



**DIRECCIÓN GENERAL DE  
ARMAMENTO Y MATERIAL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE  
TECNOLOGÍA Y CENTROS**

Nº 6. Primer Trimestre 2005

**En este número**

- *ACTUALIDAD OBSERVATORIOS*
- *ACTUALIDAD TECNOLÓGICA*
- *TECNOLOGÍAS EMERGENTES*
- *ENLACES DE INTERÉS*
- *EN PROFUNDIDAD*
- *AGENDA*

**Contactar**

**Nodo Gestor**

C.N. Ingº. Manuel Berná Serna  
SDG TECEN C/ Arturo Soria 289  
Madrid 28033  
[mberna@oc.mde.es](mailto:mberna@oc.mde.es)

**Observatorio de Electrónica**

C.N. Ingº. Manuel Golmayo Fernández  
[mgolmayo@oc.mde.es](mailto:mgolmayo@oc.mde.es)

**Observatorio de Óptica y Optrónica**

C.N. Ingº Arturo Maira Rodríguez  
[artuomaira@oc.mde.es](mailto:artuomaira@oc.mde.es)

**Observatorio de Armas, Municiones,  
Balística y Protección**

Col. CIP Carlos López Agudo  
[clagudo@oc.mde.es](mailto:clagudo@oc.mde.es)

**Observatorio de Tecnologías de la  
Información, Comunicaciones y  
Simulación**

Col. CIP Francisco Cucharero Pérez  
[fcucper@oc.mde.es](mailto:fcucper@oc.mde.es)

**Observatorio de NBQ**

TCol. CIP Juan C. Fernández Fernández  
[jcfernandez@oc.mde.es](mailto:jcfernandez@oc.mde.es)

**Observatorio de Materiales**

Dr. José Maroto Sánchez  
[marotosj@inta.es](mailto:marotosj@inta.es)

**Observatorio de UAV's y Robótica**

Cap. CIESO Jesús M. Aguilar Polo  
[jaquilarp@oc.mde.es](mailto:jaquilarp@oc.mde.es)

[www.mde.es/dgam/observatec.htm](http://www.mde.es/dgam/observatec.htm)

# Boletín

## de Observación Tecnológica en Defensa

Editado por el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica

*En este número:*

**LADAR de barrido**

**LANZA Naval**

**El láser de silicio**

**Descontaminación BQ**

**Comunicaciones inalámbricas**

*En profundidad:*

**SISTEMAS DE PROTECCIÓN  
FLEXIBLE: Presente y Futuro**

**EDITORIAL**

El Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica ha incorporado recientemente dos nuevos observatorios, en las áreas de materiales y vehículos no tripulados, que se suman a los observatorios existentes, intentando así que la actividad de vigilancia tecnológica desarrollada por los distintos observatorios abarque la mayor parte del espectro de tecnologías de interés para la defensa. A esta vigilancia tecnológica, muy centrada en las áreas de especialización de cada observatorio, se suma un intercambio fluido de información dentro del Sistema de Observación, lo que debe conducir no sólo a la identificación de tecnologías emergentes e innovadoras en cada una de las áreas, sino también a detectar el impacto y las potenciales aplicaciones que dichas tecnologías pueden tener en otras áreas tecnológicas y de aplicación.

Así, a la identificación de tecnologías emergentes debe seguir el análisis y evaluación del potencial innovador y el impacto de estas tecnologías en diferentes áreas de aplicación. En muchos casos, la innovación y el avance tecnológico nacen precisamente del intercambio de conceptos, ideas y tecnologías entre áreas de conocimiento dispares y con diferente grado de interrelación y es por esto, que los sistemas de vigilancia tecnológica y/o de inteligencia competitiva deben evitar centrarse en una o varias áreas de una manera estanca y aprovechar precisamente este aspecto horizontal de las tecnologías. Conceptos procedentes de la biología aplicados a la computación (computación molecular), blindajes basados en las propiedades de viscosidad de los materiales, detectores que se utilizan para un propósito diferente de aquel para el que fueron diseñados,... son ejemplos de estos intercambios y una pequeña prueba de que el avance de la tecnología, al igual que el de la ciencia, necesita en muchos casos una aproximación multidisciplinar.

## JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN SEGURIDAD / PASR



El Círculo de Tecnologías para la Defensa y la Seguridad, en colaboración con el CDTI, organizó el pasado enero unas jornadas de divulgación sobre el Programa Europeo de Investigación en Seguridad o ESRP (European Security Research Program). La investigación en seguridad será uno de los elementos clave del próximo programa Marco.

Como paso previo al ESRP se ha puesto en marcha la acción preparatoria en seguridad PASR (Preparatory Action on Security Research), que se extenderá hasta 2006. En el 2004 se realizó la primera convocatoria de propuestas con un asignación total de 15 MEuros. Las condiciones de participación son similares a las del VI Programa Marco, si bien sólo se exige un mínimo de dos países y se incrementa la financiación hasta el 75%. La convocatoria PASR 2004 ha tenido una buena acogida, iniciándose 7 proyectos y 4 acciones de apoyo. Existe participación española en dos de los proyectos (GMV e INDRA Espacio) y en una acción de apoyo (GMV).

Como paso previo al ESRP se ha puesto en marcha la acción preparatoria en seguridad PASR (Preparatory Action on Security Research), que se extenderá hasta 2006. En el 2004 se realizó la primera convocatoria de propuestas con un asignación total de 15 MEuros. Las condiciones de participación son similares a las del VI Programa Marco, si bien sólo se exige un mínimo de dos países y se incrementa la financiación hasta el 75%. La convocatoria PASR 2004 ha tenido una buena acogida, iniciándose 7 proyectos y 4 acciones de apoyo. Existe participación española en dos de los proyectos (GMV e INDRA Espacio) y en una acción de apoyo (GMV).

Se acaba de abrir la convocatoria de propuestas PASR para el año 2005, que permanecerá abierta hasta el mes de mayo, con una asignación de 15 Meuros, estando prevista otra convocatoria para 2006.

## NUEVO OBSERVATORIO: UAV's y ROBÓTICA

Con el comienzo del año se ha creado el nuevo Observatorio de UAV's y Robótica, dedicado a la vigilancia de estas dos tecnologías, de gran actualidad y rápido desarrollo. Realiza, además, el seguimiento de programas nacionales e internacionales en este campo. El Observatorio de UAV's y Robótica lleva casi tres meses en funcionamiento y se coordina desde la Subdirección de Tecnología y Centros.

Con el inicio de actividades de este nuevo observatorio, son ya siete los observatorios tecnológicos en funcionamiento: Electrónica; Óptica-Optrónica; Armas, Municiones, Balística y Protección; Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación; Protección NBQ; Materiales; y UAV's y Robótica.

### ¿QUIERE COLABORAR EN EL BOLETÍN?

Envíe sus sugerencias al **Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica** y contactaremos con usted. Puede proponer temas que considere de interés o sobre los que le gustaría ampliar conocimientos, colaborar preparando artículos en temas de su experiencia,...

**Contacto:** CN Ing. Manuel Berná Serna  
Tlf. 913954613 [mberna@oc.mde.es](mailto:mberna@oc.mde.es)

## **SISTEMA RADAR LANZA NAVAL: Radar Naval de Exploración Aérea**

El pasado 27 de diciembre la DGAM otorgó a Indra el contrato de I+D para la Navalización del radar LANZA, (Proyecto LANZA-N).

El prototipo desarrollado será probado y validado en fábrica y en el CEAR (Centro de Evaluación y Análisis Radioeléctrico) y posteriormente será integrado en el nuevo Buque de Proyección Estratégica.

### **Radar 3D Naval Multipropósito**

El LANZA Naval (LANZA-N) es un radar de exploración aérea tipo 3D multipropósito con barrido mecánico azimutal y electrónico en elevación, para su instalación en buques.

Los radares 3D se caracterizan por detectar blancos no cooperativos suministrando, no sólo su posición, sino también su altura de vuelo.

Proporcionará vigilancia aérea con modos de funcionamiento seleccionables por el operador y adaptados al tipo de amenaza o misión. Para ello, combina diversos regímenes de giro, alcances y procesos. Los modos típicos son los siguientes:

- Control de Tráfico Aéreo. Largo alcance, hasta 180 MN.
- Alerta y Control. Medio alcance, hasta 90 MN. Compromiso entre cobertura y velocidad de reacción.
- Alerta Próxima. Corto alcance, hasta 32 MN. Rápida reacción en la detección y caracterización de amenazas.

Su transmisor distribuido y escalable va a permitir disponer de versiones de mayor alcance para buques que así lo requirieran.

Además de sus características de exploración aérea, incorporará un canal de detección de blancos de superficie.

Las capacidades de exploración aérea y de superficie estarán apoyadas por funciones de seguimiento (tracking) integrado. Estas funciones le van a permitir transferir objetivos a los sistemas de armas.

Está diseñado tanto para su operación en entorno litoral como en aguas abiertas.

Dispone de múltiples técnicas EPM para su operación en entornos electromagnéticos hostiles (uso de varios canales de frecuencia simultáneos, frecuencia ágil, eliminación de interferencias, ...).

Va a disponer de estabilización electrónica del haz de barrido para compensar los movimientos de cabeceo y balance del buque.

Estará diseñado para integrar un sistema de identificación IFF.

Sus equipos electrónicos se basan íntegramente en dispositivos de estado sólido. Esta característica redundante en una alta disponibilidad y mínimos requisitos de mantenimiento.

Utilizará un procesador escalable / reconfigurable que garantizará las posibles actualizaciones.

Operará en banda L. Con ello:

- Se facilitará la operación en condiciones meteorológicas adversas, manteniendo la capacidad de detectar en situaciones de lluvia intensa.
- Se incrementa la resistencia a las contramedidas de tipo chaff.
- Se permite el uso de tecnología de amplificadores de potencia de estado sólido más consolidada (mejor fiabilidad).



### **Últimas tecnologías**

El radar LANZA-N incorporará equipos electrónicos en el estado del arte, proporcionando elevado margen dinámico, precisión en sus medidas y agilidad en sus modos de frecuencia.

- Antena con canales monopulso en acimut y elevación.
- Conversión A/D directa en Frecuencia Intermedia con 14 bits y demodulación digital.
- Capacidad de generación de múltiples formas de onda transmitidas.
- Gestión electrónica de apuntamiento del haz de detección en elevación. Por un lado permite compensar electrónicamente los movimientos de la plataforma (buque) donde esté instalado; por otro, esta gestión de apuntamiento junto a la variedad de formas de onda empleadas proporciona una eficiente distribución de energía hacia la zona de cobertura.
- Algoritmos específicos de tratamiento de señales para detectar blancos tanto en entornos litorales como en vuelos a baja cota.
- Gestión integrada de cartografía para soportar sus algoritmos de detección, seguimiento y clasificación.
- Software programado en lenguaje de alto nivel orientado a objeto.
- Uso extensivo de elementos COTS, con arquitectura abierta, en su procesamiento digital de señales.

### **Antecedentes**

La historia del radar LANZA parte desde 1986, cuando Indra comenzó el desarrollo de un radar 3D de largo alcance de diseño totalmente

nacional. Este desarrollo contó con el patrocinio del Ministerio de Defensa (Ejército del Aire). Tras la validación del prototipo, ya en 1993, se adjudicó a Indra el suministro de 10 radares LANZA 3D Transportables en banda L con la misión de proporcionar la vigilancia y alerta temprana que requería el Ejército de Aire español.

Desde el año 2001 Indra inició el rediseño de sus radares LANZA acorde a los últimos requisitos OTAN.

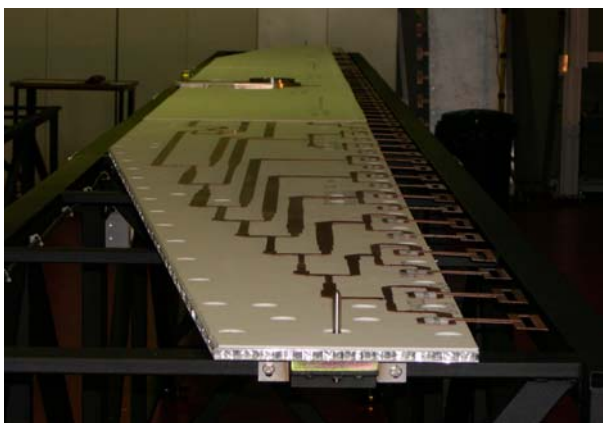


En el año 2003, el nuevo radar LANZA fue elegido en competición internacional para dotar al Ejército del Aire portugués de un radar de largo alcance bajo requisitos actuales OTAN.

### Navalización

El actual Programa de Navalización se resume en varias líneas maestras:

- La diferencia básica respecto de su hermano terrestre se centra en un diseño de antena más pequeño y compacto. Desde los más de 10 metros de ancho de la antena terrestre, se pasa a algo más de 5 metros en el LANZA-N. Esta reducción de dimensiones está compensada por la inclusión de un canal monopolso acimutal que permite mantener la precisión.



- El régimen de giro variable le permite adaptarse con gran flexibilidad a las diversas situaciones operativas en que se pueda encontrar el buque.
- Es fundamental la atención sobre el peso y la robustez para el entorno de operación de un buque (humedad, ambiente salino, vibración, fuente de energía primaria con tensión y frecuencia diferentes del terrestre).
- Otra línea maestra se dirige a la algoritmia de control y proceso digital por tratarse de una plataforma móvil. Esta algoritmia se encargará de determinar de forma continua el apuntamiento en elevación del haz del radar y

## ACTUALIDAD TECNOLÓGICA

así explorar la cobertura en elevación requerida, compensando electrónicamente los movimientos del buque. Simultáneamente, debe asegurarse la detección de los blancos de interés en los entornos de amenaza previstos, suministrando posiciones correctas de los objetos y bajo un sistema de seguimiento integrado que también estará compensado frente a los desplazamientos del buque.

En resumen, el desarrollo del radar LANZA-N abre el camino de la industria española en el campo de los radares navales de exploración aérea.

Además de permitir la incorporación en su diseño de los requisitos y necesidades de nuestra Armada, este producto proporciona, a largo plazo, mayor autonomía logística, disponibilidad y facilidad en actualizaciones futuras, constituyendo todo un reto de desarrollo para la industria nacional.

### Resultado de la participación en el 16º PROFICIENCY TEST, OPCW

El 11 de febrero de 2005 se celebró, en la sede de la OPCW (OPAQ), La Haya, la reunión de discusión de los resultados provisionales del 16º Proficiency Test (PT), realizado en octubre de 2004, en el que participó el Laboratorio de Verificación de Armas Químicas de La Marañosa (LAVEMA). La muestra sobre la que se realizó el test se preparó en uno de los laboratorios designados (Livermore, EE.UU.) y los resultados se evaluaron en el DSTL (Reino Unido). De los 18 laboratorios participantes, 14 enviaron su informe de resultados a la OPCW para su evaluación. Los resultados provisionales fueron remitidos a los laboratorios participantes el 7 de febrero de 2005. El LAVEMA ha obtenido una calificación preliminar A.

Durante la reunión se explicó la preparación de las muestras y los estudios realizados para asegurar la estabilidad de la misma durante el análisis. También se comentaron los principales problemas presentados en la recepción de las muestras por parte de los laboratorios participantes. Por otra parte, el laboratorio evaluador, DSTL, comentó las técnicas analíticas utilizadas y la importancia de cumplir los criterios de evaluación para poder aceptar las pruebas aportadas por cada país.

Por último, se revisó el calendario de pruebas para el presente año. Éstas se realizarán en abril y octubre. El LAVEMA tiene previsto presentarse al 18º PT, que se celebrará en octubre de 2005. Este laboratorio está estudiando la posibilidad de preparar la muestra o de evaluar los resultados de un Proficiency Test para finales de 2006 o principios de 2007.

*Puede encontrar información en el Boletín nº 3, "Designación OPAQ del LAVEMA, o consultando al Observatorio Tecnológico de NBQ.*

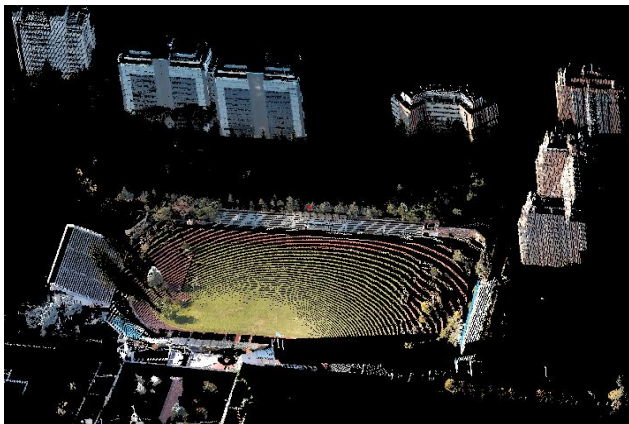
## LADAR de barrido en el CIDA



El Laboratorio de Ensayos del CIDA (Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada) ha adquirido un LADAR de barrido capaz de obtener imágenes 3D coloreadas. Este sistema servirá para evaluar

varios aspectos de esta tecnología emergente: algoritmos de navegación y visualización 3D y de reconocimiento e identificación automática de blancos, registro con otros sistemas de observación pasivos, como cámaras visibles o térmicas (fusión multisensorial) y desarrollo de métricas de evaluación y ensayo de estos sistemas.

Así mismo, una de las actividades a realizar con este equipo es el desarrollo de una base de datos de múltiples vistas 3D que serán manipuladas mediante un software con capacidad de registro, visualización y navegación sobre la nube de puntos. Esta base de datos se compartirá con la que ha sido puesta en común por otras naciones participantes en el grupo RTG45 "N-Dimensional Eyesafe Imaging LADAR for Military Applications" de la RTO de la NATO.



El sistema consta de un escáner láser de alta velocidad y precisión y una cámara fotográfica digital de alta resolución. Este sistema de medida 3D es capaz de realizar medidas en rangos desde los 2 m hasta 800 m con una precisión de 5 mm. El FOV que puede abarcar es de hasta  $80^\circ \times 360^\circ$  con una resolución mínima de  $0,0025^\circ$  y una velocidad de adquisición de hasta 12000 puntos por segundo. El láser, con emisión en IR próximo, es seguro al ojo. La cámara fotográfica digital obtiene imágenes en color de alta resolución, al mismo tiempo que se registra a la nube de puntos del escáner. La combinación de ambos componentes proporciona la capacidad de generar automáticamente mallas texturizadas de alta resolución que serán aplicadas a la generación de vistas 3D.

## ACTIVIDADES OTAN RTO: Guerra Electrónica en Operaciones Conjuntas Litorales

El panel SCI ("Systems Concepts & Integration) de la RTO (Research and Technology Organisation) ha decidido



comenzar una serie de estudios e investigaciones en operaciones conjuntas de Guerra Electrónica (EW), estableciendo un Grupo Exploratorio (ET) en este campo.

El grupo especial de trabajo SWG/4, en guerra electrónica bajo el NNAG (Nato Naval Armament Group), ha identificado que las operaciones militares modernas se ejecutan en un entorno electromagnético cada vez más complejo y con mayor número de señales. Además, la mayoría de las capacidades actuales en guerra electrónica todavía están pensadas para hacer frente a la antigua amenaza soviética, mientras que está emergiendo un entorno, más complejo y evolucionado, de amenaza a nivel mundial. La necesidad de control del espectro electromagnético y el tipo de acciones de guerra electrónica, que pueden ser utilizadas para controlar dicho espectro, depende en gran medida del entorno operacional en el cual se van a llevar a cabo las operaciones militares.

El SWG/4 propuso al RTO el establecimiento de un grupo para investigar el papel de la guerra electrónica, identificando los requisitos de capacidad para las operaciones conjuntas de EW, y de cómo las capacidades y actividades navales, terrestres y aéreas, tradicionalmente separadas, pueden ser fusionadas de manera que puedan contribuir a la obtención de información en apoyo a las operaciones.

Todos los países NATO están, a priori, invitados a participar en la reunión inicial del Grupo Exploratorio, que se celebrará en París entre los días 18-20 de mayo. La nación líder es Holanda y está previsto que España participe.

El principal objetivo del Grupo Exploratorio, cuya vida cubriría un año (el actual 2005), es evaluar la viabilidad de un Grupo de Trabajo de Investigación (Research Task Group) en la segunda mitad del año 2006 y definir el programa de trabajos a acometer. Si el Grupo Exploratorio definiese un programa de trabajos viable, aprobado por el RTB, se constituiría el grupo de trabajo permanente durante tres años (de 2007 a 2009).

## Banco de pruebas HLA

El estándar HLA (High Level Architecture) es la arquitectura técnica de referencia para la interoperabilidad entre simuladores. Este estándar fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los EE.UU. durante los últimos años de la década de los 90 y posteriormente fue ratificado internacionalmente por el organismo IEEE (IEEE1516). El HLA se utiliza en los simuladores en activo del Ministerio de Defensa para realizar entrenamiento colectivo distribuido, siendo un requisito fundamental en aquellos simuladores que están actualmente en construcción.

La implementación del estándar HLA en un simulador tiene una alta complejidad. Su utilización exige del desarrollador un nivel de conocimientos técnicos muy elevado, debiéndose invertir un gran esfuerzo de desarrollo para cumplir con los requisitos de interoperabilidad definidos por el HLA.

La SDGTECEN, partiendo de las experiencias obtenidas en el desarrollo de simuladores con interoperabilidad HLA (EUMP, SIMACA, SIMBAD, CESIFAMET, ...), ha impulsado el proyecto Banco de Pruebas HLA para estudiar y tratar de resolver los problemas técnicos que se plantean a la hora de usar esta arquitectura en un simulador.

El proyecto Banco de Pruebas HLA se enmarca dentro de las actividades del Laboratorio de Simulación<sup>1</sup>, que forma parte del departamento C3S (Mando, Control, Comunicaciones y Simulación) del Polígono de Experiencias de Carabanchel (SDG TECEN). El proyecto, bianual, se inició en noviembre del 2003 con el objetivo de desarrollar una infraestructura técnica (productos, herramientas, entornos de pruebas, servicios,...) que facilite el desarrollo de la interoperabilidad entre simuladores y la evaluación de tecnologías emergentes en esta área y mejorar así el asesoramiento técnico a las oficinas de programa relacionadas con el desarrollo y la obtención de distintos tipos de simuladores.

Entre los resultados obtenidos hasta el momento en el Banco de Pruebas HLA, destaca un desarrollo software, denominado Capa HLA, que encapsula en librerías y componentes reutilizables la mayoría de las funcionalidades necesarias para el acceso a una federación HLA. La utilización de estos componentes software supone un ahorro considerable en el esfuerzo de desarrollo, a la hora de integrar HLA en un simulador. El software está siendo usado en el Banco de Pruebas como base para crear una serie de herramientas que

puedan ser útiles como apoyo al desarrollo y adquisición de simuladores distribuidos.

Entre las aplicaciones desarrolladas en el Banco de Pruebas con la Capa HLA mencionar una herramienta que permite evaluar el rendimiento y comportamiento de los RTI (*Run Time Infrastructure*) comerciales del mercado. El RTI es la infraestructura de comunicaciones que permite la distribución y sincronización de los mensajes que intercambian los simuladores. También se ha desarrollado una herramienta para validar los algoritmos de predicción de movimiento de los objetos simulados. Este tipo de algoritmos se utiliza para minimizar el tráfico de mensajes enviados por la red, de manera que se pueda elevar el número de elementos de información que se comparten entre los simuladores.



Otras herramientas en desarrollo, basadas también en la capa HLA, se orientan a sistemas de verificación de la información distribuida o registradores de eventos para su posterior análisis. Estas herramientas, una vez finalizadas, y las mencionadas anteriormente, se encuentran a disposición de cualquier organismo de Defensa involucrado en el desarrollo de las tecnologías de simulación.

Los resultados obtenidos con la Capa HLA se consideran altamente positivos. Como prueba de ello, varios de los programas de simulación en curso han mostrado interés por el uso y reutilización del software desarrollado como medio para ahorrar costes y evitar riesgos tecnológicos. En este sentido, el Laboratorio de Simulación está llevando a cabo actividades de coordinación, asesoramiento y soporte técnico a los Programas que así lo han solicitado.

<sup>1</sup> Para más información sobre este laboratorio consultar el Boletín Nº 2, "Laboratorio de Simulación".

Para más información: [pjimlop@oc.mde.es](mailto:pjimlop@oc.mde.es).

## SITUACIÓN DE LA ÓPTICA APLICADA PARA DEFENSA EN ESPAÑA



Dentro de los objetivos de 2004, el Observatorio de Óptica/Optrónica ha dirigido un estudio monográfico sobre la situación nacional en actividades de I+D en óptica aplicada para Defensa. El estudio se ha realizado con la información disponible en la Subdirección de Tecnología y Centros de la DGAM y técnicas de encuesta a distintos agentes identificados

como motores de la innovación nacional en el campo: centros pertenecientes o adscritos al Ministerio de Defensa, empresas, universidades y centros públicos de investigación.

El objetivo fundamental del estudio es detectar áreas tecnológicas en las que se trabaja a nivel nacional en el campo de la óptica, de potencial interés para aplicaciones en Defensa. De éstas, ver en las que Defensa está o no involucrada y con quien, proporcionando así a los organismos del Ministerio una visión del panorama nacional de I+D en óptica para Defensa. Su realización también ha permitido identificar los actores nacionales, junto con sus capacidades técnicas y humanas y experiencia previa. Por último, se espera que, a través del conocimiento de los medios disponibles, se facilite la colaboración entre empresas y organismos en fases de prueba,

verificación y validación de productos de innovación.

El criterio para seleccionar las tecnologías de interés para Defensa fue las líneas de trabajo de la WEAG-CEPA8 (Opto-electrónica) declaradas como estratégicas el año pasado. A partir de ellas, se propuso una taxonomía básica con el fin de clasificar los diferentes actores nacionales, relacionarlos entre sí, alcanzar los objetivos expuestos y mostrarlos de una manera clara y accesible.

El estudio completo es propiedad del Ministerio de Defensa. La ficha asociada se puede consultar en la siguiente dirección Web:

[http://www.mde.es/dgam/obsevatorios/ficha\\_estoptronica.pdf](http://www.mde.es/dgam/obsevatorios/ficha_estoptronica.pdf)

## Reunión de la CEPA 13

Se ha celebrado en Londres, los días 17 y 18 de febrero, la 42ª reunión del Comité Directivo para el seguimiento de los proyectos de colaboración desarrollados en el marco de la Ceba 13 (Defensa Biológica, Química y Radiológica). Asistieron los representantes de Reino Unido, Suecia, Finlandia, Noruega, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Francia, Polonia, Italia, España y, por primera vez, Hungría.

Las próximas reuniones relacionadas con la Ceba 13 se celebrarán en marzo y mayo. En marzo tendrá lugar la reunión de inicio del proyecto sobre modelado y simulación en ambientes NBQ. En mayo, se lanzará el proyecto sobre contramedidas BQ, en el que también está participando España.

## ENLACES DE INTERÉS

### Fundación COTEC

Sitio Web de la fundación de origen empresarial COTEC, dedicada al fomento de la innovación tecnológica. Incluye un extenso archivo de publicaciones (informes, estudios,...) relacionados con innovación y tecnología en el ámbito nacional e internacional.



<http://www.cotec.es/>

### Revista Fraunhofer

Enlace electrónico a la revista del prestigioso instituto alemán Fraunhofer, que cuenta con más de 58 centros de investigación en áreas muy diversas: materiales, computación, electrónica, automoción. La revista tiene carácter semestral y destaca por incluir tecnologías y desarrollos muy innovadores.



<http://www.fraunhofer.de/fhg/EN/pr ess/magazin/index.jsp>

### Industrial Policy Products of ODUSD(IP)

La página incluye los estudios realizados por la Subsecretaría Adjunta para la Subsecretaría de Defensa en política industrial, denominados DIBCS - Defense Industrial Base Capabilities Study, y se realizan con un mismo enfoque metodológico y ofrecen una imagen clara de la capacidad industrial de EE.UU., en relación a conceptos clave.



Title	ODUSD Report Number	Status
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-01	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-02	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-03	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-04	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-05	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-06	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-07	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-08	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-09	Final
Defense Industrial Base Capabilities Study - Overview	ODUSD Report 101-10	Final

<http://www.acq.osd.mil/ip/>

## COMUNICACIONES INALÁMBRICAS: presente y futuro

En los últimos 5 años se ha producido un auténtico *boom* de tecnologías inalámbricas, sobre todo de redes privadas de datos. Esta explosión tecnológica se ha visto impulsada por tres aspectos:

1. El abaratamiento de equipos y del *hardware* de RF, sobre todo el de banda ancha.
2. Excesivo coste y tiempo de despliegue de las instalaciones cableadas.
3. Aumento de demanda de transmisiones de banda ancha, por la explosión de Internet.

Por ello, simultáneamente a la implantación cotidiana de tecnologías conocidas como Wireless ó *Wi-Fi*, en la industria y en los organismos de estandarización se ha iniciado un ingente trabajo de generación de nuevos y mejores estándares que aporten más y mejores prestaciones a los ya totalmente aceptados, pasando de alcances típicos de redes locales (WLAN) a comunicaciones de corta distancia o "personales" (WPAN) y a las de área metropolitana (WMAN). Este artículo realiza un recorrido por las tecnologías inalámbricas en auge, tras la irrupción de 3 nuevas familias y otros tantos subestándares asociados.

Sin contar lo que se conoce como *Wi-Fi*, el resto de los estándares están publicados en su versión definitiva o en pleno proceso de desarrollo. Distintos organismos, como OTAN o el ejército de EE.UU. han mostrado interés en estos estándares y en su aplicación al campo de batalla, sobre todo en entornos tácticos. La futura implantación del concepto NCW/NEC en ejércitos de todo el mundo requiere, al menos en algunos aspectos, tecnologías inalámbricas de banda ancha para transmisión de gran cantidad de información, intercomunicación de gran cantidad de sensores distribuidos y elevada movilidad, todo ello como base a una red todo-IP. Estos estándares implementan éstas y otras necesidades, como por ejemplo algoritmos nuevos de cifrado (*WPA-Wi-Fi Protected Access* ó *AES-Advanced Encryption Standard*) que permitirán dotar a las comunicaciones inalámbricas de privacidad. En definitiva, el interés se centra básicamente en la posibilidad de solucionar problemas reales en los distintos escenarios del campo de batalla con equipos comerciales de bajo coste y de fácil adquisición, instalación y utilización.

### Familia IEEE 802.11 / WLAN:

El estándar 802.11 define la familia de protocolos que, utilizando las bandas *no asignadas*<sup>1</sup> en torno a

<sup>1</sup> Bandas conocidas como ICM (Industrial, Científica y Médica) donde no es necesario solicitar permiso para transmitir, aunque sí cumplir unos requisitos mínimos de anchos de banda y potencias de transmisión. La banda de 5GHz también se conoce como UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*).

los 2.4GHz y los 5GHz, permite configurar de forma inalámbrica las conocidas redes de área local (LAN) basadas en Ethernet (802.3). Aunque es la familia más conocida y también la más extendida, recientemente se han abierto nuevas líneas de trabajo para dotar de mejores prestaciones a los sistemas existentes.

Así, los tradicionales sistemas de 11Mbps (802.11b) o los nuevos de 54Mbps (802.11a/g) podrán contar con los beneficios de un sistema de cifrado y autenticación más seguro que el WEP (*Wired Equivalent Privacy*), como es el WPA (802.11i); podrán reducir el consumo mediante la implementación de algoritmos de control de potencia y evitar las interferencias o el *jamming* mediante la selección automática de frecuencias (802.11h); construir macro-redes WLAN con la comunicación directa entre puntos de acceso (802.11c), permitiendo también el *roaming* entre redes (802.11f) e incluso la redirección del tráfico según el perfil de congestión de la red (802.11k).

### Familia IEEE 802.15 / WPAN:



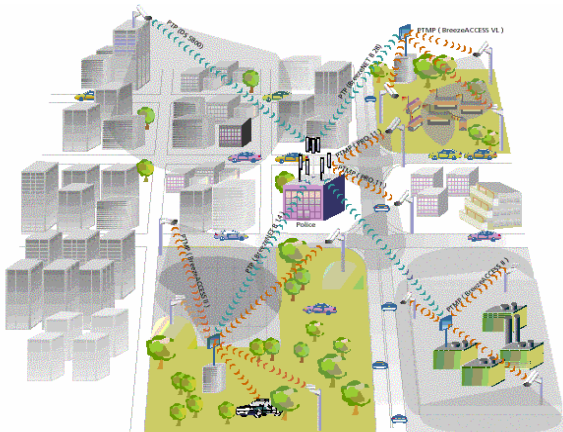
El conjunto de estándares 802.15 define una familia de protocolos para transmisiones de muy corto alcance (del orden de metros) y que se conocen como comunicaciones personales inalámbricas (WPAN). El miembro más conocido y destacado (y de hecho, el único con implantación real en el mercado) es *Bluetooth*.

Este conjunto de normas están diseñadas para permitir la comunicación entre un equipo central y distintos periféricos, en distancias que normalmente no exceden los 10 metros, aunque según la configuración de la instalación y las interferencias presentes, estas distancias pueden aumentar o disminuir respecto a la teórica estimada.

Así, como complemento al primer miembro de esta familia se están desarrollando estándares que permiten transmisiones de gran cantidad de datos (incluso video en tiempo real), como son *WiMedia* (802.15.3) o *UWB-UltraWide Band* (802.15.3a), que compensan la escasa capacidad de los enlaces *Bluetooth* (1Mbps de máxima). Recientemente, se han incluido también en esta familia sistemas que no pretenden maximizar la capacidad de transmisión sino otros aspectos como el consumo de potencia o el coste, y así se ha creado un estándar útil para establecer redes de sensores capaces de enviar información con una autonomía de meses e incluso años, como es *ZigBee* (802.15.4).



**Familia IEEE 802.16 / WMAN:**



Hasta ahora todos los estándares vistos se ceñían a espacios limitados (una misma sala o varias salas en un mismo edificio) utilizando como método de acceso el mismo que se ha venido utilizando en las redes fijas *Ethernet* (con pequeñas modificaciones): acceso aleatorio al medio, con escucha previa para evitar la colisión con otro transmisor. Es este tipo de acceso, y no las limitaciones de potencia, lo que en muchos casos limita la distancia máxima de cobertura de estos sistemas. Por lo tanto, si se pretende utilizar las ventajas del concepto *wireless* (facilidad y rapidez de instalación, bajo coste, elevada tasa de transmisión, etc.) pero para mayores distancias (entre edificios, en zonas urbanas públicas, etc.), es decir, para redes de área metropolitana (MAN) es necesario cambiar el concepto de sistema: así surge la familia de estándares 802.16, o *WiMax*.

Con esta familia se permite emular el concepto de red local *wireless* a distancias que sobrepasan los varios kilómetros (hasta 40 con antenas directivas) y manteniendo elevadas velocidades de

transmisión (decenas de Mbps). Recientemente se ha publicado un nuevo estándar que agrupa a todos los desarrollados hasta ahora en esta familia (802.16-2004) y que implementa el concepto *WiMax*, al que se le añadirán las ventajas de la movilidad (equipos en vehículos, *handover* entre puntos de acceso y redes, etc.) cuando terminen los trabajos de estandarización del 802.16e.

**Familia IEEE 802.20 / MBWA:**

Constituye el último estándar en aparecer. La tercera generación de telefonía móvil, además de todas las dudas que ha planteado (tanto tecnológicas como comerciales) desde los inicios, que han retrasado más de 4 años su lanzamiento comercial, es un sistema que tan sólo permite, en el mejor de los casos, tasas binarias de 2Mbps, siendo de 50kbps para una red con saturación media. Por ello, y en paralelo al grupo de trabajo que desarrolla el estándar 802.16e mencionado anteriormente, en diciembre de 2002 se aprobó el lanzamiento de un nuevo grupo que trataría la estandarización de un nuevo sistema de acceso inalámbrico móvil de banda ancha (MBWA-*Mobile Broadband Wireless Access*) bajo la nomenclatura 802.20 del IEEE. Este estándar permitirá velocidades de transmisión superiores a los 4Mbps en bajada a equipos que se muevan a velocidades de hasta 250km/h, todo ello con las ventajas de las tecnologías *wireless*, y diseñado desde el principio para construir una red todo-IP sobre él.

La OTAN ha mostrado su interés en este estándar y recomienda su estudio y seguimiento para la implantación de una red inalámbrica de banda ancha sobre IP en los sistemas militares de la alianza.

*Este artículo es un extracto de un documento más extenso. Puede solicitar el documento completo en [dgardol@oc.mde.es](mailto:dgardol@oc.mde.es)*

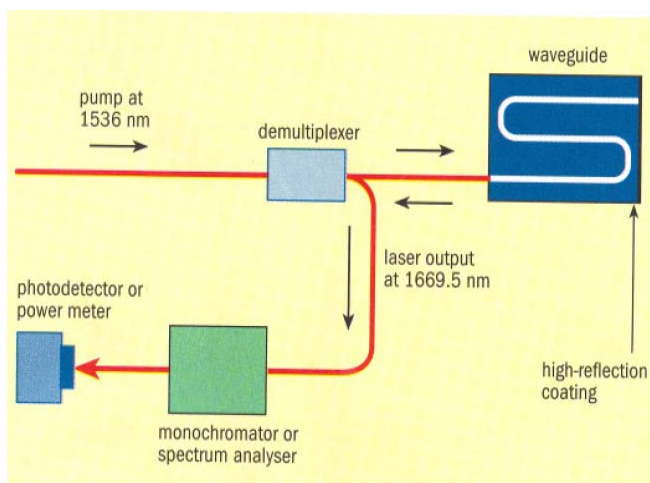
Estándar/Sistema	Uso	Velocidad binaria máxima (teórica)	Alcance	Banda de frecuencias	Movilidad
802.11	WLAN	2Mbps	<100m	2,4GHz	No
802.11a / Wi-Fi5	WLAN	54Mbps	<100m	5GHz	No
802.11b / Wi-Fi	WLAN	11Mbps	<100m	2,4GHz	No
802.11g	WLAN	54Mbps	<100m	2,4GHz	No
802.15.1 / Bluetooth	WPAN	1Mbps	1-100m	2,4GHz	No
802.15.3 / WiMedia	WPAN	11-55Mbps	<20m	2,4GHz	No
802.15.3a / UWB	WPAN	55-480Mbps (MB-OFDM) 28-1320Mbps (DS-UWB)	10-5m 30-3m	3,1-10,6GHz	No
802.15.4 / ZigBee	WPAN	20kbps 40kbps 250kbps	~15m	868MHz 915MHz 2,4GHz	No
802.16	WMAN	124Mbps	1-2km	10-66GHz	No
802.16a, 802.16d/WiMax	WMAN	70Mbps	8-9km	2-11GHz	No
802.16e	WMAN	30Mbps	2-4km	2-6GHz	<150km/h
802.20 / MBNA	WMAN	BW=1,25MHz (FDD): 4,5/2,25Mbps (DL/UL) BW=5MHz (FDD): 18/9Mbps (DL/UL)	~2-4km	<3,5GHz	<250km/h

**Tabla 1. Resumen de las principales características de las tecnologías *wireless*.**

## Un paso adelante hacia la integración micro y opto-electrónica: EL LÁSER DE SILICIO

Durante estos primeros meses de 2005, hemos asistido al anuncio por parte de Intel de la consecución del primer láser de semiconductor basado en Silicio (Si), que además opera en modo continuo (Optics Express 13 796). Este hecho abre las puertas al desarrollo de la integración monolítica de componentes electrónicos y fotónicos en un único chip. Existen ya chips opto-electrónicos basados en Arseniuro de Galio (GaAs) y Fosforo de Indio (InP) no económicamente accesibles, pero el hecho de probar la viabilidad de este tipo de chips con materiales como el Si abre las puertas al concepto de "volumen" para este tipo de tecnologías opto-microelectrónicas. Y "volumen" implica precios accesibles y, por consiguiente, implantación y aceptación en los mercados.

Efectivamente, el Si domina el mundo de la industria microelectrónica pero hasta ahora no se podía usar en aplicaciones fotónicas, al no emitir luz de manera eficiente al paso de una corriente eléctrica por no ser un "semiconductor de gap directo". Sin embargo, científicos de la Universidad de California descubrieron una manera de explotar las vibraciones mecánicas de la red cristalina del Si para conseguir emisión efectiva de luz al excitarlo energéticamente. Este efecto de conversión de energía mecánica del sólido en fotones es lo que se denomina "Efecto Raman" y se usa actualmente en las comunicaciones ópticas por fibra como una manera de amplificar directamente la señal óptica sin conversión previa a señal eléctrica.



Esquema ilustrativo del dispositivo experimental usado por Intel para su demostración (cf. Opto & Laser Europe 125 2005).

El demostrador tecnológico de Intel consiste básicamente en una guía de onda con forma de "S" fabricada sobre Si con tecnología microelectrónica estándar y con uno de sus extremos recubierto con

un material altamente reflectivo (>99%). Esta guía de onda se excita ópticamente por un láser pulsado a unos 1530nm. El equipo de Intel demostró que a partir de una excitación de 0.4  $\mu$ W de pulso, la guía de onda de Si comenzaba a lasear a 1669.5nm, con una vida media del láser en torno a los 100ns (Nature 433 292). Meses después, a comienzos del 2005, Intel publicó la demostración de un láser de Si emitiendo en modo cuasi-continuo a 1698nm y a temperatura ambiente. Ésta es la verdadera demostración de la posibilidad de integrar monolíticamente componentes micro y opto-electrónicos en un mismo chip (Nature 433 725).

¿Cuál ha sido la clave para la obtención de un demostrador veraz a partir del primer intento, cuya vida era de nanosegundos? El problema, según el equipo de desarrollo de Intel, estaba en la absorción intrínseca de los portadores de carga del Si, los cuales impedían que el medio por donde pasaba la luz fuera absorbente, en lugar de un medio de ganancia, condición necesaria para la emisión coherente de luz. La solución propuesta por Intel es tan elegante como sencilla: integremos en la guía de onda de Si un diodo p-i-n, de modo que al aplicarle un voltaje éste vaciará de portadores "absorbentes" el material por donde pasa la luz láser, recuperando de nuevo la condición de ganancia y permitiendo, de esta forma, la emisión de luz láser desde el Si. Intel ha publicado potencias del orden de 100mW a temperatura ambiente, sin degradación del dispositivo a lo largo de todo el periodo de pruebas.

Son innumerables las aplicaciones en las que se piensa que este logro puede tener cabida a partir del 2007, fecha que se prevé marcará el inicio de la explotación comercial de los chips de Si ópticos y el comienzo del "reinado" del Si en la opto-electrónica, de modo análogo a como lo es hoy este material y su tecnología en la microelectrónica. Por lo pronto, la velocidad de procesado de un chip de este estilo abre la puerta de los Gbit/s. Otras aplicaciones de interés para Defensa, como nanosensores de bajo coste efectivos para detección bioquímica y de gases pueden beneficiarse de este logro, junto al desarrollo de sistemas compactos DIRCM para la defensa de plataformas contra misiles guiados.

En resumen, *la fotónica del silicio* empieza a mostrar su viabilidad facilitando la aparición de los "superchips" que integrarán circuitería electrónica y óptica. La mayoría de las limitaciones presentes en la microelectrónica de silicio pueden superarse con este tipo de arquitecturas, abriéndose en paralelo una vía práctica al desarrollo de nanosensores con una tecnología ya madura y de relativo bajo coste, que es la de la microelectrónica de Si. Este es, a nuestro juicio, el aspecto disruptivo de este desarrollo en el horizonte de 3 a 5 años. La aventura del "all-silicon photonics" comienza....



## NUEVOS AGENTES DE DESCONTAMINACIÓN QUÍMICA Y BIOLÓGICA

La defensa frente al empleo de agresivos químicos y biológicos lleva aparejada una intensa actividad, relacionada con el estudio y búsqueda de nuevas soluciones en descontaminación Biológica y Química (BQ). En los últimos años se ha centrado en cubrir la necesidad de sistemas de descontaminación avanzados que no sean tóxicos, no tengan efectos corrosivos y sean ambientalmente seguros. La contaminación causa bajas humanas y restricciones en el uso de equipos, por lo que la descontaminación debe reducir y eliminar el peligro. Los nuevos sistemas de descontaminación deben permitir reorganizar personal y equipo lo más rápidamente posible para aumentar la eficacia en combate y al mismo tiempo disminuir la carga logística. Se debe conocer cuándo, dónde, cómo y por qué desarrollar la descontaminación, siguiendo unos principios básicos: la descontaminación debe realizarse tan pronto como sea posible, sólo sobre aquello que sea necesario, rápidamente y por orden de prioridad.

Hoy en día existen tres niveles de descontaminación: inmediata, operacional y absoluta. La descontaminación *Inmediata* pretende minimizar bajas, salvar vidas y limitar la extensión de la contaminación; evitando la penetración del agente contaminante y por tanto la contaminación del personal. La *Operacional* se centra en sustentar las operaciones, reducir el peligro de contacto, limitar la extensión de la contaminación y reducir el tiempo en el que es necesaria la ropa y el equipo de protección. Este tipo de descontaminación esta restringida a partes de equipos, material y áreas de trabajo. Por último, la descontaminación *Absoluta* tiene como objetivo eliminar la necesidad de vestir el equipo de protección individual o EPI, tratando de reducir la contaminación del personal, equipo/material y/o las áreas de trabajo hasta el menor nivel posible.

El desafío en el área de la descontaminación BQ está en la búsqueda de nuevos materiales de empleo universal (aplicables a personas, equipos individuales, vehículos y equipos tácticos de combate, equipos sensibles, interior y exterior de aviones, naves, barcos, bases militares,...) y efectivos frente a la extensa gama de agentes BQ. El abanico de posibilidades es muy amplio y así podemos mencionar reactivos nucleofílicos ligeros y catalizadores nucleofílicos, aplicables a la descomposición de agentes nerviosos V y G; catalizadores oxidativos y oxidantes orgánicos y estables, útiles frente a gas mostaza y agentes nerviosos tipo V; y enzimas catalíticas, eficaces frente a agentes nerviosos V y G, si bien se está estudiando como aumentar su eficacia frente a gas



mostaza. Otras líneas de interés se centran en los procedimientos de aplicación de estos agentes

descontaminantes y las técnicas de prevención de dispersión de la contaminación.

A *corto plazo*, el principal objetivo es la sustitución de descontaminantes, como la lejía o la solución de descontaminación D2, muy tóxicas y corrosivas usadas en personal, equipos individuales y exterior de vehículos, por otros menos dañinos. A *medio plazo*, la búsqueda está orientada a nuevas formulaciones que puedan ser utilizadas en equipos sensibles, como material informático o de comunicaciones, y en el interior de plataformas. Hoy en día no hay sistemas eficaces para estas aplicaciones, así que se considera un requisito crítico. A *largo plazo*, los esfuerzos se centran en la búsqueda de sistemas de descontaminación modulares.

Las nuevas alternativas buscan la sustitución de las aplicaciones acuosas por soluciones en forma de espuma, vaporizador o spray líquido, no tóxicas, ni corrosivas y de menor coste. Podemos mencionar las aplicaciones basadas en compuestos de amonio cuaternario (Easy Decon o MDF-200), o en peróxido de hidrogeno (Decon Green), que neutralizan agentes biológicos y químicos en minutos, con mayor eficacia y seguridad que la solución D2. Para la descontaminación rápida de superficies se están utilizando soluciones basadas en óxidos de alcoholes (GDS2000), muy efectivas frente a todos los agentes de guerra químicos conocidos. En pequeñas grietas, materiales microporosos y conductos de aire, se utilizan compuestos basados en ozono o dióxido de cloro efectivos frente a agentes biológicos, pero que requieren varios días para la eliminación de agentes químicos persistentes.

Otros materiales de interés son las *nanopartículas reactivas* de óxidos de metal que reaccionan frente a un gran número de agentes biológicos y químicos, o la mezcla de una amina-alcoholada con un agente activo no iónico (conocida comercialmente como GD-5) utilizada para descontaminación de agentes H, G, y V en equipos



individuales. En el interior de vehículos, material sensible, e incluso en grandes superficies, la solución se aplica utilizando sistemas de dispersión portátiles (DECOFOG), aunque el resultado es inferior, de forma que para el campo de la B, no funciona contra todos los agentes, y en el campo Q, su capacidad es similar al DS 2.

Respecto a la descontaminación enzimática existen sistemas en desarrollo como el ACES (Advanced Catalytic Enzyme System), basado en una enzima catalítica de uso dual, útil contra los sulfuros de mostaza y otros de pesticidas. Su principal característica es que permite reducir la carga logística y el tiempo necesario para la descontaminación. Otra opción interesante es el "ALL-CLEAR", espuma basada en una enzima que permite la destrucción selectiva de agentes nerviosos y mezclas de agentes biológicos. La espuma penetra en pequeñas grietas y fisuras, lo que permite la descontaminación en el interior de equipos y en zonas de difícil acceso. Es ecológico, no dañino para aparatos sensibles y de gran eficacia, eliminando sarín y ántrax en 1 hora.

En los últimos años, las líneas de investigación continúan con la búsqueda de nuevas enzimas, nanopartículas reactivas, reactivos de peróxido, y nanoóxidos a utilizar en formulaciones no acuosas para la descontaminación de agentes biológicos y químicos. El estudio de soluciones enzimáticas es de interés mundial, así por ejemplo EE.UU. está estudiando el posible uso de enzimas Hidrolasas de organofosforados, OPH, con una actividad alta frente al VX; y *Dioxirinas*, principalmente la dimetildioxirina (DMDO), muy eficaces frente a agentes biológicos, pero con baja eficacia frente a agentes químicos. También mantienen un proyecto de investigación, dentro de la agencia DARPA, para el desarrollo de un sistema de descontaminación biológica, basado en enzimas modificadas genéticamente para mejorar sus propiedades catalíticas para la destrucción de esporas. En el entorno OTAN el Project Group 31, en el que participan EE.UU., junto a Francia, Alemania, Italia, Turquía, Reino Unido, Bélgica y Noruega, está identificando enzimas que actúen contra agentes nerviosos, como el Sarín, Soman y VX, y otras que reaccionan contra las mostazas y algunos pesticidas. En un plazo de 3-5 años se espera disponer de una versión militar de este sistema para uso en campaña. Por su parte, Francia centra sus estudios en enzimas microbiológicas, en concreto enzimas de *Corynebacterium glutamicum* y *petrophilum*, que han demostrado ser muy eficaces frente al VX. Por último Italia está estudiando el posible uso de las enzimas mono y dioxigenasa frente a gas mostaza(HD) y simulantes (diethyltoleter).

Otras áreas de interés las encontramos en China, donde se está estudiando el uso de nanoóxidos, en forma de polvo, para la descontaminación quí-

mica individual, tanto en prendas como en equipos. Los resultados experimentales con nanoóxidos de aluminio y magnesio demuestran que pueden absorber con rapidez líquidos de HD, GD, y VX, pero con una capacidad del 20-40%, y que con óxidos de calcio y magnesio se pueden retirar, inhibir y esterilizar simulantes de agentes de guerra biológica. Por su parte, Canadá, está desarrollando un nuevo material gelatinoso que se aplica sobre las superficies para la descontaminación BQ. La efectividad del mismo se ha probado con el VX y agentes mostaza, y también con B. antracis.



En relación a las líneas de investigación de países de nuestro entorno, Alemania ha iniciado distintos proyectos sobre el uso de nuevas nanopartículas reactivas y enzimas en microemulsiones para descontaminación biológica y química. Reino Unido centra su búsqueda en nuevas soluciones de descontaminación química absoluta. Su principal interés está en el uso de reactivos del peróxido en microemulsiones, como agentes descontaminantes BQ, y en la búsqueda de formulaciones líquidas y gaseosas de nueva generación contra contaminación biológica y química. A nivel nacional no existen proyectos concretos en el área de descontaminación BQ, aunque sí un marcado interés por conocer los avances en este campo.

En conclusión, el interés en nuevos descontaminantes, que permitan la reorganización de efectivos y equipos lo más rápidamente posible y que no sean dañinos para personas, equipos y medioambiente, ha crecido enormemente en los últimos años, si bien aún está en una fase temprana de investigación, no previéndose la disposición de soluciones avanzadas hasta dentro de varios años. Microemulsiones, miscelas y liposomas, extremadamente manejables y muy reactivas, así como las enzimas, marcan las líneas a seguir en descontaminación BQ. Sistemas modulares, desplegados y fácilmente transportables, que permitan disminuir la carga logística, reduzcan el uso de agua y minimicen el tiempo requerido para la descontaminación, constituyen el objetivo final.



## SISTEMAS DE PROTECCIÓN FLEXIBLE: Presente y Futuro

La protección del soldado y la mejora de su equipamiento son objetivos comunes para todos los ejércitos modernos. Casco y chaleco, entendido éste como equipo de protección flexible, que puede complementarse con placas rígidas, constituyen los elementos clave de la protección balística y son objeto de constantes mejoras, derivadas principalmente del campo de los materiales.

Los sistemas de protección balística se ensayan y clasifican según normativas internacionales, en función de su resistencia frente a cada tipo de amenaza. Atendiendo a munición, calibre, masa, ángulo de incidencia o velocidad de impacto, se está generalizando el uso de la NIJ Standard – 0101.04, que clasifica los proyectiles en siete grupos según sus características. Si lo que se desea es evaluar la protección de los sistemas frente a fragmentos,



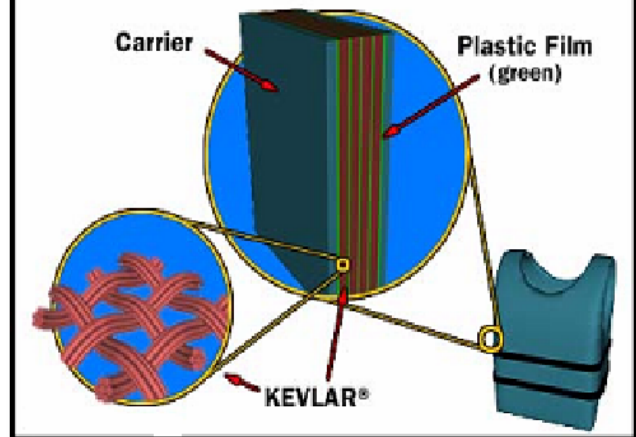
se utiliza un factor V50 (STANAG 2920) que indica la velocidad a la que el 50 % de los fragmentos es detenido por el sistema. Por último, para evaluar el impacto o “trauma” originado cuando el proyectil o fragmento no perfora el sistema, se utiliza también una medida, en milímetros, de profundidad de la huella que queda sobre el cuerpo protegido, y que cuantifica la consiguiente absorción de energía.

Como parte fundamental del proceso de diseño de un sistema de protección balística se plantean una serie de preguntas clave. ¿Contra qué amenaza queremos protegernos? ¿Cuál será su velocidad, ángulo de impacto, masa, energía, etc.? ¿Qué factor se atenúa más en función del material elegido?

Así, dependiendo del nivel de protección requerido demandaremos distintos tipos de materiales y sistemas. La protección frente a munición de fusil implicará generalmente placas de protección balística y por tanto la utilización de materiales rígidos. Frente a amenazas de menor poder de penetración, como munición de arma corta o fragmentos, la protección se conseguirá con chalecos y sistemas de protección flexible, basados en materiales compuestos que usan fibras orgánicas de alta resistencia. Es en estos materiales para protección flexible en los que se centra este artículo.

¿Por qué se utilizan las fibras artificiales para el desarrollo de sistemas de protección personal?

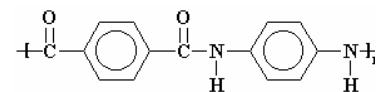
### How Body Armor Works



Las fibras, dispuestas como una red de tejido trenzado, funcionan “atrapando” la bala o el fragmento, de modo que absorben y dispersan la energía del impacto hacia otras fibras en el tejido. Esta transferencia ocurre principalmente en los puntos de unión entre los hilos de la trama y los de la urdimbre, de modo que para optimizar la protección y flexibilidad de los chalecos, se opta por maximizar el número de puntos de cruce entre fibras. Las fibras se refuerzan con capas plásticas adicionales (ver Fig. anterior), que reducen la cantidad de energía transferida que origina el trauma por impacto. Estos tejidos son lo suficientemente fuertes como para realizar la función de absorción de energía, pero más cómodos de llevar que las placas tradicionales. De forma general, se identifican dos tipos de fibras o tejidos utilizados en equipos de protección flexible, los basados en poliamidas y los basados en polietileno.

### FIBRAS DE POLIARAMIDAS

El mayor fabricante a escala mundial de fibras de poliamida es Dupont, que posee los dos productos con mayor peso específico en el

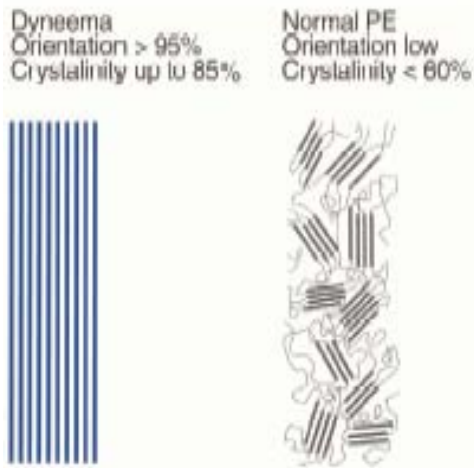


mercado de la protección flexible: el Kevlar® y el Nomex. Las fibras de **Kevlar** están formadas por largas cadenas moleculares de poliparafenil-tereftalamida, y es su característica estructura química la que facilita su elevada orientación y formación de enlaces que proporciona su combinación única de propiedades. El **Kevlar**, cinco veces más resistente que el acero, es ligero, flexible y cómodo, presentando también una resistencia a tracción elevada, un alto módulo elástico, resistencia química y tenacidad. El **Nomex**, posee una estructura química similar, aunque su utilización está orientada a la elaboración de ropas protectoras frente al fuego y al calor.

La popularidad del Kevlar ha hecho que otros fabricantes desarrollen productos muy similares, como puede ser el **Twaron**, fabricado por la empresa Teijin. Las fibras de Twaron, formadas por filamentos de poliaramidas, presentan gran resistencia al impacto, manteniendo una gran tenacidad y unas propiedades de absorción de energía excelentes.

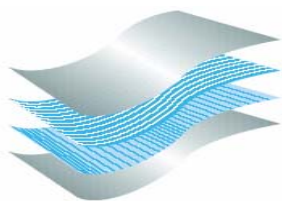
**FIBRAS DE POLIETILENO**

Respecto a las fibras de alto rendimiento basadas en polietileno, las más utilizadas comercialmente son las familias **Dyneema** y **Spectra**.



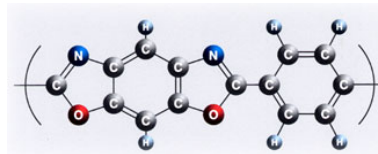
Ambas fibras se obtienen a través de procesos patentados de gel-spinning a partir de polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE). Este proceso orienta las macromoléculas en una misma dirección, lo que origina la gran rigidez de la fibra, y que se traduce en una fibra más resistente, superior al acero, que soporta mayores temperaturas y con una alta capacidad de absorción de energía. Presentan un extraordinario comportamiento visco-elástico, lo que las hace especialmente resistentes al impacto, y muestran una alta resistencia a agentes químicos, agua y radiación UV gracias a su naturaleza apolar. Además, su baja constante dieléctrica, las hace prácticamente invisibles al radar.

Las fibras de polietileno no se utilizan tejidas, sino en forma de laminados unidireccionales, dispuestos de manera alternada, cada capa a 90° de las adyacentes, y fusionadas en una estructura compuesta, con material termoplástico, bajo calor y presión. La configuración unidireccional de las fibras permite que la energía se transfiera y se distribuya más rápida y eficientemente que en un tejido convencional. Asimismo, se pueden combinar laminados de diferentes materiales, como fibras de PE (polietileno) y de Kevlar, buscando una combinación de propiedades concreta. Este tipo



de laminados proporciona una mayor eficiencia balística que los materiales tejidos, pero a costa de una pérdida de flexibilidad.

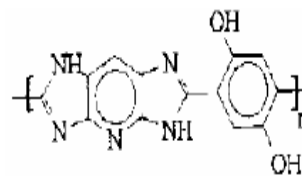
Por último, mencionar también otras fibras bien conocidas en el mundo de la protección personal, como son las de **Zylon**. Éstas son unas fibras de alto rendimiento desarrolladas por la empresa Toyobo, formadas por cadenas rígidas de poli(p-fenilén-2,6-benzobisoxazol)(PBO).



**LAS NUEVAS FIBRAS DE REFUERZO.**

Actualmente, los desarrollos en el campo de los materiales para protección personal están orientados fundamentalmente hacia la búsqueda de nuevas fibras de refuerzo de mejores prestaciones que las actuales.

**- Fibras M5**

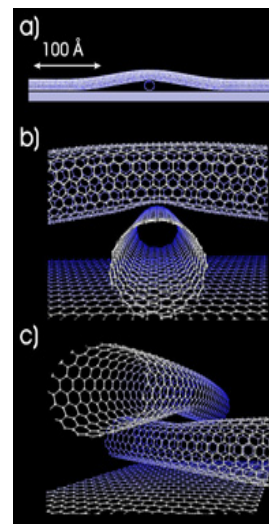


Las fibras M5 son un producto de la compañía AZCO NOBEL, con un concepto de desarrollo orientado hacia la

aplicación. Así, se obtienen nuevos materiales con las propiedades deseadas, en forma de fibra de muy alto rendimiento, y con un extraordinario potencial en sistemas de protección, tanto de plataformas como personal. Aunque aún se encuentra en fase de desarrollo para ciertas aplicaciones, las primeras pruebas realizadas por el ejército estadounidense muestran un comportamiento al menos tan bueno como el de los mejores composites utilizados para protección frente a la fragmentación, reduciendo el área de los componentes balísticos del sistema de protección entre un 40 y un 60 % respecto al Kevlar (para un mismo nivel de protección).

**- Nanotubos y nanocomposites**

Posiblemente dentro de los materiales compuestos utilizados para aplicaciones balísticas, estemos en la época de los "nanocomposites". El hecho de utilizar partículas de refuerzo de tamaños nanométricos, posibilita llegar a obtener unas propiedades hasta hace poco inimaginables. Así por ejemplo, si se trabaja con partículas de tamaño inferior a la longitud de onda de la luz incidente, se pueden conseguir sistemas de



protección indetectables, con las enormes implicaciones que esto puede llegar a suponer.

Dentro de los nanocomposites merecen destacar por su importancia los “nanotubos de carbono”. En la mayoría de los materiales, las propiedades observadas se ven sustancialmente degradadas por la existencia de defectos en su estructura. Así, por ejemplo, el acero de alta resistencia presenta una resistencia a ruptura de tan sólo un 1 % de su valor teórico. Los nanotubos de carbono, sin embargo, alcanzan valores realmente cercanos a sus límites teóricos debido a la perfección cristalina de su estructura. Por ello, se trata de las fibras más rígidas que se conocen, con un valor del módulo de Young de 1,4 TPa, una elongación a fractura esperada de entre el 20 y el 30 % y una tensión de rotura por encima de los 100 GPa (la del acero de alta resistencia es 1-2 GPa). Asimismo, otra característica realmente importante de estas estructuras es su capacidad de autoensamblaje, lo que simplifica enormemente la formación espontánea de fibras a partir de muchos nanotubos. Las fibras obtenidas son mucho más fuertes que el acero o el Kevlar, e incluso mucho más tenaces, lo que origina un enorme interés desde la industria de los materiales de protección. Gracias a estas extraordinarias propiedades, estas fibras proporcionarán una nueva generación de tejidos de gran resistencia y materiales absorbentes de energía, con aplicaciones tanto en sistemas de protección personal, como en protección de vehículos u otras plataformas.

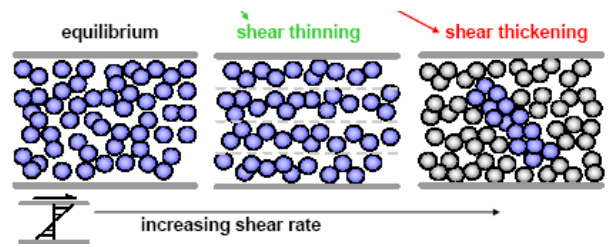
### FUTURO DE LA PROTECCION PERSONAL

Si bien los avances a corto y medio plazo en el campo de la protección personal están orientados hacia la obtención de nuevas fibras de propiedades mejoradas, existen también investigaciones abiertas no basadas en textiles, sino en fluidos con propiedades modificables.

#### - Blindajes Líquidos

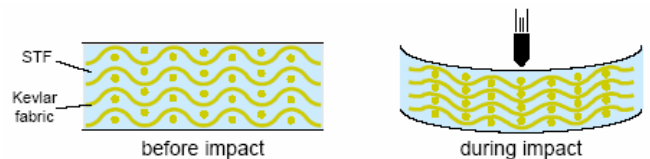
Uno de los avances más prometedores es el de los **Blindajes Líquidos**, desarrollados por el Weapons and Materials Research Directorate del U. S. Army Research Laboratory (ARL). Este es un tipo de blindaje especialmente ligero y flexible, que permite una gran movilidad gracias a su textura líquida, que se convierte en rígida cuando se produce el impacto.

El componente clave de los blindajes líquidos son los “Shear Thickening Fluids” (STF) o fluidos de endurecimiento frente a cizalla, que son un tipo de fluidos no newtonianos en los que la viscosidad aumenta enormemente según se incrementa la velocidad de deformación o la carga aplicada. Se trata de suspensiones coloidales concentradas que consisten en nanopartículas, generalmente de sílice, dispersas en un medio líquido, no tóxico y soluble en agua, como el polietilenglicol.



La transición entre un líquido fluido y un material sólido se debe a la formación y percolación de agregados, hidrocústers, que incrementan drásticamente y de modo reversible la viscosidad del fluido debido a que, bajo elevados esfuerzos aplicados, las fuerzas hidrodinámicas superan las fuerzas de repulsión entre las partículas.

Dichos fluidos son empleados para impregnar tejidos de Kevlar tradicionales y mejorar su comportamiento. De este modo, se mantiene una gran flexibilidad durante los eventos que no impliquen grandes deformaciones, volviéndose rígido frente a amenazas como proyectiles, fragmentos u objetos punzantes. Por otra parte, gracias a los pequeños espesores empleados, y a su ligereza y flexibilidad, el uso de STF permite mejorar la protección de cuello, brazos y piernas, de manera adicional al torso.



Existen en la actualidad, a través de los programas de investigación en materiales compuestos del ARL, diversos proyectos en curso sobre STFs, utilizando diferentes matrices y suspensiones.

#### - Fluidos Magnetorreológicos

Entre las actividades de investigación del Institute for Soldier Nanotechnologies, del MIT, basadas en nanotecnologías, destaca la búsqueda de materiales aplicables a sistemas de protección confortables, ligeros y flexibles. Como línea más novedosa destacan los fluidos magnetorreológicos son dispersiones líquidas cuyas propiedades, y fundamentalmente la viscosidad, se ven modificadas bajo la acción de un campo magnético.

Estas suspensiones están compuestas de nanopartículas de hierro dispersas en una matriz líquida polimérica, que impide la precipitación así como la corrosión y degradación ambiental de las partículas. La idea es que el soldado pueda activar su sistema de protección a voluntad pasando de un chaleco flexible y ligero a un sistema casi metálico.

Bajo la acción de un campo magnético, las nanopartículas se orientan por inducción y se

apilan incrementando drásticamente la viscosidad del fluido hasta alcanzar una considerable rigidez. Este comportamiento es extremadamente sensible (ocurre en décimas de segundo) y completamente reversible, por lo que se intenta aprovechar estas propiedades modulables para infiltrar los tejidos tradicionales de fibras de alta resistencia con este tipo de fluidos. De este modo, se consiguen tejidos flexibles y ligeros en ausencia de un campo magnético, y cuya rigidez se ve incrementada enormemente siempre en función de la intensidad del campo magnético aplicado.

Actualmente, el principal problema es la aplicación de dicho campo magnético en las situaciones requeridas y el control de la modulación. Una solución en que se trabaja es embeber cables en los tejidos utilizados para los trajes, de modo que el soldado pueda permitir el paso de corriente eléctrica por ellos, y por tanto la producción de un campo magnético inducido. Actualmente se trabaja en la inserción de electroimanes y microimanes en los tejidos y trajes, de manera que se puedan utilizar como válvulas de paso, si bien en este área es donde queda todavía un extenso trabajo por realizar. Estos dispositivos están en fase de desarrollo y quedan aún muchos

parámetros por optimizar antes de su uso en pruebas de sistemas de protección balística, para lo que se prevé todavía un tiempo de entre cinco y diez años.

**E**n resumen, los blindajes endurecibles se presentan como una opción muy atractiva para la protección personal, que comienza a dar sus primeros pasos. Sin embargo, se trata de tecnologías muy incipientes y queda un largo camino hasta que sea posible disponer de chalecos endurecibles a voluntad.

Es el desarrollo y mejora de las fibras lo que permitirá aumentar los niveles de protección en un futuro inmediato y es por ello que los programas de modernización del soldado, que llevan a cabo numerosos países de nuestro entorno, vienen incorporando los últimos avances en estas tecnologías y materiales en su búsqueda por un balance óptimo entre la maximización de la protección y la minimización de los efectos negativos sobre la operatividad del usuario. Ejemplos de ello son el chaleco "Interceptor" para el Land Warrior (EE.UU.) o el chaleco desarrollado para el programa Combatiente Futuro Español.

## AGENDA

<p><b>Network Centric Warfare Europe 2005</b> 31 mayo - 2 junio 2005, IKBB, Bonn, Alemania <a href="http://www.iqpc.co.uk/binary-data/IQPC_CONFEVENT/pdf_file/6709.pdf">http://www.iqpc.co.uk/binary-data/IQPC_CONFEVENT/pdf_file/6709.pdf</a></p> <p><b>II Jornadas de Normalización sobre información geoespacial</b> 19 abril 2005, Madrid <a href="http://www.mde.es/web_geoespacial">www.mde.es/web_geoespacial</a></p> <p><b>BATTLE SPACE INFORMATION 2005: The Premier Information Dominant Forum</b> 19 - 21 abril 2005, Londres <a href="http://www.wbresearch.com/battle_space_europe/">http://www.wbresearch.com/battle_space_europe/</a></p>	<p><b>Eighth Annual Conference on Military Data Links, (SMI)</b> 23 y 24 mayo 2005, The Hatton, Londres <a href="http://www.smi-online.co.uk">www.smi-online.co.uk</a></p> <p><b>Fifth Annual Conference on International Software Radio (SMI)</b> 6 y 7 junio 2005, Jurys Great Russell Street Hotel, Londres <a href="http://www.smi-online.co.uk">www.smi-online.co.uk</a></p> <p><b>EUPOC 2005 - Polymers in Nanoscience and Nanotechnology (Nanotec IT)</b> 29 mayo y 3 junio 2005 Gargnano (Lago de Garda), Italia. <a href="http://www.nanotec.it/documenti/EUPOC_2005_2nd_circular.pdf">www.nanotec.it/documenti/EUPOC_2005_2nd_circular.pdf</a></p>	<p><b>2° SIMPOSIO TECNOLOGIE AVANZATE: "Applicazioni delle nanotecnologie per la difesa settori: strutturale, elettronico, biotecnologico"</b> Le nanotecnologie per la difesa 23 - 24 junio 2005, Roma <a href="http://www.nanotec.it/documenti/call%20for%20papers.pdf">www.nanotec.it/documenti/call%20for%20papers.pdf</a></p> <p><b>RTO SIMPOSIUM, SET Pannel "Advanced Sensor Payloads for UAV's" (OTAN)</b> 2-3 mayo, Lisboa. <a href="http://www.rta.nato.int">www.rta.nato.int</a></p> <p><b>RTO MEETING, AVT Pannel Lecture Series on "Nanotechnology Aerospace Applications" (OTAN)</b> 2 y 3 junio 2005, Bélgica <a href="http://www.rta.nato.int">www.rta.nato.int</a></p>
--	--	---

### Boletín de Observación Tecnológica en Defensa en Internet

Disponible en <http://www.mde.es/dgam/observatec.htm>