general jefe de la Jefatura de Ingeniería del MALE (JIMALE), Excmo. Sr. general de división D. Rafael Tejada Ximénez de Olaso, el acto de toma de posesión del cargo de jefe de la Sección de Ingeniería de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Simulación (SITITES) de la Jefatura de Ingeniería del MALE, por el Ilmo. Sr. coronel CIPET D. Antonio Carlos Cerrudo González-Granda, asignado por Resolución 562/09100/21 de fecha 8 de junio de 2021.

Esta asignación se ha realizado en virtud de la Directiva 02/21, de 16 de febrero del Jefe de Estado Mayor del Ejército, sobre «Criterios para la asignación de destinos de coronel a Puestos de Especial Interés para el Ejército de Tierra».



Durante su discurso de toma de posesión, el coronel empezó agradeciendo al general jefe de la JIMALE la extraordinaria oportunidad brindada con ese nombramiento, y a su familia y a todos los jefes y subordinados que ha tenido hasta el día de la fecha, la confianza y el apoyo que le han manifestado y permitido llegar a ocupar semejante puesto.

Además, transcurridos 25 años, expresó que le era muy grato volver al sitio donde empezó su carrera

militar, el MALE, para asumir esta vez la jefatura de la SITITES.

Quiso manifestar que los desafíos que se tenían en los años 90, seguían siendo muy parecidos en esencia a los actuales, y se centran básicamente en tratar de conciliar las legítimas expectativas de los usuarios de los futuros sistemas, equipos y servicios, de las direcciones técnicas de los contratos que deben siempre aspirar a un cumplimiento inteligente de lo estipulado, y de las empresas que intentan rentabilizar al máximo posible el esfuerzo de su trabajo y el riesgo asumido.

Si bien los desafíos permanecen prácticamente iguales, se congratuló en la forma de abordarlos desde el ámbito del MALE, y que se ha profesionalizado sin duda alguna, con estructuras y medios mejor adaptados a la complejidad y exigencia del momento en que vivimos.

Otro aspecto fundamental que quiso destacar y donde espera que se pueda contribuir activamente desde la SITITES, es el de la tecnología. Si se quieren equipos y servicios eficaces y punteros, éstos tendrán que integrar las tecnologías necesarias que dependerán de la capacitación de la base tecnológica industrial del momento.

Hizo hincapié en las tecnologías relativas a la computación cuántica, la inteligencia artificial, el 5G y el Big Data que de aquí a cinco/diez años, supondrán un cambio radical y disruptivo en la sociedad en general, y que, con mayor razón, tendrán su reflejo en los nuevos sistemas de armas y equipos que se requerirán para nuestras Fuerzas Armadas.

Por último y, para terminar, indicó que las restricciones presupuestarias cronificadas de un tiempo a esta parte y agravadas por la pandemia, no podían ser la excusa para no perseguir la excelencia, sino todo lo contrario, tenían que servir de estímulo para incorporar más ingeniería a los procesos existentes o lo que viene a ser lo mismo, ser más eficientes, metódicos y escrupulosos en el desarrollo de nuestro trabajo diario.

El acto finalizó con un sencillo café en los comedores del Cuartel General del Ejército. ■

TOMA DEL MANDO DE LA COBRAS Nº 4 – VALLADOLID

El pasado día 27 de enero de 2022 tuvo lugar la toma del mando de la Comandancia de Obras nº 4, con sede en Valladolid, por el Ilmo. Sr. coronel CIPET D. Santiago Martínez Almajano.

El acto estuvo presidido por el Director de Infraestructura del Ejército de Tierra, Excmo. Sr. general de brigada D. Joaquín de la Torre Fernández. En primer lugar, se formalizó la firma de la cédula de toma de posesión en la «Casa Taller de Berruguete», sede de la Comandancia, y, a continuación, en el Salón del Trono del Palacio Real de Valladolid, Sede de la Cuarta Subinspección General del Ejército de Tierra, se realizó el juramento del cargo por parte del coronel y la consiguiente fórmula de toma de posesión pronunciada por el general Director de Infraestructura del Ejército de Tierra. Tras una alocución del coronel y, seguidamente, la del general Director de Infraestructura, se dio por concluido el acto militar.



Al acto asistieron los jefes de todas las Comandancias de Obras, mandos jefes de Unidad de la Plaza, así como amigos y familiares invitados del coronel Almajano.

Pese al reducido aforo, consecuencia de las medidas sanitarias adoptadas por la pandemia, la celebración supuso un estímulo para todos los miembros de la Unidad por la presencia y entrañables palabras de aliento del general Director. ■

TOMA DEL MANDO DE LA UNIDAD DE INGENIERÍA DEL PCMASA 1



Primer relevo en la unidad de ingeniería de un OLC del Ejército de Tierra. Este primer relevo se produce tras haber sido considerado puesto de especial interés, el mando de la unidad de ingeniería del PCMASA1.

Así, el día 9 de septiembre del 2021, tuvo lugar el acto de entrega del mando de la unidad de ingeniería del PCMASA 1 entre el teniente coronel D. Manuel Mateo Girona (saliente) y el teniente coronel D. Tomás Duaso Aguado (entrante).

El acto fue presidido por el coronel jefe del Parque y Centro de Mantenimiento de Sistemas Acorazados nº 1, Ilmo. Sr. D. Pedro De La Pisa Pérez De Los Cobos. La fuerza participante estuvo compuesta por la unidad de ingeniería al completo y una representación del resto de unidades del Parque.

Tras tres años al mando de la UING, el teniente coronel Mateo cesa en el mismo dejando atrás una gran cantidad de objetivos conseguidos, tales como la mejora de la cohesión de la unidad y estudios y proyectos, conducentes a la modernización de equipos y procesos para el Parque y también de cara a la futura Base Logística del ET, sobreponiéndose a las dificultades vividas en estos últimos años.

La continuidad de la labor desarrollada por el teniente coronel Mateo, será llevada a cabo por el teniente coronel Duaso, lo cual supone un importante reto para él. En su alocución, el Tcol Duaso tuvo palabras de agradecimiento para el Tcol Mateo por el relevo realizado, poniéndose a disposición del PCMASA 1 para todo aquello que se le requiera. ■

TOMA DE POSESIÓN DE LA SISIS

El pasado 2 de diciembre se llevó a cabo, presidido por el general jefe de la Jefatura de Ingeniería del MALE, el Excmo. Sr. general de división D. Rafael Tejada Ximénez de Olaso, el acto de toma de posesión del cargo de jefe de la Sección de Ingeniería de Sistemas de la Jefatura de Ingeniería del MALE por el hoy Ilmo. Sr. coronel CIPET D. Ángel Francisco Barca Latorre, asignado por Resolución 562/09100/21 de fecha 8 de junio de 2021. Asignación realizada en virtud de la Directiva 02/21, de 16 de febrero del Jefe de Estado Mayor del Ejército, sobre «Criterios para la asignación de destinos de coronel a Puestos de Especial Interés para el Ejército de Tierra».



Al acto, celebrado en el Salón de Actos del Palacio Buenavista (Madrid), acudieron como autoridades militares, el 2º jefe de la JIMALE, Excmo. Sr. general de brigada D. Jesús Carlos Gómez Pardo y el Director de Infraestructura, Excmo. Sr. general de brigada D. Joaquín de la Torre Fernández. Asimismo, estuvo

presente todo el personal tanto militar como civil de la JIMALE, además de familiares y compañeros del coronel.

En su discurso de toma de posesión, el coronel comenzó agradeciendo la presencia de los asistentes y en especial la confianza puesta en su nombramiento al general Tejada Ximénez de Olaso.

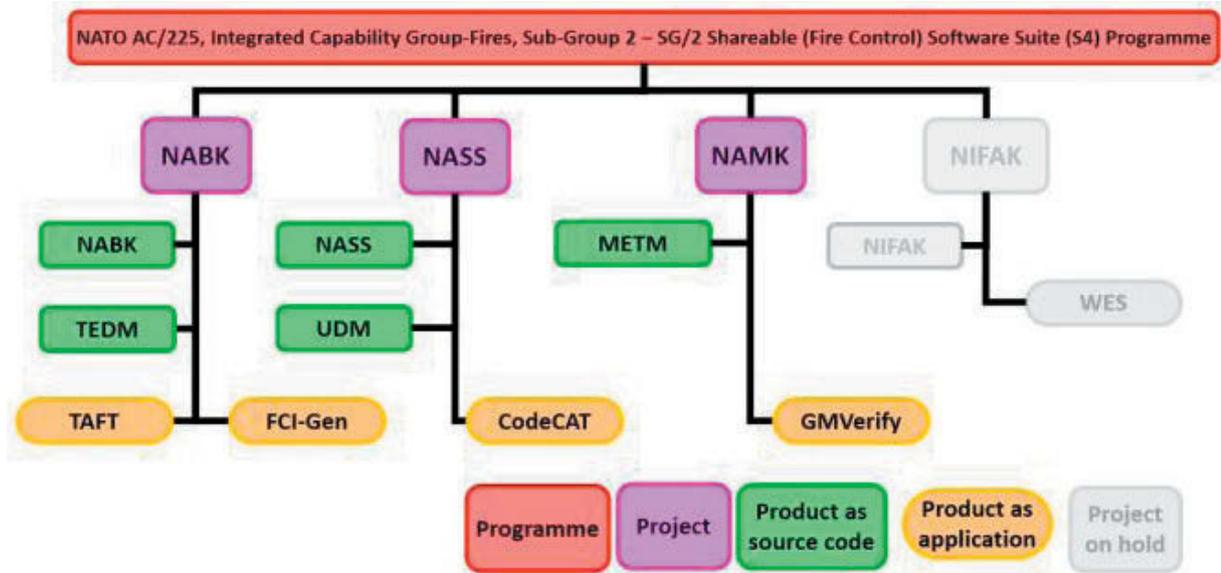
Empezó haciendo un resumen de los ámbitos de trabajo durante su vida militar hasta llegar a la nueva faceta que comienza desde ahora, la Ingeniería de Sistemas. Señaló los retos a abordar dentro de la Sección en lo referente al crecimiento tecnológico y la ingeniería del ciclo de vida de los sistemas, sin olvidar los servicios técnicos (Calidad, catalogación y normalización).

Al dirigirse al personal de su Sección les alentó a afrontar el trabajo diario con iniciativa, motivación y liderazgo, teniendo en cuenta el trabajo en equipo, los propósitos del mando y la Institución a la que representan. Destacó en este punto como retos importantes en la actualidad el Proyecto Tecnológico Base Logística y la oficina técnica de apoyo al ciclo de vida del vehículo de combate sobre ruedas 8x8 Dragón.

Terminó la alocución con un recuerdo de quien ha tomado el relevo de la Sección, el coronel D. José Carlos Espinosa Barrueco. Tuvo asimismo unas palabras de agradecimiento para el general Tejada Ximénez de Olaso por todo lo que ha supuesto trabajar bajo su mando durante tantos años. Por último, agradeció emocionadamente a su familia el haber contribuido a su realización como persona y como militar.

Previo a la clausura del acto, tomó la palabra el general Tejada Ximénez de Olaso para animar al coronel a ejercer un mando cercano pero firme para la consecución de los futuros logros en beneficio del Ejército y de España. ■

FCIGen, producto OTAN desarrollado íntegramente por la JIMALE



S4 o SG/2 *Shareable Software Suite* es un grupo de OTAN dedicado al desarrollo de software balístico. Este grupo está encuadrado dentro del subgrupo 2 (SG/2) del AC/225-NAAG (*NATO Army Armaments Group*) ICG-IF (*Integrated Capability Group – Indirect Fire*).

El producto más conocido de S4 es la biblioteca de software NABK (*NATO Armaments Ballistic Kernel*), aunque hay otros muchos enfocados en balística de efectos, meteorología, etc.

NABK no solo da nombre a un producto, sino a un proyecto del cual depende el desarrollo de otros productos. Uno de dichos productos es FCIGen (*Fire Control input Generator*), que es un producto desarrollado enteramente por la Jefatura de Ingeniería del MALE y que ha sido incluido dentro de la estructura de SW S4.

El objeto de FCIGen es proporcionar un software común, dentro de la OTAN, para la caracterización balística de municiones, ayudando a la producción de FCI (*Fire Control Input*). El FCI permite al calculador balístico NABK hallar soluciones de tiro y calcular trayectorias balísticas para un sistema de fuego determinado.

FCIGen analiza de forma semiautomática toda la información procedente de ensayos de fuego de caracterización balística y calcula muchos de los datos necesarios para la construcción de un FCI.

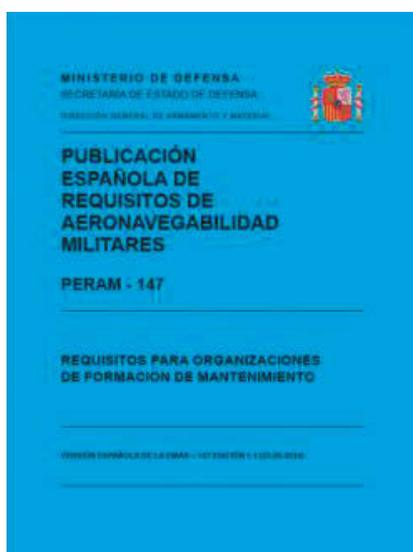
En la reunión del S4 Programme Review celebrada en septiembre de 2021 y en la que participaron representantes de 17 naciones: AUS, CAN, DEU, DNK, ESP, EST, FIN, FRA, GBR, GRC, HRV-Croacia, ITA, NLD, NOR, SWE, TUR y USA con un total aproximado de 75 personas, España hizo entrega de la versión 0.2 de FCIGen que contenía las propuestas de cambio, aportadas por los diferentes países participantes.

Los países participantes dentro de la alianza han destacado el compromiso y la participación activa de España dentro del grupo S4 en lo que respecta al desarrollo de las herramientas que componen FCIGen para la caracterización balística de munición.

El *Chairman* del SG/2 Jason Fonner (USA) y jefe en la división de balística y tablas de tiro del *U.S. Army Combat Capabilities Development Command* expuso la decisión tomada por Estados Unidos de utilizar FCIGen en el desarrollo nacional de FCIs (*Fire Control Inputs*) y su apoyo en la generación de requisitos para la evolución del producto FCIGen. ■

LA JEFATURA DE INGENIERÍA DEL MALE APOYA A LA ACADEMIA DE LOGÍSTICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA PERAM 147

La Jefatura de Ingeniería del MALE (JIMALE) presta su apoyo a la Academia de Logística del Ejército de Tierra (ACLOG) en la figura de un oficial del Cuerpo de Ingenieros Politécnicos del Ejército de Tierra (CIPET) durante una semana al mes, desde el pasado mes de septiembre de 2020, para la implantación de la Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares (PERAM) 147.



El mencionado Centro de Enseñanza Militar debe certificarse como Organización de Formación en el Mantenimiento de Aeronaves (OFM) conforme a lo previsto en dicha PERAM 147, para poder formar al futuro personal de mantenimiento de aeronaves militares y poder expedir las Licencias de Mantenimiento (LMAN) previstas en la PERAM 66.

Para ello, la mencionada PERAM 147 requiere que la OFM cree un Sistema de Calidad. La labor del oficial CIPET de JIMALE designado al efecto consiste en la definición, creación y apoyo a la implantación de ese sistema de calidad que incluya unos procedimientos aceptables para la Autoridad para la Aeronavegabilidad de la Defensa, sobre el que basar la futura certificación PERAM 147 de la ACLOG. ■

LA JEFATURA DE INGENIERÍA DEL MALE PRESENTE EN LAS JORNADAS DE ORIENTACIÓN PROFESIONAL EN LA ESCUELA POLITÉCNICA DE CÁCERES

Enmarcada en las actividades realizadas con motivo de la semana cultural de la Escuela Politécnica de Cáceres, el 14 de abril de 2021 se solicitó a la Subdelegación de Defensa de la ciudad la organización de una jornada de orientación profesional en el Ejército.

Con la finalidad de mostrar la experiencia en el desarrollo de sus cometidos, expectativas, responsabilidades y vicisitudes profesionales, la Subdelegación de Defensa contó con la presencia de los capitanes CIPET D. Martín Díaz Cuesta (JCISAT) y D. Saúl Álvarez Vinuesa (JIMALE).

Después de las presentaciones por parte del Subdirector de la Escuela y del Subdelegado de Defensa de Cáceres, el Col. Manuel del Pozo, comenzó la conferencia el brigada Viñuelas, destinado en la Subdelegación, explicando las diferentes vías de incorporación a las FAS, centrándose en el acceso de personal con titulación superior.

El capitán Díaz inició la parte de la conferencia correspondiente a la presentación de los Ingenieros Politécnicos, comentando la estructura del CIP, cometidos generales y una visión particular sobre los valores y el espíritu militar que aporta al Ejército.

Continuó la conferencia el capitán Álvarez, mostrando los diferentes destinos a los que puede optar el personal del CIP en sus diferentes escalas, centrándose en los cometidos específicos de cada uno de ellos.

Como complemento a la presentación, ambos capitanes comentaron proyectos destacados en los que han participado, así como las experiencias vividas en sus destinos.

Finalizó la conferencia el coronel del Pozo, añadiendo la posibilidad de acceso a la escala de oficiales del Cuerpo General del ET con titulación. ■

ACTIVIDADES CEFAPIMALE 1ER TRIMESTRE DE 2021

El Centro de Fabricación de piezas del MALE, a través de los diferentes OLCs y bajo la dirección y coordinación del PCMAYMA, comenzó el año 2021 pleno de actividad. A las labores cotidianas de diseño, definición y fabricación de piezas, se unieron otras diferentes, al objeto de vertebrar el trabajo futuro. Las tareas que han ocupado los primeros meses del año 2021 han sido fundamentalmente las siguientes:

- Actualización de la Guía 02-19 de fabricación de piezas con medios propios en el Mando de Apoyo Logístico del Ejército. La última versión de este documento la simplifica y resume, de manera que su lectura resulte más cómoda y sencilla al lector. Además, se ha aprovechado para adecuar ciertos puntos, fruto de la experiencia del trabajo realizado hasta ahora, por ejemplo, el incluir a la BRILOG con sus AALOG y capacidades de fabricación que poseen: los contenedores que despliegan en Zona de Operaciones. Esta guía resulta fundamental, puesto que define cómo debe ser el flujo de trabajo para cada pieza desde la necesidad inicial hasta la entrega del repuesto fabricado.
- Incorporación de la biblioteca de piezas de la BRILOG. Las AALOG 41 y 21 en sus labores cotidianas de apoyo durante ejercicios y en zona, han acumulado un conjunto de piezas e ideas de piezas que constituyen una buena base sobre la que trabajar y ampliar el catálogo de piezas fabricables del MALE. Por ello, los OLCs están en pleno proceso de estudio de cada pieza con el objetivo final de incorporarlas.
- Diseño, creación y fase de pruebas del catálogo de piezas CEFAPIMALE. El PCMAYMA transmitió los requisitos y necesidades para una base de piezas a la Sección de Sistemas de Información (SESI del MALE). En cuestión de semanas se creó un prototipo que actualmente se encuentra en fase de pruebas. Después de una depuración inicial, se dio acceso a todos los OLCs y la BRILOG, de manera que el PCMAYMA recopilará próximamente sus comentarios e ideas de posibles mejoras. La

base está orientada a almacenar todo tipo de piezas fabricadas, desde las propias de fabricación aditiva, que requieren mucha más información, hasta las obtenidas por técnicas convencionales.



- Adquisiciones. Dentro de este apartado cabe destacar la adquisición por parte del PCMASA 2 de nuevos equipos y software para escanear y hacer ingeniería inversa y la de dos máquinas nuevas para las que el PCMAYMA ha lanzado una licitación. Con esta última compra se pretende evaluar la fabricación a partir de resinas, sobre todo para producir repuestos con comportamiento de elastómero y la producción de materiales compuestos más ligeros y resistentes. ■

REUNIÓN DE LA MALLA DE INGENIERÍA DE LA RED DE APOYO DEL SALE, MISALE 02/21

El día 19 de octubre de 2021 en horario de 09:00 a 17:00 horas, tuvo lugar una nueva reunión de la Malla de Ingeniería de la red de apoyo del SALE, denominada MISALE 02/21.

La finalidad de estas reuniones periódicas es alinear las actividades de ingeniería, facilitar sinergias

y optimizar los esfuerzos de los subsistemas del SALE para mejorar la gestión de la ingeniería del ciclo de vida de los sistemas de armas y demás materiales responsabilidad del MALE.

Por ello, se convocó a la misma a los oficiales del CIPET jefes de Unidades de Ingeniería, jefes de las Jefaturas de Ingeniería o cargos equivalentes de las Unidades del SALE (OLC, AALOG, OAE y GL).

Se celebró en el Salón de Actos Buenavista del CGE, con la asistencia presencial del personal destinado en la Jefatura de Ingeniería del MALE y mediante videoconferencia para el resto del personal.

La reunión estuvo presidida por el Excmo. Sr. general de división Jefe de Ingeniería del MALE D. Rafael Tejada Jiménez de Olaso y fue clausurada por el Excmo. Sr. teniente general Jefe del MALE D. Fernando Miguel García y García de las Hijas. ■

ESTADO DE DESARROLLO DE BMS-ET, FASE II

Continúan avanzando los trabajos de desarrollo de la fase II del Sistema de Mando y Control de Pequeña Unidad BMS-ET, bajo la dirección técnica de un oficial de la Sección de Ingeniería de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Simulación (SITITES) de la JIMALE.

En esta actualización del software se incorporan nuevas funcionalidades, como la posibilidad de cambiar en «caliente» el ORBAT de la misión para mayor flexibilidad, un subsistema logístico interoperable con SIGLE para realizar la gestión de inventarios y peticiones de mantenimiento y abastecimiento, un subsistema de planeamiento revisado o la incorporación de protocolos de interoperabilidad adicionales como JDSS o VMF, para maximizar la integración con el resto de sistemas de mando y control.

También se han orientado los esfuerzos a robustecer el software y dotarlo de mayor estabilidad,

mediante la corrección de *bugs* presentes en anteriores versiones, incorporación de un subsistema de autodiagnóstico (BITE) y diversos cambios en los interfaces de usuario (IHM) que dotarán de mayor información y flexibilidad al operador y administrador del sistema.



Desde el punto de vista de la ingeniería, cabe destacar el esfuerzo invertido en potenciar el rendimiento del sistema mediante ajustes a bajo nivel. Para un sistema que debe dar servicio a una unidad tipo Batallón o Grupo Táctico completo, con una media de 58 nodos funcionando concurrentemente durante largos periodos de tiempo y remitiéndose información crítica, resulta imprescindible transmitir el máximo contenido en el mínimo continente, aprovechar todo el espectro de comunicaciones y realizar un óptimo acceso al medio. Con este fin, se ha actuado en colaboración con la dirección técnica del Sistema Gestor de Comunicaciones del ET (GSCOMET), de manera que ambos sistemas intercambien información (TRAPS) sobre calidades de servicio y estado de la red a través del protocolo de señalización SNMP, lo que permitirá a cada sistema realizar los ajustes necesarios para adaptarse a la máxima capacidad posible de la red.

También es de reseñar la integración con los medios radio AN/PRC-117 y RF-7800H, en sus formas de onda de banda ancha (ANW2C y 3GWBIP), que darán soporte a los servicios con altas tasas de transferencia de datos. ■



Escuela Politécnica Superior del Ejército: proyecto original (imagen superior), ESPOL en 1961 (imagen inferior).

