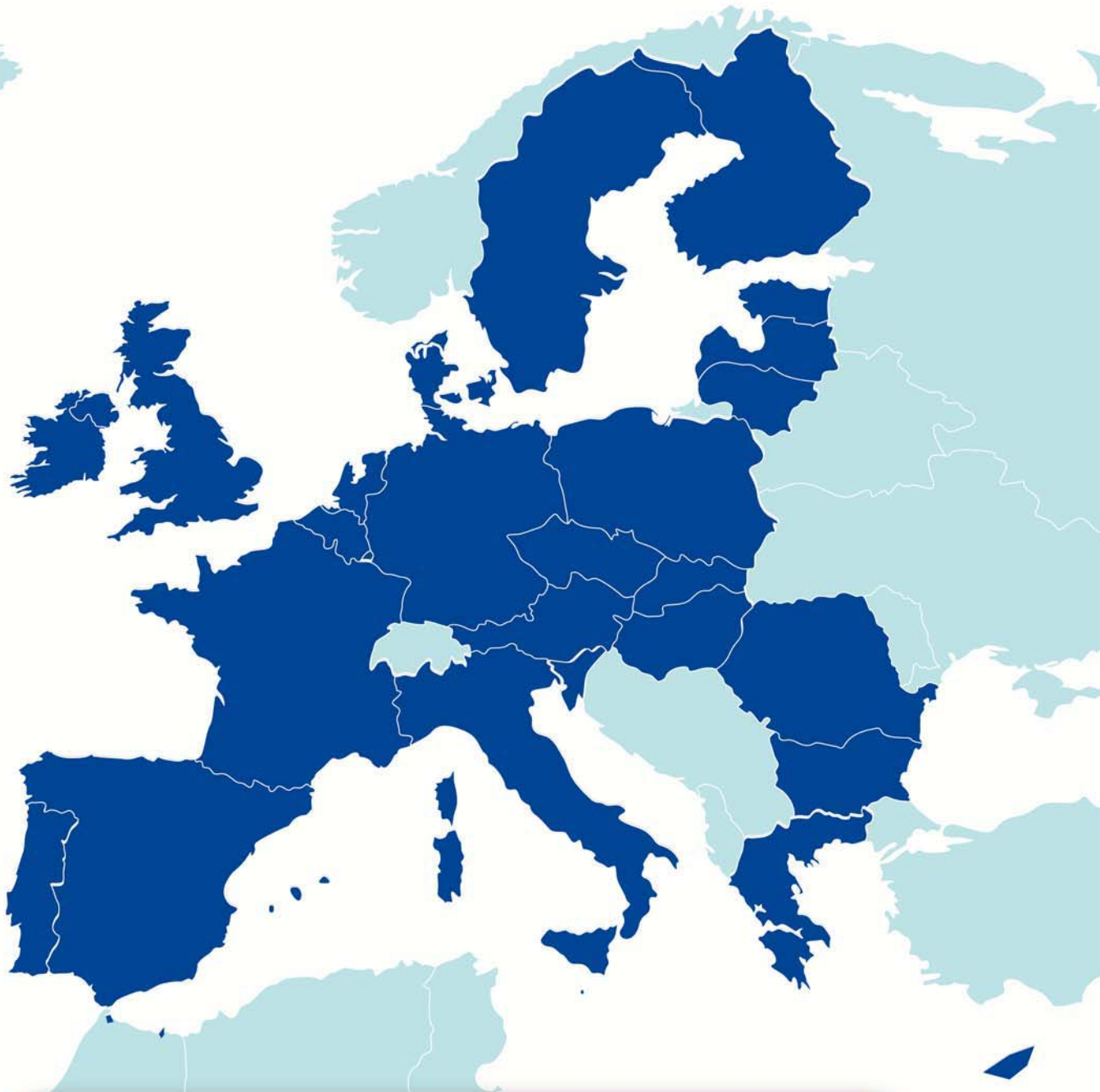




EURODEFENSE-ESPAÑA



**Beneficios para la Sociedad  
de las Inversiones en I+D+i de Defensa**



EURODEFENSE-ESPAÑA



## **Beneficios para la Sociedad de las Inversiones en I+D+i de Defensa**



# **Beneficios para la Sociedad de las Inversiones en I+D+i de Defensa**



**BENEFICIOS PARA LA SOCIEDAD  
DE LAS INVERSIONES EN I+D+i DE DEFENSA**

ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| Presentación<br><i>Arturo Fernández Álvarez</i>  | pág. 7   |
| Introducción<br><i>Fernando Mosquera Silván</i>  | pág. 9   |
| Capítulo 1<br>Apoyo del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a la financiación de I+D+i en programas de Defensa<br><i>Ramón Herrero Arbizu</i>                        | pág. 29  |
| Capítulo 2<br>La actividad de I+D del sector de Defensa en España<br><i>Luis Martínez Míguez</i>   | pág. 41  |
| Capítulo 3<br>La Defensa al servicio de la sociedad. Contribución de la investigación y desarrollo tecnológico<br><i>Álvaro Azcárraga</i>                                    | pág. 49  |
| Capítulo 4<br>Cómo aprovechar las inversiones en I+D+i en Defensa para el desarrollo nacional<br><i>Jesús Redondo Lavín</i>  | pág. 65  |
| Capítulo 5<br>La reutilización en aplicaciones civiles de los desarrollos llevados a cabo por la industria española en el sector de la Defensa<br><i>Antonio de Carvajal</i> | pág. 73  |
| Capítulo 6<br>Aplicaciones civiles de elementos y tecnologías desarrolladas originariamente para aplicaciones militares<br><i>Antonio Pérez de Lucas</i>                     | pág. 79  |
| Capítulo 7<br>Sistemas de Información y Comunicaciones<br><i>Silvia Soriano Arévalo</i>  | pág. 87  |
| Capítulo 8<br>Inversiones de Defensa en I+D+i de aplicación civil. El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, claro ejemplo<br><i>Ángel Orenes Cayuela</i>               | pág. 95  |
| Capítulo 9<br>El Canal de Experiencia Hidrodinámicas de El Pardo: Un Instituto de I+D+i del Ministerio de Defensa<br><i>José Manuel Sevilla López</i>                        | pág. 137 |
| <i>Componentes del Grupo de Trabajo</i>  | pág. 143 |



## **PRESENTACION**

### **Beneficio que las Inversiones en Defensa supone en Tecnologías I+D+i.**

En el otoño del año 2006 el entonces Presidente de EuroDefense-España (q.e.p.d.) mi buen amigo y compañero en la CEOE, Enrique Aldama y de Miñón, mantuvo una muy fructífera entrevista con el también entonces Secretario de Estado de la Defensa, Francisco Pardo Piqueras, hoy Presidente de las Cortes de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

En aquella conversación Enrique Aldama ofreció la colaboración de EuroDefense-España como foro de estudio sobre temas o asuntos de interés para la Defensa Nacional, puesto que al ser una entidad privada sin ánimo de lucro, tal como consta en el Registro Nacional de Asociaciones del Ministerio del Interior, EuroDefense-España posee un carácter independiente y no vinculado a la Administración del Estado. Esta característica le permite llevar a cabo trabajos y análisis libres de cualquier compromiso, influencias o presiones que pudieran provenir o generarse desde cualquier organismo público. Por otra parte, la relación con otras organizaciones homólogas en 13 países europeos con los que compartimos amplios intereses, le dan una amplia perspectiva de las tendencias en cuanto a la resolución de cuestiones semejantes en nuestro entorno.

Como resultado de aquellos contactos con el Secretario de Estado de la Defensa y posteriormente con el Director General de Armamento y Material, EuroDefense-España, con la cooperación y colaboración con algunos Departamentos Ministeriales interesados, Organismos públicos y Empresas privadas y con el apoyo del Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional, ha desarrollado un trabajo sobre I+D+i que se complementa con el realizado sobre financiación de los grandes programas de Defensa.

Desde la época de la carrera de armamentos, el diferencial tecnológico con otros países ha sido considerado, sobre todo entre las grandes potencias, como un factor de carácter estratégico, de forma que se ha venido estableciendo una correlación cada vez más acusada entre el logro de la ventaja militar y el empleo de tecnologías "punta" en los sistemas de armas de última generación. El nivel científico y tecnológico de un país, la capacidad de desarrollar exigentes programas de investigación y el volumen de recursos que podían ser aplicados eran la base de ese diferencial.

En lo que a España se refiere, la DDN 1/2004 recoge que deberemos estar en condiciones de poder participar con determinados países, si así se decidiese, para el desarrollo de capacidades militares más exigentes y en la adquisición de compromisos más vinculantes, en los términos previstos en el Tratado Constitucional de la Unión Europea. También establece, entre las líneas generales de actuación de la política de defensa, impulsar la transformación de las Fuerzas Armadas de acuerdo con el nuevo modelo, dotándolas de capacidades tecnológicamente avanzadas y estructurándolas para disponer de una posibilidad de respuesta gradual. Asimismo, fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación para mantener un nivel tecnológico elevado, que mejore la operatividad de las Fuerzas.

Por otra parte, la elevada cantidad de recursos que requieren los programas de I+D+i, en general, y las exigentes condiciones de nivel científico y tecnológico, así como los requisitos en cuanto a plazos de tiempo, dificultan que determinados programas de I+D+i puedan llevarse a cabo y que, a veces, sólo encuentren viabilidad dentro de programas de Defensa.



En cualquier caso, resulta imprescindible la cooperación, el intercambio de información, la investigación y la integración de esfuerzos de todos los sectores relacionados con la Seguridad y Defensa, en particular, el Ministerio de Defensa, la Industria y la Universidad, como mejor manera de obtener el máximo rendimiento de nuestras potencialidades. En el caso de los grandes Programas esa cooperación a nivel nacional no siempre es suficiente y se hace preciso participar en Programas multinacionales, que adoptan diferentes formas de organización y contractuales, pero que llevan incluidos compromisos concretos de participación en la fase de I+D+i.

Como consecuencia de todo lo anterior, los Programas de Defensa figuran entre los mayores demandantes de I+D+i y de los correspondientes recursos financieros, pero también están entre los principales generadores de nuevas tecnologías. Tecnologías que, en muchos casos, tienen un carácter dual o que son susceptibles de desarrollos aplicables en áreas de actividad diferentes a las originales. Son muchos los ejemplos que pueden ofrecerse sobre los beneficios posteriores que revierten en la industria civil y que finalmente repercuten en la sociedad, como han sido Internet, el Sistema de Navegación por Satélite o GPS, los satélites espaciales, el sonar, etc.

En ese sentido el presente documento presenta a la opinión pública española un análisis bastante detallado sobre como muchas de las Inversiones en I+D+i que se realizan en Programas de la Defensa repercuten posteriormente de forma altamente beneficiosa para nuestra Sociedad.

Como Presidente de EuroDefense-España y también como empresario, es una gran satisfacción y también un gran honor presentar este documento, que estoy seguro servirá tanto a la Administración del Estado como a las Empresas del Sector de Defensa, como un excelente instrumento que permita dar a conocer a nuestra Sociedad los grandes beneficios que se obtienen en su favor de las Inversiones en Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica realizadas en la Defensa de la nación.

Madrid, octubre de 2008

Arturo Fernández Alvarez  
Presidente de EuroDefense-España

## INTRODUCCIÓN

**Fernando Mosquera Silvén**

*Teniente General del Ejército del Aire (Retirado)*

*Asesor Militar de la compañía ITP. (Industria de Turbo Propulsores S.A.)*

### Preámbulo

No hay duda de que las inversiones que realiza un país en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) son el motor que impulsa el desarrollo tecnológico del mismo y, a su vez, las inversiones en tecnologías relacionadas con la Defensa se puede decir que, en alguna medida, son el motor del I+D+i, tal como sugería el título de la conferencia que pronunció el Ministro de Defensa español el pasado mes de marzo en el foro “los Coloquios de Fax Press”.

Así lo entienden todos los países, principalmente los más desarrollados, y así lo evidencia la Unión Europea que inició en 1984 una serie de Programas Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico; el último, el número 7, se aprobó en 2006 y cubrirá los años 2007 a 2013, con el objetivo estratégico de convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo. La Unión Europea considera que la Investigación y Desarrollo es la fuerza que impulsa el crecimiento económico, la creación de empleo, la innovación y la mejora de la calidad de los productos. Para conseguir sus objetivos se creará un mercado interior de la ciencia y la tecnología que fomente la calidad científica, la competitividad y la innovación.

### Volumen de las inversiones en I+D+i en general y en Defensa en particular

Siendo necesario para alcanzar los objetivos que en Investigación y Desarrollo tenga un país el establecimiento de la política y los planes correspondientes, difícilmente se lograrán si no se dotan de la financiación necesaria, financiación que provendrá de los presupuestos del Estado y de la industria privada.

Por otra parte, en general, los presupuestos para I+D+i del área civil, serán independientes y tendrán una política diferenciada de los del área de Defensa. En el caso de la Unión Europea, en su Séptimo Programa Marco para el período 2007-2013, no se incluye presupuestación para el área de Defensa, responsabilidad individual de cada uno de los países de la Unión pero, sin embargo, dentro de las áreas de actuación del Programa, al determinar las actividades a desarrollar por cada una de ellas, en la de seguridad concretamente, reconoce la existencia de ámbitos de tecnología de “doble uso” y la necesidad de una estrecha coordinación con las actividades de la Agencia Europea de Defensa (EDA) con objeto de garantizar la complementariedad. En relación con la EDA, ver más información en los trabajos para esta Monografía de Álvaro Azcárraga Arana y Jesús Redondo Lavín.

De acuerdo con la estrategia de Lisboa, el Consejo Europeo, reunido en Barcelona el 15 y 16 de marzo de 2002, acordó que el gasto global en investigación y desarrollo tecnológico e innovación en la Unión Europea debía aumentar con el objeto de aproximarse al 3% del PIB en 2010, teniendo en cuenta que, dentro de este aumento, dos tercios deberán proceder de la inversión privada. El séptimo Programa Marco contribuiría a este objetivo y a que la Unión se convierta en el espacio de investigación más importante del mundo. En general, la Unión Europea ha conseguido ir incrementando ligeramente la cantidad que invierte en Investigación y desarrollo desde el 1,92% en 1999, al 1,96% en 2005; pero, por término medio, la Unión sigue detrás de sus principales competidores que invirtieron en ese mismo año el 3,12% Japón, 2,9 % Corea y 2,59 % Estados Unidos.

Por lo que se refiere a los Programas Marco la Unión Europea ha invertido las siguientes cantidades en los mismos (en millones de Euros):

| Programa  | Primero | Segundo | Tercero | Cuarto  | Quinto  | Sexto   | Séptimo |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Período   | 84 - 87 | 87 - 90 | 90 - 94 | 94 - 98 | 98 - 02 | 02 - 06 | 07 - 13 |
| Inversión | 3.200   | 5.300   | 6.500   | 13.100  | 14.900  | 17.500  | 53.200  |

En millones de Euros

A estas cantidades hay que añadir las inversiones que realizan en cada uno de los países las empresas privadas y el Estado de sus fondos públicos. En relación con estas últimas, la diferencia con Estados Unidos es que en ellos estas inversiones se realizan a nivel federal y no a nivel individual por cada Estado como sucede en la Unión Europea. La relación entre los fondos públicos dedicados a I+D procedentes de la Unión y del total que invierten por su parte los países que la componen es de 6/94.

El tanto por ciento del Producto Interior Bruto (PIB) dedicado a inversiones en Investigación y Desarrollo de la Unión Europea, desglosado por países e incluidos Estados Unidos y Japón, en los últimos años han sido las siguientes:

|                | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EU-25          | 1,90 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,90 | 1,96 |
| EU-15          | 1,77 | 1,77 | 1,77 | 1,78 | 1,84 | 1,86 | 1,89 | 1,90 | 1,90 | 2,00 |      |
| OCDE           | 2,07 | 2,10 | 2,12 | 2,15 | 2,19 | 2,23 | 2,27 | 2,24 | 2,25 | 2,26 |      |
| Alemania       | 2,19 | 2,19 | 2,24 | 2,27 | 2,40 | 2,45 | 2,46 | 2,49 | 2,52 | 2,49 | 2,51 |
| Austria        | 1,54 | 1,59 | 1,69 | 1,77 | 1,88 | 1,91 | 2,03 | 2,12 | 2,20 | 2,24 | 2,35 |
| Bélgica        | 1,67 | 1,77 | 1,83 | 1,86 | 1,94 | 1,97 | 2,08 | 1,94 | 1,89 | 1,90 | 1,82 |
| Chequia        | 0,95 | 0,98 | 1,09 | 1,17 | 1,16 | 1,23 | 1,22 | 1,22 | 1,26 | 1,27 | 1,42 |
| Chipre         |      |      |      | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,40 | 0,40 |      |
| Dinamarca      | 1,82 | 1,84 | 1,92 | 2,04 | 2,18 | 2,30 | 2,39 | 2,51 | 2,56 | 2,48 | 2,44 |
| Eslovaquia     | 0,93 | 0,92 | 1,09 | 0,79 | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,53 | 0,51 |
| Eslovenia      | 1,56 | 1,33 | 1,31 | 1,37 | 1,40 | 1,42 | 1,55 | 1,52 | 1,32 | 1,45 |      |
| España         | 0,79 | 0,81 | 0,80 | 0,87 | 0,86 | 0,91 | 0,92 | 0,99 | 1,05 | 1,07 | 1,12 |
| Estonia        |      |      |      | 0,60 | 0,70 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 0,90 |      |
| Finlandia      | 2,26 | 2,52 | 2,69 | 2,86 | 3,21 | 3,38 | 3,38 | 3,43 | 3,48 | 3,51 | 3,48 |
| Francia        | 2,29 | 2,27 | 2,19 | 2,14 | 2,16 | 2,15 | 2,20 | 2,23 | 2,18 | 2,16 | 2,13 |
| Grecia         | 0,49 |      | 0,51 |      | 0,67 |      | 0,65 |      | 0,62 | 0,60 | 0,61 |
| Holanda        | 1,91 | 1,93 | 1,96 | 1,86 | 1,94 | 1,82 | 1,80 | 1,72 | 1,76 | 1,78 |      |
| Hungría        | 0,73 | 0,65 | 0,72 | 0,68 | 0,68 | 0,79 | 0,94 | 1,01 | 0,94 | 0,89 | 0,94 |
| Irlanda        | 1,26 | 1,30 | 1,27 | 1,23 | 1,18 | 1,13 | 1,10 | 1,10 | 1,16 | 1,20 | 1,25 |
| Italia         | 0,97 | 0,99 | 1,03 | 1,05 | 1,02 | 1,05 | 1,09 | 1,13 | 1,11 | 1,10 |      |
| Letonia        | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 |      |
| Lituania       | 0,50 | 0,50 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,80 |      |
| Luxemburgo     |      |      |      |      |      | 1,71 |      |      | 1,78 | 1,75 | 1,56 |
| Malta          |      |      |      |      |      |      |      | 0,30 | 0,30 | 0,30 |      |
| Polonia        | 0,65 | 0,67 | 0,67 | 0,68 | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,58 | 0,56 | 0,58 | 0,57 |
| Portugal       | 0,57 | 0,60 | 0,62 | 0,69 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,80 | 0,78 | 0,77 | 0,81 |
| Reino Unido    | 1,95 | 1,88 | 1,81 | 1,80 | 1,87 | 1,86 | 1,87 | 1,89 | 1,88 | 1,80 |      |
| Suecia         | 3,32 |      | 3,51 | 3,60 | 3,62 |      | 4,25 |      | 3,95 | 3,70 | 3,86 |
| Japón          | 2,69 | 2,78 | 2,84 | 2,95 | 2,96 | 2,99 | 3,07 | 3,12 | 3,15 | 3,13 | 3,12 |
| Estados Unidos | 2,51 | 2,55 | 2,58 | 2,62 | 2,66 | 2,74 | 2,76 | 2,65 | 2,68 | 2,68 | 2,59 |

Fuentes: OCDE, EUROSTAT

Hay que destacar que los únicos países que satisfacen actualmente el objetivo del Consejo Europeo de superar el 3% del PIB dedicado a Investigación y Desarrollo son Finlandia y Suecia. En el caso de España se observa que no se han alcanzado los objetivos marcados en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007,

aprobado el 7 de noviembre de 2003, que pretendía alcanzar un gasto en I+D en 2004 del 1,10 % del PIB y un 1,22 % en 2005, para llegar hasta el 1,4 % en 2007.

Por otra parte, el Producto Interior Bruto, a precios corrientes del mercado, de los 25 países de la Unión Europea, más Japón y Estados Unidos, en los años 2000 al 2006, fue el que se muestra en el siguiente cuadro:

|                | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004            | 2005            | 2006            |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>EU-25</b>   | <b>9.095,9</b> | <b>9.464,7</b> | <b>9.816,5</b> | <b>9.971,3</b> | <b>10.451,9</b> | <b>10.856,5</b> | <b>11.406,3</b> |
| Alemania       | 2.062,5        | 2.113,2        | 2.143,2        | 2.161,5        | 2.207,2         | 2.241,0         | 2.309,1         |
| Austria        | 210,4          | 215,9          | 220,8          | 226,2          | 235,8           | 245,1           | 256,4           |
| Bélgica        | 251,7          | 259,0          | 267,7          | 274,7          | 289,5           | 298,5           | 314,1           |
| Chequia        | 61,5           | 69,0           | 80,0           | 80,9           | 87,2            | 99,7            | 113,1           |
| Chipre         | 10,1           | 10,8           | 11,2           | 11,8           | 12,7            | 13,6            | 14,5            |
| Dinamarca      | 173,6          | 179,2          | 184,7          | 188,5          | 196,2           | 208,3           | 219,5           |
| Eslovaquia     | 22,1           | 23,6           | 26,0           | 29,2           | 33,9            | 38,1            | 43,9            |
| Eslovenia      | 20,8           | 22,0           | 23,7           | 24,9           | 26,2            | 27,6            | 29,7            |
| España         | 630,3          | 680,7          | 729,2          | 782,5          | 840,1           | 905,5           | 976,2           |
| Estonia        | 6,1            | 6,9            | 7,8            | 8,5            | 9,4             | 11,0            | 13,1            |
| Finlandia      | 132,3          | 139,9          | 144,0          | 146,0          | 152,3           | 157,2           | 168,0           |
| Francia        | 1.441,4        | 1.497,2        | 1.548,6        | 1.594,8        | 1.660,2         | 1.718,0         | 1.792,0         |
| Grecia         | 125,9          | 133,1          | 143,5          | 155,5          | 168,4           | 181,1           | 195,2           |
| Holanda        | 418,0          | 447,7          | 465,2          | 476,9          | 489,9           | 505,6           | 527,9           |
| Hungría        | 52,0           | 59,5           | 70,7           | 74,7           | 82,3            | 88,9            | 89,2            |
| Irlanda        | 104,6          | 116,8          | 129,9          | 138,9          | 147,6           | 161,2           | 175,8           |
| Italia         | 1.191,1        | 1.248,6        | 1.295,2        | 1.335,4        | 1.390,6         | 1.423,0         | 1.475,4         |
| Letonia        | 8,5            | 9,3            | 9,9            | 10,0           | 11,2            | 13,0            | 16,2            |
| Lituania       | 12,4           | 13,6           | 15,0           | 16,4           | 18,1            | 20,6            | 23,7            |
| Luxemburgo     | 22,0           | 22,6           | 24,1           | 25,6           | 27,0            | 29,4            | 33,1            |
| Malta          | 4,2            | 4,3            | 4,4            | 4,4            | 4,4             | 4,6             | 4,9             |
| Polonia        | 185,8          | 212,2          | 209,4          | 191,4          | 204,0           | 243,8           | 269,7           |
| Portugal       | 122,3          | 129,3          | 135,4          | 138,6          | 144,3           | 149,0           | 155,3           |
| Reino Unido    | 1.564,0        | 1.603,2        | 1.667,8        | 1.604,5        | 1.733,6         | 1.792,9         | 1.892,2         |
| Suecia         | 262,6          | 247,3          | 258,9          | 269,5          | 281,1           | 287,7           | 306,7           |
| Japón          | 5.056,7        | 4.579,7        | 4.161,5        | 3.743,6        | 3.706,7         | 3.663,4         | 3.476,5         |
| Estados Unidos | 10.629,1       | 11.308,6       | 11.071,9       | 9.689,5        | 9.415,9         | 10.011,9        | 10.550,0        |

Fuente: EUROSTAT (en miles de millones de euros)

En el siguiente cuadro se presentan las inversiones en I+D de 24 países de la Unión Europea en 2002:

|          |         |           |            |         |           |            |             |
|----------|---------|-----------|------------|---------|-----------|------------|-------------|
| Alemania | Austria | Bélgica   | Chequia    | Chipre  | Dinamarca | Eslovaquia | Eslovenia   |
| 63.363   | 4.788   | 5.515     | 959        | 34      | 4.617     | 148        | 360         |
| España   | Estonia | Finlandia | Francia    | Grecia  | Holanda   | Hungría    | Irlanda     |
| 7.194    | 56      | 4.830     | 34.527     | 852     | 8.090     | 706        | 1.315       |
| Italia   | Letonia | Lituania  | Luxemburgo | Polonia | Portugal  | Suecia     | Reino Unido |
| 13.572   | 42      | 100       | 364        | 1.188   | 1.203     | 10.459     | 31.117      |

Fuente: Comisión Europea (en millones de euros)

Del examen de los dos cuadros anteriores se observa que algunos países hacen inversiones importantes en I+D, en relación con su (PIB), mientras que en el caso de otros no sucede lo mismo. Así, por ejemplo, Holanda con un PIB de 465 billones de Euros en 2002 invirtió 8.090 millones en I+D, mientras que España con un PIB significativamente mayor,

729.000 millones de Euros, invirtió solamente 7.194 millones, es decir, España con un PIB un 35% superior al de Holanda dedicó en 2002 un 11% menos que Holanda a I+D. Sobre la situación española ver el trabajo para esta Monografía de Luis Martínez Míguez.

En cuanto a la diferencia de inversiones en I+D entre los 25 miembros de la Unión Europea y Estados Unidos, en miles de millones de Euros a precios corrientes, se ha ido incrementando con el paso de los años, tal como se aprecia en el cuadro siguiente:

|                   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2004 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Diferencia</b> | -15  | -24  | -49  | -57  | -72  | -118 | -128 | -104 | -130 |

Fuente: Comisión Europea

En el siguiente cuadro se muestran esas diferencias a precios constantes del año 2002 y paridad de valor adquisitivo (*Purchasing Power Standards-PPS*), eliminando los efectos de la inflación:

|                   | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Diferencia</b> | -40  | -48  | -55  | -62  | -66  | -73  | -70  | -62  | -69  | -76  |

Fuente: Comisión Europea

Por lo que se refiere a las inversiones en I+D para el desarrollo de tecnologías relacionadas con Defensa, junto con las duales, aún cuando se considera que tienen un potencial significativo de transferencia de conocimiento y tecnología, especialmente en el área de las tecnologías de la información y la comunicación, Europa tiene un presupuesto netamente inferior al de los Estados Unidos. La diferencia fue de 46.000 millones de euros en el año 2002, en el que los Estados Unidos invirtieron 57.000 millones cuando la Unión Europea sólo invirtió 11.000 millones.

Según los expertos, esta diferencia de inversiones en I+D del sector de Defensa es el segundo factor que explica el desequilibrio con los Estado Unidos en el total de inversiones en I+D.

Así como las estadísticas e indicadores de las inversiones en I+D en actividades ajenas a la Defensa de los diferentes países se pueden considerar como bastante fiables y comparables ya que, normalmente, se ajustan a las recomendaciones y directrices metodológicas específicas contenidas en la Norma Práctica de la OCDE, conocida como Manual de Frascati, no se puede asegurar lo mismo para el sector de Defensa, a pesar de que el Manual contiene directrices concretas para este sector aunque, al mismo tiempo, reconoce las dificultades que presentan las diferencias que existen en los distintos países en cuanto a la terminología, con definiciones poco homogéneas, procesos y estructuras presupuestarias diferentes y la clasificación de actividades de I+D en este sector, que hacen que no sean fáciles de seguir las directrices del Manual y que no exista un método aceptable de comparación internacional al no estar definido un referencial común para todos los países. A ello se añaden las tecnologías de doble uso que hacen más difícil determinar y comparar la parte que se debe atribuir a gasto de investigación en el sector civil o en el de Defensa, habiendo países, como los Estados Unidos, en los que sistemáticamente consideran que lo que es dual tiene de por sí un interés militar, teniendo por ello acceso a la financiación pública de I+D para la Defensa.

Con las anteriores premisas ofrecemos algunos datos que pueden indicar el esfuerzo de los diferentes países en I+D en este sector.

Tanto por ciento del presupuesto de I+D de cada país de la Unión Europea, más Japón y Estados Unidos, que se aplica a I+D de Defensa:

|                | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>EU-25</b>   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 13,7 | 13,6 |
| Alemania       | 9,9  | 9,6  | 8,8  | 8,3  | 7,8  | 7,4  | 5,5  | 6,5  | 5,8  | 5,8  |
| Austria        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Bélgica        | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,4  | 0,3  | 0,2  | 0,3  | 0,3  | 0,4  | 0,4  |
| Chequia        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 3,3  | 3,3  | 2,9  | 2,5  |
| Chipre         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,0  | 0,0  |
| Dinamarca      | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 1,2  | 1,3  | 0,7  |
| Eslovaquia     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 9,2  | 7,7  | 5,5  | 8,3  |
| Eslovenia      | 0,4  | 0,2  | 0,0  | 0,0  | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,1  | 3,4  | 4,9  |
| España         | 10,8 | 19,6 | 28,9 | 26,2 | 26,2 | 37,3 | 26,6 | 23,9 | 18,9 | 16,1 |
| Estonia        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,6  | 1,9  | 1,0  |
| Finlandia      | 2,0  | 1,5  | 1,4  | 1,4  | 1,3  | 1,6  | 1,6  | 2,9  | 2,3  | 3,3  |
| Francia        | 29,7 | 25,2 | 23,4 | 22,7 | 21,4 | 22,8 | 23,0 | 24,2 | 23,7 | 22,3 |
| Grecia         | 1,2  | 1,2  | 1,3  | 0,9  | 0,4  | 0,8  | 0,7  | 0,6  | -    | 0,5  |
| Holanda        | 3,5  | 3,1  | 2,5  | 2,4  | 1,8  | 1,9  | 1,8  | 1,9  | 1,3  | 1,4  |
| Hungría        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,1  |
| Irlanda        | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| Italia         | 3,1  | 4,4  | 2,7  | 1,3  | 0,8  | 4,0  | -    | -    | -    | 3,4  |
| Letonia        | -    | -    | -    | -    | 0,8  | -    | -    | -    | -    | 1,1  |
| Lituania       | -    | -    | -    | 0,0  | 0,4  | 0,1  | -    | -    | 0,3  | 0,2  |
| Luxemburgo     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Malta          | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,0  | 0,0  |
| Polonia        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 5,0  | -    |
| Portugal       | 2,2  | 1,4  | 1,3  | 1,6  | 1,2  | 2,1  | 1,9  | 2,0  | 0,8  | 0,6  |
| Reino Unido    | 37,2 | 39,2 | 36,8 | 37,9 | 36,2 | 30,5 | 33,9 | 31,9 | 31,0 | 31,0 |
| Suecia         | 20,9 | -    | 7,3  | 7,4  | 7,1  | 14,6 | 21,6 | 20,7 | 16,6 | 17,4 |
| Japón          | 5,9  | 5,8  | 4,8  | 4,6  | 4,1  | 4,3  | 4,0  | 4,5  | 5,1  | -    |
| Estados Unidos | 54,7 | 55,3 | 54,1 | 53,2 | 51,6 | 50,5 | 52,1 | 54,0 | 55,8 | 56,6 |

Fuente: EUROSTAT

Por lo que se refiere a los presupuestos del Departamento de Defensa de los Estados Unidos en Investigación, Desarrollo, Prueba y Evaluación (RDT&E), en millones de dólares y de euros equivalentes, fueron los siguientes:

|                | 1997          | 1998          | 1999          | 2000          | 2001          | 2002          | 2003          | 2004          | 2005          | 2006          | 2007          |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Dólares</b> | <b>36.502</b> | <b>36.659</b> | <b>36.078</b> | <b>38.752</b> | <b>41.008</b> | <b>47.429</b> | <b>58.208</b> | <b>64.366</b> | <b>69.296</b> | <b>72.691</b> | <b>75.954</b> |
| <b>Euros</b>   | -             | -             | <b>33.850</b> | <b>41.957</b> | <b>45.788</b> | <b>50.157</b> | <b>51.456</b> | <b>51.745</b> | <b>55.699</b> | <b>57.893</b> | <b>57.980</b> |

Fuente: Oficina del Subsecretario de Defensa - Intervención

Los valores anteriores incluyen las cantidades asignadas para el desarrollo de tecnologías duales así como al Programa de Investigación y Desarrollo Cooperativo con los países aliados, que tiene el objetivo de mejorar, mediante la aplicación de tecnologías emergentes, las capacidades defensivas convencionales de los Estados Unidos, la OTAN y otros países amigos y aliados, de forma a obtener la compatibilidad de las fuerzas multinacionales mediante la utilización de equipos similares y de interfaces adecuadas. El programa sólo financia el trabajo que se realiza en las instalaciones del Gobierno o de los contratistas de los Estados Unidos, en cada uno de los proyectos que se aprueben.

En los últimos años se ha discutido en la Cámara de los Representantes, a la hora de aprobar los presupuestos de Defensa, la conveniencia de aprobar el presupuesto de Investigación y Desarrollo Cooperativo por considerar que tan sólo una tercera parte de los

proyectos financiados se habían realizado con resultados satisfactorios. No obstante se han seguido aprobando año tras año. Desde el comienzo de este programa en 1986, los Estados Unidos han invertido en él más de 1.300 millones de dólares.

En cuanto a las inversiones realizadas por los Ministerios de Defensa español en I+D y las del Ministerio de Industria en concepto de apoyo a la innovación tecnológica en el sector de la Defensa, han sido las siguientes:

|                                | 1999         | 2000       | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         |
|--------------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Ministerio de Defensa</b>   | 295          | 294        | 320          | 319          | 328          | 303          | 316          | 326          | 324          |
| <b>Ministerio de Industria</b> | 705          | 695        | 980          | 1,171        | 1.044        | 1.069        | 995          | 1.349        | 1.225        |
| <b>Total</b>                   | <b>1.000</b> | <b>989</b> | <b>1.300</b> | <b>1.490</b> | <b>1.372</b> | <b>1.372</b> | <b>1.311</b> | <b>1.675</b> | <b>1.549</b> |

En millones de Euros

En puridad, las inversiones del Ministerio de Industria se pueden considerar como inversiones realizadas por el Ministerio de Defensa, ya que se trata de préstamos reembolsables y por lo tanto atribuibles al mismo.

Tal como se expone en el trabajo para esta monografía realizado por Ramón Herrero Arbizu, el Ministerio de Industria español es consciente de la importancia que tiene el sector de Defensa para generar cambios y mejoras tecnológicas que trascienden a otros sectores industriales. En dicho trabajo se expone con amplitud el punto de vista del Ministerio sobre la conveniencia de las inversiones que se realizan en los programas de I+D relacionados con la Defensa.

Por su parte, las inversiones realizadas por el Ministerio de Defensa británico en Investigación y Desarrollo (R&D), en millones de libras y de euros equivalentes, fueron las que se muestran:

|               | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Libras</b> | 2.210 | 2.194 | 2.329 | 2.502 | 2.630 | 2.108 | 1.972 | 2.118 | 2.440 | 2.641 |
| <b>Euros</b>  |       |       |       | 3.798 | 4.315 | 3.389 | 3.136 | 3.060 | 3.595 | 3.862 |

Fuentes: *Defence Analytical Services Agency, U.K. National Statistics*

Por lo que respecta a Francia, las inversiones de su Ministerio de Defensa en Investigación y Tecnología (R&T), en millones de euros corrientes, fueron como sigue:

|              | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Euros</b> | 1.057 | 1.134 | 1.201 | 1.176 | 1.167 | 1.175 | 1.275 | 1.407 | 1.465 | 1.434 |

Fuente: *Loi de Finances*

Como se habrá observado, se ha mantenido la terminología particular que emplea cada país para designar las inversiones que realizan en este área puesto que, como se ha dicho anteriormente, los tipos de actividades de investigación que incluyen en sus presupuestos varían de un país a otro. De esta manera, en el caso de Francia, si utilizamos una definición de Investigación y Desarrollo (R&D) similar a la de los otros países, que incluya el desarrollo además de la investigación básica, aplicada y los demostradores tecnológicos, sus inversiones fueron las siguientes:

|              | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Euros</b> | 3.100 | 3.270 | 3.330 | 3.420 | 3.480 |

## **Proceso de investigación y desarrollo de las tecnologías requeridas por las necesidades de la Defensa.**

Teniendo presente que la tecnología desempeña un papel vital en el éxito de las operaciones de las Fuerzas Armadas y dado que los fondos asignados para I+D en el área de la Defensa serán siempre limitados, es imprescindible que su aplicación específica se realice mediante un riguroso proceso debidamente estructurado, coherente y planificado de manera que se obtenga el máximo provecho de los mismos y la mayor eficacia en el objetivo que se persigue, que es el de contribuir a que las Fuerzas Armadas puedan obtener unos equipos dotados de la tecnología más avanzada de manera que mantenga la superioridad tecnológica en el campo de batalla que les proporcione una ventaja asimétrica, esencial para ejecutar con éxito las misiones asignadas con las mínimas pérdidas, permitiendo la resolución rápida de los conflictos en los que participen así como la limitación al máximo posible de los daños que, inevitablemente, produce todo conflicto armado.

El primer paso de este proceso consistirá en la determinación de la estrategia que ha de seguir la nación para dar respuesta a futuras crisis que, con certeza, serán más complejas que las vividas hasta ahora, pues nos tendremos que enfrentar a **una amenaza sutil, multipolar y de carácter indefinido, en donde la inteligencia y la innovación resultarán elementos fundamentales para determinar las soluciones encaminadas a combatirla o anularla.** Se trata, pues, de **un Planeamiento que se inicia desde la incertidumbre y que demanda un análisis profundo de los escenarios donde actuarán nuestras Fuerzas Armadas y de las amenazas a las que estarán expuestas, para conseguir soluciones imaginativas.**

España ha adoptado, al igual que otras naciones líderes en el campo de la Defensa, un *Planeamiento Basado en Capacidades ( CBP )*, entendiéndolo por *Capacidad Militar al Conjunto de diversos factores ( personal ,sistemas de armas, infraestructura y medios de apoyo logístico ) asentados sobre la base de principios doctrinales y procedimientos operativos que pretenden conseguir un determinado efecto militar a nivel estratégico, operativo o táctico, en cumplimiento de las misiones asignadas.* De esta manera, se estudia con una visión conjunta cada una de las Capacidades Militares, de forma que se puedan establecer sus requisitos, analizar sus carencias, proponer soluciones y variarlas. Este Planeamiento proporciona un fundamento más racional, a la hora de las tomas de decisiones sobre adquisiciones futuras, a la vez que ofrece soluciones integrales, compuestas por más de una actuación, al contemplar, como un conjunto, todas las necesidades asociadas a cada una de ellas.

Este sistema de Planeamiento se conforma en base a SIETE ÁREAS DE CAPACIDAD: *Mando y Control; Vigilancia, Reconocimiento, Inteligencia y Adquisición de Objetivos; Movilidad y Proyección; Sostenibilidad; Supervivencia y Protección; y Superioridad en el Enfrentamiento.* Finalmente, los servicios y apoyos que las Fuerzas Armadas pueden prestar en favor de la población y de las autoridades civiles definen la última Área de Capacidad: *Acción del Estado.* Estas siete Áreas se desglosan a su vez en 41 *Capacidades Militares*, que dan forma a 185 *Objetivos de Capacidad*, que concluyen en 1.090 *Necesidades Militares.*

A continuación se procederá a evaluar las realidades tecnológicas actuales y las posibilidades tecnológicas a corto y largo plazo, con potencial para crear las capacidades clave necesarias para satisfacer el abanico de desafíos a que tienen que hacer frente las Fuerzas Armadas.

Identificadas las áreas tecnológicas en las que habría que aplicar el esfuerzo principal de I+D, se procederá a analizarlas para clasificarlas de acuerdo con su relativo grado de desarrollo y la capacidad nacional existente para llevarlo a cabo. Se determinará asimismo cuáles de ellas son tecnologías duales existentes, o en desarrollo en el área civil, y su facilidad para adaptarlas al área militar o, incluso, si se dispone ya de ellas en las Fuerzas Armadas pero requieren un



desarrollo adicional; se considera que estos últimos análisis tienen una gran relevancia. Se tendrán en cuenta asimismo, entre otras, cuestiones como la interoperabilidad, requisitos especiales de apoyo logístico, costes excesivos y riesgos potenciales.

En estos análisis es importante la participación de expertos en las áreas tecnológicas que se van a estudiar así como de los usuarios, operativos y técnicos, de los equipos que integrarán estas tecnologías.

Las evaluaciones anteriores nos permitirán establecer una lista con la importancia relativa de las áreas tecnológicas analizadas, en base a su contribución a las misiones contempladas. Para que tenga una mayor utilidad en la toma de decisión esta lista deberá incluir, para cada una de las áreas tecnológicas, una indicación del estado de desarrollo en que se encuentra; por ejemplo: a) tecnología prometedora pero todavía inmadura, necesitaría dedicarle inversiones de I+D; b) tecnología progresando, se está invirtiendo en ella y se debería continuar haciéndolo; c) tecnología en desarrollo en el sector civil, adaptarla y transferirla al sector militar cuando sea apropiado; d) la tecnología está disponible actualmente, adoptarla para su utilización militar.

Un aspecto final de este proceso es el de la importancia que tiene la rápida transición de las tecnologías desarrolladas a las capacidades que se están utilizando en las operaciones en marcha, para adaptarse a las nuevas circunstancias, medios y tácticas del adversario (por ejemplo, protección de las fuerzas contra ataques de tipo terrorista), y en cualquier circunstancia, para evitar que queden obsoletas antes de empezar a utilizarse, dada la rápida evolución actual de la tecnología.

El proceso metodológico contemplado, para estudios a largo plazo, debe ser completado con otros menos detallados y más adaptados a la necesidad de atender rápidamente a requisitos operativos a corto plazo o perentorios, producidos por situaciones imprevistas en el área de operaciones. Normalmente, este tipo de estudios considerarán nuevas aplicaciones de tecnologías ya disponibles.

De cualquier manera, el proceso anterior debe complementarse con otro paralelo que determine cuáles son las áreas de investigación básica y aplicada que hay que desarrollar y financiar para poder posteriormente desarrollar las tecnologías específicas requeridas, buscando a su vez la cooperación con la industria para favorecer la sinergia que de ella pueda resultar y consolidar la capacidad científica, tecnológica e industrial del país. Ambos procesos constituirán el Plan Estratégico Tecnológico, que contendrá un conjunto de estrategias tecnológicas para guiar la planificación y programación y perfilar los mecanismos mediante los que los objetivos tecnológicos definidos en él se insertarán en el proceso de planeamiento de capacidades.

### **Transferencia de tecnologías duales desde el sector de Defensa al sector Civil y viceversa.**

Como sucede en otros ámbitos en los que existe una diversidad de acepciones y definiciones para un mismo concepto, esto ocurre también para el término “tecnologías duales”. A priori no hay tecnologías militares o civiles, o duales. Su carácter depende del sector en que se desarrollan o utilizan; con esta premisa, la definición más común es la que establece que: “son tecnologías duales aquellas que se desarrollan y utilizan tanto por el sector militar y del espacio, como por el sector civil”, aunque hay quienes prefieren precisar no sólo la utilización primaria para la que se desarrollaron y lo concretan de esta manera: “son tecnologías duales las que tienen actual o potencialmente aplicaciones civiles y militares”. Otra definición establece que: “tecnologías de doble uso son aquellas que tienen utilidad tanto civil como militar y con potencial de comercialización suficiente para mantener una base industrial viable”. La segunda parte de esta definición es importante porque, si la suprimimos, podríamos

atrevernos a decir que una gran mayoría de las tecnologías podría considerarse que tienen esa doble utilidad, siendo el poco rendimiento económico que se podría obtener de su comercialización lo que impediría su desarrollo en el sector civil.

Algunas tecnologías pueden no ser consideradas a priori de doble uso pero, posteriormente, ya sea por nuevas necesidades militares o por los intereses del mercado, puede cambiar la situación inicial y aplicarse en ambos sectores.

La dualidad puede ser más evidente al referirse a tecnologías básicas o genéricas que se pueden aplicar indistintamente a desarrollos militares o civiles, pero esa dualidad puede ser más relativa cuando esas tecnologías básicas se utilizan con finalidades concretas y se insertan en equipos o sistemas determinados cuyo empleo define más específicamente su carácter civil o militar.

La transferencia de tecnologías de doble uso desde el sector de Defensa al civil, lo que se denomina *spin-off*, como se ha indicado en su definición, tiene como limitación básica la diferencia en los procesos productivos de ambos sectores y su consecuente rentabilidad económica en el caso civil. El desarrollo de una tecnología depende no sólo de su viabilidad técnica sino también económica, siendo los criterios para definir ésta última diferentes en el sector civil que en el de Defensa, por las implicaciones que puede tener en esta última. En sentido contrario, en ocasiones no se considera aceptable la transferencia, más o menos directa, del sector civil al de Defensa, lo que se denomina *spin-on*, por las repercusiones que ello puede tener respecto a la seguridad, al estar disponibles libremente en el mercado esas tecnologías y poder ser utilizadas por el potencial adversario.

Los Estados Unidos comenzaron en los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial un proceso informal de difusión de la tecnología, basado en la asunción de que las tecnologías desarrolladas en beneficio de las misiones de Defensa podrían de alguna manera encontrar una utilización en el sector privado. Las investigaciones de Defensa en las células de aviones reactores, en semiconductores y ordenadores, así como en otras áreas, dieron lugar a importantes aplicaciones civiles. Estos fueron ejemplos de tecnologías que podrían aplicarse directamente a necesidades civiles. Puesto que la tecnología militar estaba más avanzada que la civil, la I+D de Defensa constituía en aquellos momentos una referencia para la industria civil y, a través del proceso informal de *spin-off* mencionado, la industria civil se benefició de las inversiones de los gobiernos en I+D durante los primeros años después de la Segunda Guerra Mundial. Ver más información a este respecto en el trabajo para esta Monografía de Silvia Soriano Arévalo.

Sin embargo, en parte gracias al impulso anterior, a partir de los años setenta se produjo una gran expansión en la Investigación del sector civil en los países del mundo desarrollado invirtiéndose el predominio anterior de las inversiones de Defensa sobre las de la industria civil en I+D, y acentuándose cada vez más la diferencia de las segundas sobre las primeras, a la vez que la industria de Defensa iba perdiendo gradualmente su imbatible posición de líder tecnológico. A título de ejemplo, podemos ver en el siguiente cuadro cuál ha sido la evolución de las inversiones del sector civil y de Defensa de los Estados Unidos en los últimos años:

|                  | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 |
|------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Defensa</b>   | 30   | 50   | 45   | 45   | 45   |
| <b>Industria</b> | 60   | 80   | 105  | 120  | 180  |

Valores aproximados en miles de millones de dólares

Del cuadro se deduce que en las últimas décadas las inversiones comerciales han crecido a ritmo constante, mientras que las de Defensa no han experimentado apenas variación. Esto hace que Defensa deba integrar más tecnologías comerciales en aplicaciones para la Defensa.

Las nuevas tecnologías más críticas para el predominio militar –software, ordenadores, semiconductores, telecomunicaciones, materiales avanzados y tecnologías de fabricación– han sido polarizadas cada vez más por el sector civil debido al rápido aumento de la demanda comercial. Para preservar la superioridad militar, era preciso encontrar la forma de explotar las tecnologías avanzadas y la eficiente capacidad de producción de la industria comercial.

A estos efectos, el Pentágono inició una estrategia de inversiones en tecnologías de doble uso a principios de 1980, financiando la I+D en tecnologías que tuvieran aplicaciones tanto militares como comerciales. La estrategia se basaba en el reconocimiento de que mantener una base industrial de Defensa separada era muy caro y difícil de manejar, a la vez que no era capaz de capitalizar la innovación en el sector comercial en el que se originaban a menudo las tecnologías más avanzadas. Sin embargo las primeras iniciativas produjeron tecnologías que servían solamente a las necesidades militares por lo que, a principios de 1993, la administración americana lanzó el programa TRP (*Technology Reinvestment Project*), poniendo el énfasis en desarrollar tecnologías que podrían dar lugar a productos comerciales viables, además de su utilidad militar. Los designados, para asegurar su interés, tenían que arriesgar su propio dinero contribuyendo con al menos el 50% del coste del proyecto, forzando de esta manera, a la vez, a que abandonaran el proyecto si se veía claro que no iba a funcionar. Aunque el Programa intentaba acelerar el desarrollo de tecnologías comerciales, su finalidad al hacerlo era el ponerlas a disposición de los militares más rápidamente y con un coste menor. El programa se cambió por uno nuevo en el año 1997 con la denominación de Programa de Ciencia y Tecnología de Doble Uso (*Dual-Use Science and Technology Program*), diseñado para satisfacer más claramente las necesidades militares.

Dada la trascendencia que tiene la tecnología en el desarrollo de las operaciones de las Fuerzas Armadas, y en su éxito, los Gobiernos pueden decidir desarrollar ellos mismos tecnologías específicas para las que no hay evidencia de uso comercial. Otra posibilidad es que los gobiernos proporcionen el ímpetu inicial para facilitar a la industria hacerse cargo de los desarrollos futuros, o pueden escoger el adaptar la tecnología desarrollada únicamente en el mercado comercial pero, en este caso, hay que tener presente que una de las dificultades para la inserción de tecnologías comerciales en los equipos y sistemas de Defensa son las especificaciones y normas y estándares militares, que precisan con detalle la manera en que en que los materiales de Defensa deben ser desarrollados, producidos y probados, lo que produce costes adicionales significativos a los fabricantes al tener que adaptar sus medios a las necesidades específicas militares. Para evitarlo se intenta sustituir, cuando ello es posible, las normas militares por las comerciales equivalentes, lo que reduce a su vez los tiempos de desarrollo.

Por otra parte, en algunos casos, la mejor tecnología disponible no está dispuesta para el sector militar por la rigidez de las leyes de contratación pública. Otro impedimento son las restricciones que se imponen en lo que se refiere a los derechos de propiedad intelectual, que limitará entre otras cosas las posibilidades de exportación, que pueden descorazonar a la industria de acceder a contratos militares, lo que afecta principalmente a pequeñas compañías que escogen a menudo trabajar en el área comercial que es más lucrativa y de desarrollo más rápido.

Por último, como se ha apuntado anteriormente, hay quienes no consideran apropiada la integración de tecnologías comerciales en los equipos de las Fuerzas Armadas dado que las tecnologías desarrolladas comercialmente están disponibles universalmente en el ambiente actual de tecnología global, se mejoran con rapidez y se adaptan cada vez más a las necesidades militares por los posibles enemigos o amenazas potenciales; aunque otros dicen que una ventaja operativa significativa no la proporcionan solamente esas tecnologías por sí mismas, la ventaja la determina el trabajo de integración de los componentes por un sistemista cualificado.

## Ejemplos de aplicaciones de tecnologías desarrolladas para la Defensa transferidas para su uso en beneficio de la sociedad civil.

Aunque en algunos ambientes existe la percepción de que los recursos que se invierten en I+D para Defensa pueden ser de dudosa utilidad para la sociedad civil, aparte de su indudable contribución a la seguridad y defensa del país, de lo que se ha expuesto anteriormente y de los ejemplos que se van a describir a continuación, pueden deducirse claramente los beneficios que se derivan para la sociedad en general, favoreciendo el aumento de su nivel de vida y la solución de algunos de sus problemas diarios.

Si nos remontamos en la historia, uno de los primeros ejemplos que se reseñan para validar la argumentación anterior es la del carro de caballos que los historiadores consideran que se desarrolló con fines militares más de dos mil años antes de Jesucristo, en Mesopotamia y en Sumeria, pasando posteriormente a otras culturas como la Egipcia, lo cual contribuyó significativamente al desarrollo de la tecnología del transporte en el área civil.

Pero vamos a centrarnos en la era actual examinando algunas de las aportaciones que las inversiones en I+D en el sector militar han originado en el sector civil.

En el cuadro siguiente se relacionan algunas tecnologías duales, la mayoría de ellas desarrolladas inicialmente para satisfacer las necesidades de Defensa de las que posteriormente se ha derivado una utilización de gran importancia para la sociedad, y del resto, las necesidades de Defensa han contribuido en buena medida a impulsar y avanzar en su desarrollo, lo que ha redundado a su vez en beneficio de la sociedad.

| TECNOLOGÍA                     | FECHAS APROXIMADAS   |  | FINANCIACIÓN    |
|--------------------------------|----------------------|--|-----------------|
|                                | Primera demostración | Primera aplicación militar significativa |                 |
| Radio                          | 1901                 | 1914                                     |                 |
| Avión                          | 1903                 | 1916                                     |                 |
| Tubo de vacío                  | 1906                 | 1915                                     |                 |
| Cohetes de combustible líquido | 1922                 | 1944                                     |                 |
| Radar                          | 1925                 | 1939                                     | Con I+D militar |
| Turbina de gas                 | 1935                 | 1944                                     | Con I+D militar |
| Ordenador digital              | 1943                 | 1945                                     | Con I+D militar |
| Misil balístico                | 1944                 | 1945                                     | Con I+D militar |
| Armamento nuclear              | 1945                 | 1945                                     | Con I+D militar |
| Transistor                     | 1948                 | 1957                                     |                 |
| Navegación inercial            | 1950                 | 1955                                     | Con I+D militar |
| Propulsión nuclear             | 1950                 | 1960                                     | Con I+D militar |
| Satélites artificiales         | 1957                 | 1960                                     | Con I+D militar |
| Circuitos integrados           | 1960                 | 1970                                     | Con I+D militar |
| Láser                          | 1961                 | 1967                                     | Con I+D militar |

Si consideramos la sociedad actual, se puede decir sin lugar a dudas que los ejemplos más paradigmáticos de tecnologías de doble uso, cuyo desarrollo se inició y financió por el sector de Defensa transfiriéndose posteriormente al sector civil, por la amplitud de su utilización y sus extraordinarias capacidades son Internet y el Sistema de Navegación por Satélite (*Global Positioning System*–GPS).

### Internet

El sistema Internet supone un cambio revolucionario en la forma en que las personas y las entidades pueden comunicarse y acceder a todo tipo de información almacenada en cualquier parte del mundo, así como a diseminarla.

El programa que condujo finalmente al desarrollo del sistema Internet se inició en 1966 por iniciativa, y con financiación, de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa (*Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA*) de los Estados Unidos, con el objetivo inicial de ahorrar dinero en la compra de ordenadores mediante el desarrollo de una red de cálculo interactivo que permitiera a los contratistas de la Agencia, dispersados geográficamente y localizados muchos de ellos en las universidades de la nación, compartir hardware muy costoso, software y un gran volumen de datos residente en terminales remotos.

La iniciativa anterior dio lugar a un primer sistema, denominado ARPANET, instalado en la Universidad de California Los Ángeles (UCLA), que inició su funcionamiento en septiembre de 1969 con la conexión de un ordenador huésped (*host computer*), número que aumentó a cuatro a finales de ese año, creciendo rápidamente en los años siguientes.

A la vez que crecía, el sistema original fue evolucionando añadiéndole nuevas características, capacidades y aplicaciones, y definiendo los protocolos estándar de interconexión que permitieran que múltiples redes de ordenadores técnicamente diferentes se pudieran comunicar entre sí.

En 1975 la responsabilidad del sistema recayó en la Agencia de Comunicaciones de la Defensa (*Defense Communications Agency*) que, después de estudiar la forma de proporcionar comunicaciones seguras en las operaciones militares a la vez que se continuaba autorizando su uso por los investigadores civiles, llegó a la conclusión, en 1983, de que la única solución era dividir el sistema en dos. Una sección de la red, denominada MILNET, sería la red de comunicaciones operativas militares equipada con fuertes medidas de cifrado para restringir el acceso y aumentar la seguridad. La otra sección, el ARPANET, sería una red totalmente dedicada a la investigación en conexión con las universidades.

El anterior fue el primer paso hacia el nuevo sistema, bajo control totalmente civil a partir de 1995, que recibió la denominación de Internet, asignada por la Fundación Nacional para la Ciencia (*National Science Foundation*).

La decisión de trasladar el sistema Internet a la sociedad civil, cuya tecnología se desarrolló inicialmente para satisfacer una necesidad militar, ha constituido uno de los mayores éxitos desde el punto de vista comercial y de utilidad como canal de comunicaciones eficaz para muy diversas áreas de actividad de la sociedad a lo largo y ancho de todo el mundo.

### Sistema de Navegación por Satélite (*Global Positioning System–GPS*)

El GPS es un sistema espacial de posicionamiento, navegación y referencia horaria, desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

Se inició a finales de los años 1960 consolidando las necesidades de la USNAVY de un sistema de referencia horaria y otra de la USAF de un sistema de navegación, basados en el espacio, estando totalmente operativo a partir de 1990.

El sistema, constituido por una constelación de 30 satélites y las estaciones terrestres asociadas de control, situadas alrededor del mundo, lo opera y financia la USAF.

El GPS proporciona señales para determinar la situación geográfica y para desplazarse con eficacia y seguridad, para el seguimiento de las personas, vehículos y otros objetos situados en cualquier parte de la superficie de la tierra o del espacio entre el suelo y los satélites que lo conforman. La referencia horaria que proporciona es un elemento esencial en los servicios de navegación que presta. La precisión de las señales de tiempo y frecuencia estable suministradas por el GPS son al menos tan importantes como sus funciones de determinación de velocidad y navegación, siendo utilizadas como fuente de sincronización para las

comunicaciones, las transacciones electrónicas de todo tipo, las redes de distribución de potencia y para muchas más aplicaciones.

Aunque concebido, desarrollado y financiado inicialmente para satisfacer las necesidades militares, ya a principios de su desarrollo se expandió el alcance de sus posibilidades para incluir asimismo capacidades civiles complementarias, constituyendo así un sistema de tecnología de doble uso desde ese momento.

En términos generales el funcionamiento del sistema se basa en la medición de la diferencia de tiempos de llegada de la señal emitida por al menos cuatro de sus satélites separados suficientemente, de los que se conoce su situación con precisión, mediante los mensajes de navegación que emiten continuamente los satélites del Sistema GPS. Estos mensajes se pueden recibir y procesar por los usuarios en cualquier parte del mundo para determinar su posición en tres dimensiones y el tiempo, con una precisión de pocos metros y de unos nanosegundos respectivamente.

Cada satélite transmite los mensajes de navegación para uso militar y civil en la banda L1 (1.575,42 MHz), para uso militar solamente en la banda L2 (1.227,6 MHz), y en las bandas L3, L4 y L5 para diversos usos civiles, en particular la L5 para navegación aeronáutica.

Entre las aplicaciones de uso civil desarrolladas actualmente que se benefician de las señales emitidas por el sistema GPS se pueden mencionar, entre otras muchas, su utilización por los usuarios de automóviles para conocer su situación, velocidad, dirección y camino a seguir de un punto a otro, por las empresas de transporte, ambulancias, etc., con grandes flotas para conocer su situación en cada momento y poder gestionar así mejor la flota. De igual manera se puede utilizar para la navegación aérea, pero con restricciones por el momento. En la navegación marina, además de las posibilidades que tiene en la terrestre y aérea se pueden añadir las relacionadas con la seguridad, para localizar lo más rápidamente posible una embarcación con problemas, o un tripulante o pasajero que ha caído al agua. Relacionado con la seguridad, su utilización puede ser muy útil para localizar rápidamente a alpinistas que se encuentran en alguna situación de peligro o perdidos. Combinado con un teléfono móvil, permite controlar si un niño u otra persona se sale de una zona establecida por seguridad u otra razón. Por otra parte, su capacidad para determinar el tiempo horario con precisión permite la sincronización de las redes de ordenadores utilizadas en múltiples aplicaciones, como por ejemplo por las empresas financieras y los bancos, para determinar el momento exacto de las transacciones; de igual manera lo utilizan las empresas suministradoras de comunicaciones como componente esencial en el flujo de datos digitales entre los múltiples proveedores de servicios.

Es tal la utilidad que proporciona el sistema GPS, tanto en el sector militar como en el civil, que se considera que se ha convertido en algo imprescindible, del que se depende en gran medida en muchas áreas de la actividad tanto diaria como en situaciones especiales, no pudiéndose volver atrás sin que ello suponga importantes penalizaciones, incluso de tipo económico.

### Misiles Balísticos

El primer misil balístico operativo, el V-2, fue desarrollado por los alemanes con fines militares para lanzamiento de cargas explosivas a gran distancia durante la última parte de la Segunda Guerra Mundial. Con un peso cercano a los 15.000 kilos, se fabricaron más de 10.000 y se lanzaron alrededor de 1.400 contra Gran Bretaña.

Al finalizar la guerra los Estados Unidos repatriaron a numerosos científicos alemanes, entre ellos a uno de los principales diseñadores de la V-2, Wernher von Braun, y buena parte

de los miembros de su equipo, junto con numerosa documentación, piezas y equipamiento de las V-2.

La V-2 se convirtió así en la base del desarrollo de los misiles balísticos de los Estados Unidos, dando lugar a misiles como los Atlas, Redstone, Saturno, Titán, Thor, Polaris y Júpiter, todos ellos de uso militar. Por su parte, los franceses desarrollaron, y lanzaron en marzo de 1959, el cohete sonda Verónica, basado a su vez en la V-2 alemana.

El desarrollo de estos misiles fue esencial para iniciar la aventura del espacio de la que se están derivando importantes beneficios para la sociedad. El primer satélite americano, el Explorer I, se lanzó al espacio con un misil balístico Júpiter C, en su versión denominada Juno I. El vuelo suborbital realizado en 1961 por el astronauta Alan Shepard, fue impulsado por un misil Mercury Redstone y otros lanzamientos se realizaron con misiles de la serie Saturno.

### Satélites de reconocimiento

Con el advenimiento de la era de los satélites artificiales al lanzar los rusos el primer satélite artificial el 4 de octubre de 1957, el Sputnik 1, y los americanos el Explorer 1 el 31 de enero de 1958, las grandes potencias –Estados Unidos y la Unión Soviética– desarrollaron y desplegaron a principios de los años sesenta satélites militares de reconocimiento, lo que constituyó un importante avance tecnológico.

Los Estados Unidos iniciaron un programa de lanzamientos de este tipo de satélites, el programa Corona, lanzando el primer satélite, el Discoverer 1, el mes de febrero de 1959. Por su parte, la Unión Soviética estableció un programa similar de lanzamientos.

Lógicamente, con el paso del tiempo, la tecnología de los medios de obtención de imágenes de que estaban dotados los satélites fue avanzando aumentando su resolución, incluyendo imágenes infrarrojas, imágenes multiespectro y radares de apertura sintética de manera que permita imágenes nocturnas y en cualquier situación meteorológica, así como transmisión en tiempo real de imágenes digitales.

Aunque no hay duda de que la tecnología de obtención de imágenes desde el espacio constituye una tecnología de uso dual por sus posibilidades de utilización tanto en beneficio de las necesidades de Defensa como de la sociedad en general, hasta cerca de 1990 el acceso a las imágenes obtenidas por los satélites de alta resolución estuvo restringido a las grandes potencias como Estados Unidos, la Unión Soviética y China; pero el cambio en la situación militar y estratégica, con el final de la guerra fría, y el notable crecimiento del mercado civil de imágenes de alta resolución, por sus grandes posibilidades en muchas áreas de la actividad y sectores de la sociedad forzó, primero, la desclasificación de imágenes tomadas en el contexto de los programas militares y, más tarde, la reducción de las restricciones para conceder licencias para el desarrollo y el establecimiento de sistemas de satélites comerciales de alta resolución, e incluso a realizar programas conjuntos combinando la tecnología militar y la comercial, aunque los usuarios comerciales no tendrán acceso a las imágenes restringidas para utilización militar.

El desarrollo de los satélites comerciales para obtención de imágenes contribuye significativamente al progreso económico y al bienestar social por sus posibilidades en numerosos campos como pueden ser, entre otros, la respuesta a desastres naturales como terremotos, inundaciones, etc., control de incendios, en la producción de mapas, localización de depósitos minerales y otros recursos naturales, gestión de la agricultura y de los bosques, control del medioambiente, hidrología, etc.

## Traducción automática

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, a través de su agencia DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), está financiando un programa de I+D denominado GALE (*Global Autonomous Language Exploitation*) que tiene como objetivo mejorar significativamente los programas actuales de traducción automática, tanto de documentos como de conversaciones. Los objetivos que se pretenden alcanzar son, entre otros, conseguir una gran fidelidad en las traducciones realizadas de textos escritos mediante programas de ordenador, de diversos idiomas (árabe, chino, etc.) y con independencia del tema que se trate y del medio (bases de datos, correo electrónico, noticias, “blogs”, mensajes telefónicos, etc.), reconciliando y resolviendo diferencias semánticas, lenguaje coloquial, duplicaciones, inconsistencias y ambigüedades. En lo que concierne a la reproducción por escrito de conversaciones en otros idiomas, los objetivos buscados serían el obtener transcripciones lo más completas posibles de noticias emitidas en otros países y conversaciones, incluso con ruido de fondo e independientemente de las diferentes pronunciaciones, del estilo de hablar y del tema tratado. Lo anterior se considera esencial para las necesidades de información e inteligencia de la Defensa. No hay duda de que los avances que se consigan en las tecnologías que permitan los objetivos buscados en el sector de Defensa, serán igualmente de gran utilidad en el sector civil, aunque sea con otros fines.

## Gestión de Identidad (biometría)

La gestión de la identidad de los individuos ha adquirido hoy día una gran importancia tanto en el sector civil como en el militar por motivos de seguridad de las personas, de las instalaciones y de los datos, de manera que impida el acceso a estos últimos a las personas no autorizadas.

Un sistema de gestión de la identidad comprende un conjunto de datos con información sobre individuos específicos, los algoritmos de tratamiento de los datos y el software para realizar ese tratamiento.

Actualmente, gracias a los desarrollos tecnológicos que se están produciendo en la identificación mediante la biometría, se considera que ésta juega un papel esencial en la identificación de los individuos. El término biometría se aplica a la tecnología que permite medir las características biológicas de un ser humano vivo tales como las huellas dactilares, el registro de la voz, el iris de los ojos, la imagen facial, etc.

Siendo ésta una tecnología dual, por su aplicación tanto en el área civil como en la de Defensa, su desarrollo se ha realizado por el sector comercial preferentemente para atender las necesidades del área civil –control de aeropuertos, transacciones bancarias, seguridad pública, etc.–, habiendo tomado conciencia de su importancia más tarde el área de Defensa, impulsando su desarrollo en algunos aspectos para satisfacer sus necesidades específicas y con los estándares requeridos, desarrollos que, posteriormente, revertirán en beneficio del área civil.

La tecnología biométrica comprende la captura y el almacenamiento de las características distintivas y medibles de un individuo para su subsiguiente reconocimiento por medios automáticos o parcialmente automáticos.

Entre las características biométricas que pueden permitir el reconocimiento, y posterior identificación, de un individuo, están las siguientes:

- Reconocimiento facial.
- Huellas dactilares.
- Iris de los ojos.



- Reconocimiento vascular.
- Reconocimiento de voz

El reconocimiento facial presenta algunas dificultades en parte porque los trazos de una cara no son suficientemente fáciles de diferenciar y, hasta ahora, el realizarlo mediante ordenador no ha dado muy buenos resultados, pero se están desarrollando nuevas técnicas que permiten digitalizar la cara de un individuo en tres dimensiones, cámaras con mayor resolución y algoritmos de correspondencias más rápidos y potentes, lo que permite mejorar la precisión, a la vez que se reduce el tiempo necesario de exposición y la involucración del individuo.

La ventaja del reconocimiento facial estriba en que se puede obtener la impresión facial de un individuo sin que él lo sepa y a distancia (si la resolución de la cámara lo permite).

Por lo que respecta a la identificación mediante las huellas dactilares, ésta utiliza las impresiones que producen las diminutas formaciones de crestas en las puntas de los dedos. Aunque se tiene conocimiento de que las huellas dactilares se usaban ya como prueba de identidad en el siglo VII en China, no fue hasta el siglo XIX cuando se comprobó que no existen dos personas que tengan la misma disposición del dibujo de las crestas, y éste permanece sin cambios a lo largo de toda la vida de un individuo, por lo que constituyen un medio infalible de identificación, pudiendo ser registrados digitalmente y, en consecuencia, transmitidos electrónicamente para ser comparados con los existentes en una base de datos. Tiene como ventajas añadidas su facilidad de uso y su coste reducido.

En cuanto al reconocimiento de un individuo por el iris de sus ojos, se realiza mediante el análisis del patrón aleatorio de su iris, único para cada persona e invariable con el tiempo.

Este método es relativamente nuevo y requiere desarrollos adicionales para garantizar la precisión de la identificación. Para realizar la identificación es preciso tomar una imagen del iris, lo que requiere localizarlo con precisión en el ojo, utilizar la iluminación adecuada, evitar los reflejos, etc. y la utilización de cámaras digitales de gran calidad, normalmente de luz infrarroja.

Por lo que se refiere al reconocimiento vascular, constituye una modalidad biométrica relativamente reciente, que aprovecha el hecho de que la red de vasos sanguíneos de la mano de cada persona forma un dibujo diferente para cada individuo.

Los sensores vasculares tienen la ventaja sobre los de las huellas dactilares que no precisan que se toque el sensor, algo que no agrada a algunas personas por motivos de higiene, aunque la tecnología actual permite ya obtener las huellas digitales con sensores ópticos que no precisan el contacto con el dedo. Por lo que se refiere a los sensores vasculares, el usuario sólo tiene que colocar la mano cerca de una fuente de luz infrarroja; al pasar la luz infrarroja a través del tejido corporal se refleja por la hemoglobina de la sangre, dando lugar a una imagen de los vasos sanguíneos, pudiéndose comparar con las existentes en una base de datos.

Por último, la voz es otra de las características biométricas que pueden llegar a permitir el reconocimiento de un individuo. Para ello se han desarrollado programas de software específicos que permitan reconocer automáticamente a la persona que está hablando.

El sonido que se origina al hablar constituye una señal complicada que se produce como resultado de varias transformaciones a diferentes niveles: semántico, lingüístico, articulatorio y acústico. Las diferencias en esas transformaciones dan lugar a diferencias en las propiedades acústicas de la señal originada al hablar.

Dado que las condiciones ambientales (ruido, etc.), junto con la desfiguración intencionada de la voz pueden dar lugar a errores de identificación, este método puede requerir ser complementado por algún otro adicional para garantizar la identificación.

Todos los sistemas contemplados operan en dos modos diferentes: identificación y verificación. En el primer modo se trata de determinar quién es la persona que está hablando. En el segundo se pretende decidir si una persona es quien dice que es, por ejemplo para acceder a una zona restringida donde existe una base de datos con la información necesaria sobre las características de los individuos que pueden acceder a la misma.

La importancia de la utilización de los sistemas de gestión de identidad en el sector de Defensa reside tanto en su utilización para controlar el acceso a las zonas prohibidas de sus instalaciones como a datos que requieran una determinada seguridad, tanto en el propio territorio como en el campo de operaciones, teniendo en cuenta los despliegues que realizan las fuerzas expedicionarias y los medios electrónicos que poseen, en los que se almacenan y se puede acceder a información clasificada sensible. En este caso, en la zona de operaciones, los medios para realizar o utilizar la identificación requieren unas especificaciones especiales por las condiciones del medio en que se van a realizar. Asimismo es de gran utilidad actualmente en la identificación de terroristas en las zonas de conflictos.

### Combustibles alternativos para la aviación

En parte por razones medioambientales así como para reducir la dependencia del exterior y el coste del combustible utilizado en sus aviones, que se ha incrementado significativamente con las subidas del precio del petróleo, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos ha iniciado un programa dirigido a la utilización de gas natural como combustible de los reactores.

A estos efectos se están realizando ensayos en tierra y en vuelo con aviones bombarderos B-52, que ya han sido certificados para volar utilizando un combustible sintético, mezcla al 50% de gas natural y combustible normal de reactores, estando previsto continuar los ensayos con aviones de transporte C-17 *Globemaster* y con el propósito de ampliar el programa a otros tipos de aviones, incluso en aviones de combate que tienen la peculiaridad de la post-combustión.

Este tipo de combustible sintético es más limpio que el tradicional utilizado actualmente, principalmente en lo que se refiere a la emisión de sulfuros y de dióxido de carbono.

Además del combustible mencionado, la Fuerza Aérea está estudiando en sus laboratorios otras posibles alternativas, como por ejemplo los combustibles derivados de la biomasa vegetal.

Aunque menos avanzados, existen otros programas europeos similares, como el de la Agencia de Investigación de la Defensa francesa.

Por su parte, siguiendo el camino emprendido por los programas de I+D de Defensa, las compañías aeronáuticas están considerando asimismo la realización de estudios similares por el interés que tiene la aplicación de este tipo de combustibles en la aviación civil, en parte forzados por las limitaciones que se van imponiendo en las emisiones de dióxido de carbono y otros gases en este área.

De cualquier forma, en lo que se refiere a la reducción de emisiones contaminantes, no se esperan resultados realmente satisfactorios en un próximo futuro, ya que la mayor parte de los combustibles sintéticos contemplados emiten en su ciclo de vida total (incluida la energía necesaria para su producción) una cantidad mayor de dióxido de carbono que los combustibles para reactores actuales, con la excepción de los combustibles derivados de la biomasa vegetal, como la soja, pero que tienen el problema de que requieren una gran superficie de terreno para

su cultivo, estimándose que se necesitaría un área igual a la europea para producir el suficiente combustible de este tipo capaz de sustituir al combustible actual para aviones reactores.

### Células solares fotovoltaicas

La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa (*Defense Advanced Research Projects Agency –DARPA*), de los Estados Unidos, está financiando un programa denominado Células Solares de Muy Alta Eficiencia (*Very High Efficiency Solar Cell –VHESC*) con el objetivo de reducir el peso y el tamaño de los paneles solares que utilizan los soldados en sus despliegues para recargar las radios, los GPSs, las gafas de visión nocturna, los teléfonos móviles, etc. Para alcanzar ese objetivo es preciso conseguir aumentar la eficiencia de las células solares actuales (porcentaje de potencia absorbida de la luz solar convertida en energía eléctrica) que hasta el pasado año 2006 era como máximo del 40,7%, esperándose alcanzar con este programa un 50%.

El programa se divide en tres fases y los resultados hasta ahora, en que ha finalizado la primera fase, son prometedores al haber alcanzado en esta fase un 42,8% de eficiencia.

Siendo esta tecnología una tecnología dual está prevista la comercialización de los resultados que se obtengan de forma inmediata al finalizar el programa, con los importantes beneficios que esto aportará a la sociedad civil por el uso intensivo que se está haciendo ya de las células solares para aumentar la utilización de la energía solar dadas sus ventajas medioambientales. Pero para que esto pueda ser así es preciso no solamente conseguir aumentar la eficiencia de las células sino reducir su coste económico, ya que las células actuales que alcanzan eficiencias como las descritas están hechas con arseniuro de galio, compuesto muy caro que sólo se utiliza en aplicaciones militares y del espacio, para el resto de las aplicaciones la eficiencia actual es sensiblemente menor. El programa contempla la utilización de compuestos como el indio, el galio, el nitruro y el silicio, con lo que se espera que el coste de un panel solar de un metro cuadrado sea del orden de los mil dólares, el coste de las células solares convencionales actuales.

### Sonar

El Sonar (*Sound Navigation Ranging*), fue inicialmente desarrollado por los británicos durante la primera guerra mundial para la detección de los submarinos enemigos.

Una vez más, dado que la tecnología básica requerida para su desarrollo –emisión y detección de ondas de sonido– es una tecnología dual, aprovechando el impulso inicial de su desarrollo para fines militares se han ido generando numerosas aplicaciones de uso civil como son la medición de la profundidad de las aguas, el estudio topográfico de los fondos marinos, la localización de obstáculos a la navegación y objetos en los océanos, como por ejemplo restos de naufragios, la localización de bancos de pesca, realización de ensayos no destructivos para detección de grietas o imperfecciones en metales y otros materiales sólidos y, en el área médica, realización de mamografías, seguimiento del desarrollo del feto en el seno de la madre, comprobación del flujo de la sangre a través del corazón, etc.

### Sistema antibloqueo de frenos (*Antilock Brake System –ABS*)

Este sistema que evita que los neumáticos de un avión o de un automóvil pierdan el contacto con la pista de aterrizaje o la calzada al frenar bruscamente y bloquearse la rueda, fue desarrollado inicialmente para su utilización en aviones de combate, como el F-104 (*Starfighter*), o muy pesados como los grandes bombarderos, como era en aquel entonces el bombardero estratégico B-47 (*Stratojet*).

Aunque los aviones mencionados anteriormente incorporaban este sistema (con la denominación inglesa de “*Anti-Skid*”) ya en la década de los años 1950, no fue hasta varias décadas más tarde que se aplicó finalmente esta tecnología dual a los automóviles, siendo hoy día de uso generalizado en esta industria, permitiendo una frenada segura aún cuando el conductor aplique bruscamente los frenos del vehículo, evitando de esta manera numerosos posibles accidentes.

#### Transferencia de energía eléctrica sin cables

Por iniciativa, y financiación parcial, de la oficina de investigación del Ejército de los Estados Unidos, el Instituto de Nanotecnologías para la Defensa del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) está investigando la posibilidad de transferir energía eléctrica sin necesidad de conexión mediante cables, lo que sería muy útil en la zona de despliegue tanto para ordenadores, como teléfonos móviles, radios, sensores, etc., al reducir la necesidad de pilas o baterías.

Por el momento se ha conseguido energizar una bombilla de 60 vatios a una distancia algo superior a dos metros de la fuente de energía eléctrica, en base al principio de los objetos resonantes acoplados que son capaces de intercambiar energía debido a las propiedades de las bobinas de cobre magnetizadas. Aunque los resultados son todavía limitados, se espera conseguir mayores progresos en el futuro, lo que permitirá transferir los beneficios de esta nueva tecnología desarrollada para satisfacer las necesidades de la Defensa al mercado civil.

#### Convertidores de tecnología analógica a digital y viceversa

Las necesidades de la Defensa financiaron e impulsaron el desarrollo de convertidores que permitieran la transformación de analógico a digital y viceversa, tecnología que ha tenido posteriormente una amplia utilización comercial en el campo de la electrónica.

#### Motor híbrido diesel/eléctrico

En el contexto del programa TRP, mencionado anteriormente, se desarrolló un turboalternador para vehículos híbridos de manera que satisfaga los requisitos del USARMY de un motor que fuera más difícil de detectar por los sensores de infrarrojos, ya que los motores híbridos emiten menos calor. La tecnología desarrollada podía satisfacer igualmente la necesidad existente en el área civil de un motor más reducido, de energía eficiente, con una baja emisión de gases.

#### Baterías recargables de iones de litio

También dentro del programa TRP, se financió el desarrollo de baterías recargables de iones de litio necesarias para su utilización en el campo de batalla. Baterías con una gran utilidad, asimismo, en los teléfonos móviles comerciales y los ordenadores portátiles por su gran capacidad unida a un peso y volumen reducidos.

### **Conclusiones**

Existe la percepción en ciertos ambientes, percepción que se transmite al público en general, del reducido e incluso nulo beneficio que para la sociedad tienen las inversiones en I+D en el área de Defensa, como no sea el que se pueda derivar de dotar a las Fuerzas Armadas de los medios adecuados para llevar a cabo con eficacia las misiones operativas que se les asignen. Dichas inversiones constituyen un importante componente de las inversiones totales en I+D de cualquier país.

De lo hasta aquí expuesto y de los capítulos que siguen, se puede concluir, en contra de aquella percepción, que las inversiones en I+D de Defensa asumen la iniciativa en el desarrollo de determinadas tecnologías, ya sean básicas o aplicadas, cuando la industria civil no invierte en I+D por razones de tipo comercial o de otro tipo.

El desarrollo realizado para satisfacer las necesidades de Defensa se aprovecha posteriormente adaptándolo a las demandas del mercado, lo que sin duda constituye una contribución adicional del área de Defensa al desarrollo de la sociedad, como señala en su trabajo Álvaro Azcárraga Arana.

Los países más desarrollados así lo han entendido, como se aprecia en la información expuesta anteriormente sobre el tanto por ciento del presupuesto de I+D de los países de la Unión Europea y de los Estados Unidos que se aplica a I+D de Defensa. También lo ha hecho España en los últimos años, como se expone en el trabajo de Ramón Herrero Arbizu.

La mayoría de los ejemplos que se han presentado de transferencias al sector civil de tecnologías desarrolladas a requerimiento del sector de Defensa provienen de Estados Unidos, bien individualmente o en cooperación con la industria, a través de los diversos programas I+D de tecnologías duales. Sin embargo, dada la amplitud y el nivel de actividad del I+D de Defensa, es preciso destacar el dinamismo demostrado por las empresas y organismos españoles del sector industrial de Defensa para rentabilizar los desarrollos realizados aplicándolos al sector civil, como se refleja en los trabajos realizados por Jesús Redondo Lavín, Antonio de Carvajal Salido, Antonio Pérez de Lucas y Ángel Orenes Cayuela.

## Bibliografía

- 1) Comisión de la Unión Europea.
- 2) Decisión N° 1982/2006/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- 3) *Eurostat Year Book 2006-07*. Unión Europea.
- 4) Séptimo Programa Marco (2007-2013) de la Unión Europea.
- 5) OCDE *Factbook 2007*.
- 6) Presupuestos de Defensa.
- 7) *The European Research Area: New Perspectives*. Comisión Europea.
- 8) *RDT&E Programs (R-1)*. Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller).
- 9) Manual de Frascati. OCDE.
- 10) *Defence Analytical Services Agency*.
- 11) Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007.
- 12) *21<sup>st</sup> Century Strategic Technology Vectors*. Defense Science Board.
- 13) *Defense Critical Technologies*. US Defense Science Board/UK Defence Scientific Advisory Council.
- 14) *Defense Science and Technology Base for the 21<sup>st</sup> Century*.
- 15) *Manager's Guide to Technology Transition in an Evolutionary Acquisition Environment*.
- 16) *Effective Partnering: A report to Congress on Federal Technology Partnerships*.
- 17) *Issues in Science and Technology*.
- 18) *Secrets to Shield or Share? New Dilemmas for Dual Use Technology Development and the Quest for Military and Commercial Advantage in the Digital Age*. Jay Stowsky.
- 19) *Defense Science Board, Reports*.

### **APOYO DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO A LA FINANCIACIÓN DE I+D+i EN PROGRAMAS DE DEFENSA.**

*Ramón Herrero Arbizu  
Ingeniero de Minas del Estado  
Subdirector General de Programas Estratégicos  
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio*

#### INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Industria Turismo y Comercio (MITyC) ha continuado desde su creación en el año 2004 una trayectoria de apoyo a la I+D+i relacionada con programas tecnológicos industriales cualificados relacionados con la Defensa, cuyo origen se remonta a anteriores actuaciones a partir del año 1996 por parte de los extintos Ministerios de Industria y Energía y Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Trataremos de exponer en este trabajo las principales líneas de actuación de estos apoyos del MITyC, a tal fin, señalaremos los antecedentes de estas actuaciones, la justificación de los mismos, su instrumentación administrativa, los principales proyectos que se han apoyado así como las magnitudes económicas implicadas, para finalizar con un breve balance del resultado de dichos apoyos.

#### ANTECEDENTES

La colaboración del Ministerio de Defensa (MINISDEF) con el extinto Ministerio de Industria y Energía (MINER) en lo relativo a las industrias de la Defensa que responde a los diferentes decretos de estructura ministerial en los cuales se establece la coordinación de ambos Departamentos en la actuación gubernamental para el sector de las industrias de la Defensa, tiene un punto de inflexión con la firma por sus Ministros de un Acuerdo de colaboración para actuaciones destinadas a Programas para la Defensa de especial interés industrial y tecnológico, el 21 de octubre de 1996, y que ha supuesto la puesta en marcha de una novedosa colaboración interministerial para, aprovechando las adquisiciones de equipos que demandan en el contexto actual las Fuerzas Armadas Españolas, actuar de elemento de generación de tecnología y de tejido industrial de alta calificación.

Además de esta nueva línea de colaboración, el MINER en aquella época ya estaba también involucrado en la financiación de otros programas tecnológicos relacionados con el sector de la Defensa. Concretamente en ese mismo año 1996, y dentro del los apoyos a la industria aeronáutica, el MINER decidió apoyar el programa de desarrollo del avión de transporte militar C-295. No obstante en este programa no se daban las circunstancias de conjunción del interés del MINER y del MINISDEF en el citado desarrollo, ya que no existían compromisos de adquisición de este avión por parte del MINISDEF.

El citado Acuerdo, de octubre de 1996, se circunscribió en un principio a los dos programas específicos que en ese momento se contemplaban, el del avión de combate europeo Eurofighter Typhoon y el de las Fragatas F-100, y permitió iniciar la financiación a estos programas por parte del MINER a partir del año 1997.

La calificación de los citados programas relacionados con la Defensa como de especial interés industrial y tecnológico y por tanto su inclusión en el marco del Acuerdo interministerial de 1996, venía determinada, por una parte, por su contenido estratégico para la Defensa

Nacional y, por otra, por sus elevadas dimensiones económicas y por los extraordinarios contenidos tecnológicos e industriales de los mismos.

El marco de colaboración establecido entre el MINISDEF y el MINER sentaba las bases generales para la cooperación interministerial pero se debían determinar, y así se hizo, los siguientes aspectos de esta colaboración:

- forma en que se instrumentaría,
- extensión de la misma,
- justificación de la participación del MINER y
- el seguimiento de las actuaciones administrativas y empresariales que se derivan del desarrollo de estos programas.

Con posterioridad al año 1996 y demostrada a través de los dos programas inicialmente contemplados la viabilidad y la idoneidad de la colaboración establecida entre el MINISDEF y el MINER, se fueron incorporando a este ámbito de colaboración interministerial otros programas que también reunían la calificación de programas de especial interés industrial y tecnológico.

Así, en el año 2000, el MINISDEF y el entonces Ministerio de Ciencia y Tecnología suscriben una primera adenda al Acuerdo de octubre de 1996 para incorporar al ámbito del mismo al programa de los carros de combate Leopard.

En el año 2001 una nueva adenda extiende la colaboración al programa del avión de transporte militar A400M.

En julio de 2003 una tercera adenda incorpora al ámbito de colaboración MINISDEF-Ministerio de Ciencia y Tecnología los programas de los misiles Iris-T, buque de proyección estratégica, helicópteros de combate Tigre, Vehículos Pizarro (2ª fase) y submarinos S-80.

La adenda de noviembre de 2004 permite extender el ámbito del acuerdo de 1996 a los programas del buque de aprovisionamiento de combate, misil Alad-Taurus y Sistema Integrado de Artillería de Combate.

La última de estas adendas del año 2006 se suscribió para incluir en la colaboración los programas de la Fragata F-105, misiles SPIKE, buques de acción marítima y helicópteros NH-90.

## JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITO DE LA PARTICIPACIÓN DEL MITyC EN LA FINANCIACIÓN DE LOS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS CUALIFICADOS RELACIONADOS CON LA DEFENSA

En relación con el Acuerdo MINISDEF-MINER de 1996 conviene recordar someramente las circunstancias de los años en que se firmó el mismo. Por citar sólo algunos aspectos, en estos años, y en los precedentes de la misma década, se estaba llevando a cabo un proceso de reestructuración profundo de las industrias de la Defensa, fruto de la reducción de los presupuestos destinados a la Defensa al nivel del mundo occidental, motivado por el fin de la guerra fría. Este proceso de reestructuración comenzó de forma anticipada en los Estados Unidos de Norteamérica a principios de los años noventa y a ponerse en práctica en Europa en el año 1996 y siguientes.

Algunos datos aclaran lo citado en el párrafo anterior. Respecto a la reestructuración del sector en Norteamérica, baste citar para dar idea de la amplitud y profundidad del mismo que, de las quince principales empresas fabricantes existentes en el año 1990, se pasó mediante operaciones de reducción, concentración, especialización y fusión empresarial, a cuatro

empresas en el año 1995, lo que hizo que aumentaran sus capacidades y competitividad de cara a programas cada vez más complejos.

Por lo que respecta al ámbito europeo, el reflejo de su situación, que era de significativo retraso respecto a la industria de EEUU, quedó reflejada, entre otros análisis, en una Comunicación de la Comisión de la Unión Europea [COM(96) 10 final] titulada “Problemas de la Industria Europea relacionada con la Defensa: Propuestas de actuación al nivel europeo”. Como su propio título indica, en este documento se hacía un diagnóstico completo de los problemas de esta industria para pasar a proponer medidas generales de actuación al nivel señalado, medidas que en general no se llevaron a la práctica. Pese a ello, esta iniciativa contribuyó a clarificar la problemática de esta industria y fue, entre otras, la base de posteriores actuaciones que permitieron el desarrollo de la industria europea de Defensa, y en particular la de nuestro país.

Las industrias de la Defensa española sufrían en aquella época los mismos problemas que aquejaban al conjunto de la industria europea y con algunos elementos específicos derivados de su menor dimensión, internacionalización, fortaleza financiera y estructura accionarial.

La coyuntura era por tanto compleja y se precisaban en aquellas fechas actuaciones que permitiesen acometer los programas de modernización de equipamiento de las Fuerzas Armadas y que permitiesen asegurar un futuro para las industrias de la Defensa española, futuro que requería dar un impulso a su internacionalización a partir de participación en programas internacionales y su competitividad basada en un fuerte incremento de sus capacidades tecnológicas.

Por otra parte tanto el extinto Ministerio de Industria y Energía, como el actual MITyC, tenían una percepción hacia las industrias de la Defensa que debía ponerse en relación con las propias misiones del Departamento en relación con el objetivo de aumentar la productividad de la economía española a través una industria competitiva de la cual también tenía que formar parte el sector de las industrias de la Defensa.

En este sentido, tanto las políticas del Ministerio de Industria y Energía y las del actual MITyC han tenido en cuenta el enorme potencial que las industrias de la Defensa podían aportar como tractor de tecnología e innovación al conjunto de la industria española.

La dinamización del sector industrial además de un buen entorno competitivo, con buenas infraestructuras, empresas innovadoras y recursos humanos bien formados, precisa también una transformación de las estructuras productivas debiendo ser capaces de asumir las fases de mayor valor añadido, y muy especialmente la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

El sector de la Defensa es especialmente significativo a la hora de generar cambios y mejoras tecnológicas que trascienden a otros sectores industriales y por tanto contribuye de forma importante a las mejoras de la productividad del conjunto de la industria. Por este motivo, es un sector que viene siendo objeto de atención específica por parte del MITyC en el marco de su política industrial. La Defensa moviliza importantes recursos de I+D+i y, por tanto, puede y debe contribuir a la consecución de los objetivos de modernización del tejido productivo a través del aumento del contenido tecnológico de los productos industriales.

Si de forma general podemos afirmar que el futuro de la industria española pasa de manera ineludible por intensificar los esfuerzos en innovación tecnológica, este factor ha sido totalmente asimilado por el sector de la Defensa como garantía de su supervivencia. Desde el MITyC se ha pretendido por tanto que este sector pueda, además de servir a los intereses de la Defensa, actuar como dinamizador tecnológico de un amplio elenco de empresas y sectores industriales.



Las industrias dedicadas total o parcialmente a actividades de Defensa, aunque cuentan con unas particularidades muy específicas, no dejan de ser unas industrias más en el conjunto de la economía española y por tanto el MITyC, en colaboración con el MINISDEF, debe ejercer sobre las mismas las actuaciones de la política industrial de este Departamento.

Las compras públicas son sin duda un factor clave para el desarrollo de esta industria y representan una oportunidad excelente para actuar como herramienta dinamizadora del conjunto de la industria del país.

Tomando como punto de partida las necesidades de adquisición de equipamiento del MINISDEF para satisfacer las necesidades estratégicas de la Defensa Nacional, se ha pretendido, a través de los apoyos financieros del MITyC, que las empresas ubicadas en nuestra geografía puedan abordar solas o en consorcios internacionales, los desarrollos tecnológicos que se requieren para atender a esta demanda de nuestras Fuerzas Armadas. Este apoyo del MITyC está enmarcado en nuestro sistema de apoyo general a la I+D+i, si bien es preciso destacar que generalmente prima en estos programas cualificados el componente desarrollo e innovación sobre las fases de investigación más alejadas del producto.

Para el actual MITyC el apoyo a estos programas de la Defensa es una herramienta más de las que se están utilizando para el fomento de la innovación y la tecnología del conjunto de la industria del país, en este caso aprovechando las demandas de desarrollos tecnológicos que parten del MINISDEF.

Es en este contexto en el que se ha justificado y desarrollado a lo largo de los últimos años el apoyo del MITyC, a grandes proyectos de desarrollo industrial relacionados con la Defensa, en estrecha colaboración con el MINISDEF.

Además de las anteriores consideraciones de fomento de la innovación y de la tecnología como medios para impulsar la competitividad de las industrias, se añaden otros factores que justificaban los apoyos del MITyC. Entre ellos destaca el hecho que generalmente los plazos necesarios para el desarrollo de estos programas son muy prolongados. En este periodo, las empresas contratistas principales, y con ellas todo el entramado de la industria que actúa como colaboradores en el desarrollo o suministradores, deben soportar los elevados costes de su desarrollo, entendiendo que este desarrollo incluye las pre-series y las pruebas a que se someten los equipos o sistemas para que su recepción pueda ser hecha por el MINISDEF. Estas condiciones hacen que dicha financiación quede fuera de las posibilidades económicas y financieras de las empresas y del sistema financiero privado.

Por otra parte, es conveniente señalar la vinculación creciente entre los segmentos militar y civil de la industria, desarrollándose todo tipo de sinergias tecnológicas e industriales entre ellos. Este hecho hace que los resultados tecnológicos dependan cada vez más de la medida en que las empresas consiguen gestionar las relaciones entre las tecnologías militar y civil, organizar programas de I+D en torno a las tecnologías de doble uso, lograr que los conocimientos teóricos y prácticos traspasen la frontera que separa lo civil de lo militar y, en resumen, utilizar las sinergias existentes entre ellos. Considerando el ejemplo norteamericano, donde la promoción del enfoque del doble uso ha constituido durante muchos años un objetivo importante de la política estadounidense de investigación y contratación en materia de Defensa, fruto de la misma es que tienen una base tecnológica e industrial militar-civil más integrada que la europea. En consecuencia, se deduce la conveniencia de mejorar la eficacia de la I+D+i relacionada con la Defensa mediante la cooperación más sistemática y con mayor interdependencia con la I+D+i civil, al mismo tiempo que potenciar las sinergias con la misma. Todo ello abunda junto con lo antes expuesto en justificar la cooperación entre ambos Departamentos.

Otro de los aspectos que hubo que clarificar en el ámbito de la colaboración entre los Departamentos de Defensa y de Industria y que cité anteriormente, se refería al ámbito o extensión de la colaboración genérica planteada en el Acuerdo del año 1996.

El desarrollo de estos programas desde la óptica del MITyC, y que es objeto de su apoyo, incluye fundamentalmente los desarrollos tecnológicos que cada programa comporta así como las pre-series y las pruebas a que se someten los equipos o sistemas para que su recepción pueda ser efectuada por el MINISDEF. Esta cita debe precisarse en detalle ya que diferencia dos partes en un mismo programa y desvincula al MITyC de las adquisiciones de equipos de Defensa que realiza el Ministerio de Defensa.

Para el MINISDEF, cada uno de estos programas tiene como finalidad la adquisición de unos determinados equipos o sistemas y por tanto comprenden desde su diseño y concepción inicial hasta la adquisición y recepción de las diferentes unidades del programa.

Para el MITyC, en cada uno de estos programas existe un componente que se puede denominar de desarrollo tecnológico e industrial y que tiene una menor dimensión que el programa contemplado desde el MINISDEF. En principio, como máximo, cada programa debería terminar como se ha dicho en la pre-serie de los equipos o sistemas y sus correspondientes ensayos o pruebas. Hay que tener en cuenta que en esta fase están incluidos los medios de producción de la pre-serie y su puesta a punto, pese a que algunos de dichos medios puedan continuar utilizándose en la fase posterior de fabricación en serie.

Hay que aclarar que este aspecto del ámbito de la extensión de la cooperación Industria-Defensa de estos programas ha ido variando en el tiempo en función de los criterios de la Administración sobre la política industrial. En la época en que este Departamento se denominaba de Ciencia y Tecnología (MCyT), era difícil utilizar argumentos industriales para justificar la participación en estos programas, por lo que la extensión de esta cooperación se analizaba sólo en función de la participación de investigación, desarrollo e innovación puras, dejando de lado cualquier consideración industrial, tal como asimilación de tecnología, creación y/o mantenimiento de empleo, etc. La recuperación en el año 2004 del MITyC ha permitido, dentro del contexto general de la consideración de estos apoyos como destinados a la I+D+i, otorgar en la evaluación de cada programa un peso determinado a los efectos industriales de los mismos.

Pese a todo ello, habida cuenta que estos límites a la extensión de la cooperación no son estrictos, ésta no debería extenderse desde la óptica del MITyC al ámbito de la fabricación en serie, una vez que esta forma de fabricación haya alcanzado su régimen, y así se viene realizando desde el inicio de la colaboración interdepartamental. Casos excepcionales se tienen en los programas que abarcan una sola unidad o muy pocas en los que el montante de los préstamos a aportar por el MITyC se aproximan a los desembolsos que en su día debe realizar el MINISDEF en la adquisición de la correspondiente unidad.

De todas formas, es un hecho que estos aspectos, la extensión de la cooperación y su justificación, son variables, dependiendo de diversas consideraciones que deben de ser tratadas de forma aislada para cada programa.

Al tratar del aspecto financiero, sin duda el de mayor importancia, es conveniente citar que con ello no se agota la cooperación entre los Departamentos de Defensa e Industria, porque hay otros aspectos, entre otros la selección y participación de colaboradores y subcontratistas, algunos inicialmente dedicados al ámbito civil, con el contratista principal del programa; el apoyo a aquéllos para situarlos a un nivel tecnológico e industrial que permita su participación en estos programas, las relaciones con otros sectores industriales,... Todo ello son medidas de la política industrial del MITyC que se han venido aplicando y se aplican en estos programas.

## INSTRUMENTACIÓN DEL APOYO DEL MITyC A LOS PROGRAMAS DE I+D+i RELACIONADOS CON LA DEFENSA

En el año 1996, una vez firmado el Acuerdo MINER-MINISDEF, era preciso determinar la forma en que se establecería la colaboración entre ambos Departamentos; había que tener en cuenta la normativa reguladora y los contenidos de la política industrial desarrollada en aquel momento por el Ministerio de Industria. El ámbito de la citada política lo ejerce el Ministerio de Industria, por lo que respetando la normativa vigente se excluían determinadas relaciones entre ambos Departamentos, en particular las financieras.

Teniendo en cuenta estas premisas, se estableció que los apoyos a la industria relativos a estos dos programas se canalizarían desde el Ministerio de Industria a través de las empresas participantes, pero existiendo una estrecha colaboración entre los Ministerios de Defensa y de Industria sobre sus contenidos y sobre el seguimiento de su desarrollo. La financiación se realizaría en forma de préstamos reembolsables a tipo de interés cero y amortizable a largo plazo, que el Ministerio de Industria concedería a las empresas principales contratistas de los programas, que habían sido elegidas y contratadas por el Ministerio de Defensa para el desarrollo de dichos programas.

Justificada la necesidad de la financiación pública, en forma de activos financieros del Capítulo 8 de los Presupuestos Generales del Estado, había que determinar cómo instrumentarlos. Por su excepcionalidad, tanto en las cuantías de los programas como por su pequeño número, estos expedientes deben ser contemplados como singulares y así se han venido teniendo en cuenta en los sucesivos presupuestos del Departamento desde el año 1997 hasta el año 2006 al agruparlos como "Programas Tecnológico Industriales Cualificados relacionados con la Defensa" bajo el capítulo presupuestario 467C (investigación y desarrollo tecnológico industrial).

En el año 2007 se crea en los Presupuestos Generales del Estado para estos programas una nueva aplicación presupuestaria denominada 464B "Apoyo a la innovación tecnológica en el sector de la Defensa", que responde a la sensibilidad del gobierno a la recomendación efectuada en el año 2006 por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología para aumentar la transparencia de los Presupuestos del Estado en relación a la I+D+i civil y militar, separando por primera vez del conjunto de gastos en I+D+i, de forma clara e inequívoca, aquellas partidas que dentro del presupuesto del MITyC van a destinarse a programas de I+D+i relacionada con la Defensa.

La instrumentación de los dos programas citados se efectuó desde su inicio, y se sigue realizando, de forma individualizada mediante Convenios de Colaboración del Ministerio de Industria con las empresas contratistas principales. Estos Convenios de carácter plurianual contemplan la financiación del Ministerio de Industria al programa de desarrollo tecnológico e industrial que comporta cada uno de los programas y el calendario de devolución al Tesoro de los préstamos concedidos.

Aquí, y ya desde el año 1997, se plantearon situaciones diferenciadas que hubo que atender desde el Ministerio de Industria con respuestas a medida.

Para el programa de las Fragatas F-100 había en el año 1997 un contratista principal español definido, la Empresa Nacional Bazán, por lo que pareció lo más conveniente suscribir un convenio entre el Ministerio de Industria y dicha empresa que abarcara el programa industrial y tecnológico a ser prefinanciado por este Ministerio.

Por el contrario, el programa internacional Eurofighter presentaba otra estructura contractual totalmente diferente. Se requería para la contratación con el Ministerio de Industria

un ente español al que proporcionar las ayudas pero que estuviese relacionado con los de los otros países partícipes. Nació así el "Consortio Español para el Desarrollo Industrial del Programa Eurofighter A.I.E." (CEDIEF A.I.E.), formado por las dos empresas españolas, EADS/CASA e ITP, integradas en los consorcios internacionales que desarrollaban respectivamente la plataforma y el motor del avión, Eurofighter y Eurojet. De esta forma había un único interlocutor responsable del programa ante el Ministerio de Industria con la correspondiente simplicidad administrativa.

Previamente a la suscripción del Convenio plurianual correspondiente a cada uno de los programas, hubo necesidad de obtener una autorización expresa del Consejo de Ministros a propuesta del entonces Ministerio de Hacienda (Dirección General de Presupuestos) para que el Ministerio de Industria pudiera comprometer gastos para ejercicios futuros. Esta autorización era requerida ya que la planificación económica del desarrollo de los programas no cumplía los porcentajes establecidos de gasto por la Ley General Presupuestaria para los programas plurianuales. Recordemos que esta Ley sólo admite comprometer gastos que se reduzcan en los porcentajes del 70%, 60%, 50% y 40% del gasto inicial para los cuatro años siguientes. Por una parte estos programas superaban los cinco años previstos en la Ley y, por otro, su perfil era en los primeros años creciente para luego decrecer.

Como resumen de lo dicho sobre la instrumentación de estos programas, es necesario que se obtengan del Consejo de Ministros, previa o simultáneamente, por una parte la autorización para que el MITyC pueda adquirir estos compromisos de gasto futuros y, por otra, la autorización para firmar un Convenio con la empresa o ente pluriempresarial al que financiar el desarrollo del programa, la cual como contrapartida se comprometa a llevarlo a cabo.

Previamente a la firma de este Convenio con el contratista principal surge el aspecto de las garantías exigibles al mismo como contrapartida de la financiación a aportar por el Ministerio de Industria. En aplicación de cada Convenio se entregarían al contratista en sucesivas anualidades unos fondos que tienen la consideración administrativa de activos financieros y que, por tanto, son reembolsables. El importe de estos anticipos reembolsables generalmente excede la capacidad financiera de la empresa, por lo que es necesario que ésta acredite tener un contrato de suministro al Ministerio de Defensa que le permita financieramente ser capaz de reembolsar dichos importes en un periodo determinado. Esto exige que, de forma previa o simultánea, se haya perfeccionado por el Ministerio de Defensa dicho contrato.

En algunos casos y en tanto no se formalizase este último contrato, ha sido posible la liberación a las empresas de los fondos presupuestados por el Ministerio de Industria, exigiendo la constitución de garantías ante la Caja General de Depósitos por parte de la empresa receptora de los mismos. Asimismo cada uno de los convenios firmados contempla un calendario de devoluciones de la financiación a aportar por el Ministerio de Industria, calendario basado en el esquema de pagos previstos a la empresa por el Ministerio de Defensa dentro de su correspondiente contrato de adquisición.

Lo expuesto anteriormente ha querido poner de manifiesto la forma de instrumentar los aspectos más significativos de la cooperación del Ministerio de Industria en estos Programas Especiales y en particular los de la financiación ofrecida al desarrollo de los mismos a través de las empresas. Hay que recordar que este mecanismo financiero se ha mostrado útil y ha posibilitado el desarrollo de estos programas relacionados con la Defensa sin que esta financiación se refleje en la contabilidad nacional como un gasto, habida cuenta de su carácter de activo financiero, y por tanto reembolsable, que cuenta con las garantías correspondientes.

## EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS ACTUACIONES APOYADAS POR EL MITyC EN EL ÁMBITO DE LA DEFENSA

Para el seguimiento y control de las actuaciones administrativas y empresariales, el propio acuerdo MINISDEF-MINER del año 1996 contenía una escueta previsión sobre el órgano colegiado al que se le encomendaban estas actuaciones, consistente en que “para velar por el cumplimiento de dichos programas se cree una Comisión Mixta de Seguimiento y Control, formada por representantes de los Ministerios de Industria y Energía y Defensa”.

En una de las primeras reuniones de la citada Comisión Mixta, se acordó dar una mayor concreción a su estructura a la vez que se incorporaba una representación del Ministerio de Economía y Hacienda y se establecían unas normas internas para el desarrollo de sus actuaciones que han ido adaptándose hasta su composición actual al irse incorporando sucesivamente otros Programas Especiales a los dos citados.

Actualmente componen esta Comisión, presidida por el Director General de Desarrollo Industrial del MITyC, representantes de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) y Dirección General de Asuntos Económicos (DIGENECO) del MINISDEF, Jefes de los Mandos Logísticos de cada uno de los Ejércitos y la Armada, Gerencia de Cooperación Industrial de ISDEFE (GECOIN), Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) y Dirección General de las Comunicaciones y la Sociedad de la Información del MITyC, y Ministerio de Economía y Hacienda.

## PROGRAMAS FINANCIADOS POR EL MITyC HASTA 2007 Y SUS DATOS ECONÓMICOS

A continuación se exponen algunos datos de la financiación otorgada por el Ministerio de Industria a los programas amparados en el acuerdo citado.

Los programas que se han financiado por el MITyC y la duración de cada uno de los mismos, entendiéndose por ésta el periodo en el que el Ministerio financia las fases del proyecto que se han indicado anteriormente, por orden cronológico son:

- Fragatas F-100, en el periodo 1997-2004. Programa ya concluido.
- Avión de combate europeo Eurofighter, en el periodo 1997-2010. El Contratista principal es el Consorcio CEDIEF AIE.
- Carros Leopardo cuyo desarrollo, en la parte financiada por el MITyC, tiene lugar en el periodo 1998-2007. La contratista principal es Santa Bárbara Sistemas S.A.
- Programa del avión de transporte militar A400M, en el periodo 2001-2011. Contratista principal EADS/CASA.
- Misil aire-aire IRIS-T, en el periodo 2003-2006. Contratista principal SENER Ingeniería y Sistemas S.A. Programa ya concluido para el MITyC.
- Buque de Proyección Estratégica, en el periodo 2003-2007. Contratista principal NAVANTIA S.A.
- Helicópteros de combate Tigre, en el periodo 2003-2007. Contratista principal Consorcio Español para el Desarrollo del Tigre (CEDIT AIE) formado por las empresas Eurocopter España S.A. e ITP.
- Familia de Vehículos Pizarro (2ª Fase), el periodo 2003-2011. Contratista principal Santa Bárbara Sistemas S.A.
- Submarinos S-80, en el periodo 2003-2011. Contratista principal NAVANTIA S.A.
- Buque de Aprovisionamiento de Combate (BAC), en el periodo 2004-2007. Contratista principal NAVANTIA S.A.
- Misil Alad-Taurus, en el periodo 2004-2006. Contratista principal SENER S.A. Programa ya concluido.
- Sistema Integrado de Artillería de Campaña del Obús 155/52 REMA, en el periodo 2004-2007. Contratista principal Santa Bárbara Sistemas S.A.
- Fragata F-105, en el periodo 2006-2011. Contratista NAVANTIA S.A.

- Buques de Acción Marítima (BAM), en el periodo 2006-2009. Contratista NAVANTIA S.A.
- Misiles Spike, en el periodo 2006-2013. Contratista principal Santa Bárbara Sistemas S.A.
- Helicópteros NH-90, en el periodo 2006-2016. Contratista principal Eurocopter España S.A.

Cada uno de los programas ha exigido la firma del correspondiente convenio entre el MITyC y la contratista o consorcio principal. Lógicamente cada uno de los convenios citados tiene su propia dinámica, que con relativa frecuencia ha obligado a suscribir adendas a los convenios. Estas adendas deben ser previamente conocidas e informadas por la Comisión de Seguimiento y Control de los Programas de Defensa y posteriormente tramitadas al Consejo de Ministros para que autorice su suscripción.

Causas diversas han obligado a tramitar adendas para muchos de los programas citados anteriormente, entre ellas la extensión de los programas a un mayor horizonte temporal con la inclusión de nuevas actividades, reprogramaciones en la ejecución de los programas, actualizaciones de los compromisos de financiación, cambios técnicos en los programas que implican modificaciones del presupuesto de ejecución, etc.

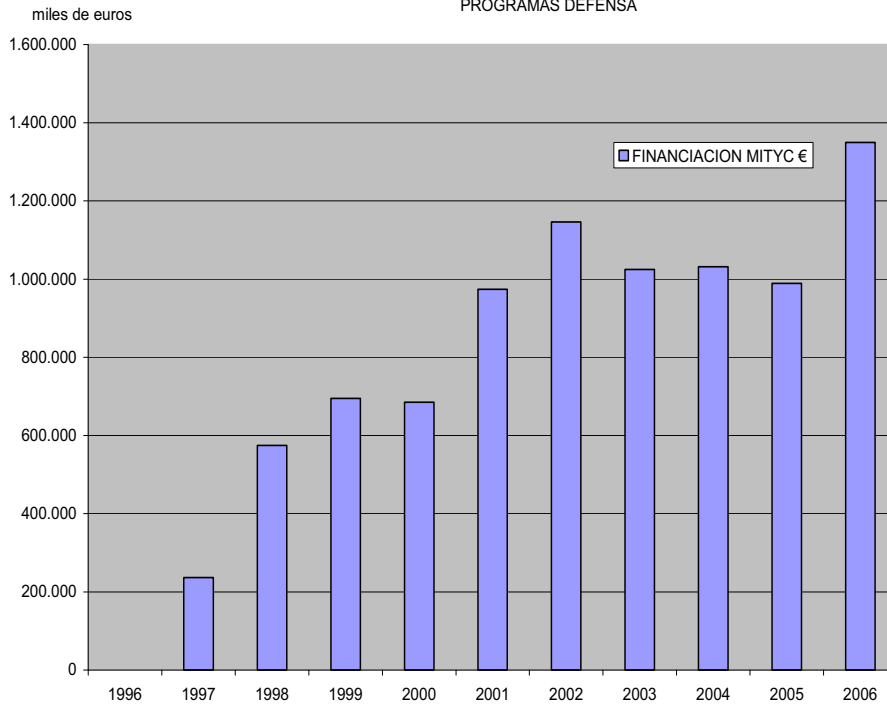
La siguiente tabla refleja para cada uno de los programas citados el compromiso de financiación adquirido por el MITyC y la evolución de esta financiación.

| <b>PROGRAMA</b>                 | <b>Fondos aportados por el MITyC hasta 2006</b> | <b>Compromiso total de financiación por el MITyC</b> | <b>Periodo de financiación</b> |
|---------------------------------|---|--|--------------------------------|
| Fragatas F-100                  | 1.736.527,49                                    | 1.736.527,49   | 1997-2004                      |
| Eurofighter                     | 2.951.454,14                                    | 4.089.475,14   | 1997-2010                      |
| Pizarro (2ª fase)               | 262.907,86                                      | 530.695,75   | 2003-2011                      |
| CC. Leopardo                    | 1.374.051,25                                    | 1.394.127,95   | 1998-2007                      |
| Avión de transporte A400M       | 448.304,21                                      | 1.233.161,44   | 2001-2011                      |
| Helicópteros Tigre              | 612.556,00                                      | 662.556,00   | 2003-2007                      |
| Obús 155/52 REMA                | 80.600,00                                       | 101.408,00   | 2004-2007                      |
| Misil IRIS-T                    | 85.016,15                                       | 85.016,15  | 2003-2006                      |
| Misil TAURUS                    | 35.200,00                                       | 35.200,00  | 2004-2006                      |
| Submarinos S-80                 | 470.752,07                                      | 1.375.868,12   | 2003-2011                      |
| Buque de Proyección Estratégica | 306.225,62                                      | 351.259,04   | 2004-2007                      |
| Buque de Aprovisionamiento      | 171.338,43                                      | 228.756,05   | 2004-2007                      |
| Helicópteros NH-90              | 67.300,00                                       | 990.600,00   | 2006-2016                      |
| Misil de corto alcance SPIKE    | 12.240,00                                       | 255.467,33   | 2006-2013                      |
| Fragatas F-105                  | 67.988,86                                       | 752.120,22   | 2006-2011                      |
| Buques de Acción Marítima       | 21.973,25                                       | 294.732,59   | 2006-2009                      |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>8.704.435,33</b>                             | <b>14.116.971,27</b>                                 |                                |

Cifras en miles de euros

La evolución de los importes anuales que el MITyC viene destinando a la financiación de los programas estratégicos relacionados con la Defensa en el periodo 1997-2006 es la siguiente:

EVOLUCION DE LA FINANCIACION APORTADA POR MITyC  
PROGRAMAS DEFENSA



Como puede apreciarse, la media anual se sitúa en unos 1.000 millones de euros. En el año 1997 se concedieron créditos a dos programas, Fragatas y Eurofighter, por importe de 236,1 millones de euros. Los préstamos librados en el año 2006 ascendieron a 1.349 millones de euros para 15 programas y en el año 2007 la dotación presupuestaria es de 2007 es de 1.225 millones de euros.

Hasta la fecha han concluido ya tres programas (Fragatas F-100, misil Iris-T, misil Alad-Taurus). En el año 2007 es previsible que concluyan otros cuatro programas. Los compromisos futuros para los programas actuales aventuran una disminución importante de las necesidades de financiación para estos programas a partir del año 2011. No obstante es previsible que sea precisa financiación adicional a la ya comprometida para nuevos programas que puedan estar en marcha en esas fechas o se inicien a partir de 2008.

#### BALANCE INICIAL DE LA PARTICIPACIÓN DEL MITyC EN LA FINANCIACIÓN DE LOS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE LA DEFENSA

Trascurridos ya diez años desde la suscripción del acuerdo de octubre de 1996 entre los Ministerios de Defensa e Industria para los programas tecnológicos industriales relacionados con la Defensa, podemos aventurarnos a hacer ya un fundamentado balance de la participación del Ministerio de Industria en los programas de Defensa.

Se puede constatar que como consecuencia del lanzamiento de estos programas y del apoyo prestado a los mismos por el Ministerio de Industria, que los ha posibilitado, se ha creado en nuestro país un conglomerado industrial de empresas que han tenido que poner a punto las técnicas más sofisticadas y avanzadas que son consustanciales a los desarrollos tecnológicos necesarios para satisfacer los requerimientos estratégicos que plantean las nuevas necesidades que comportan la Seguridad y la Defensa.

Muchos de los desarrollos tecnológicos y conocimientos científicos generados en las fases de los proyectos objeto de financiación por parte del MITyC tienen aplicaciones duales. Las empresas que los realizan pueden utilizar los conocimientos en aplicaciones civiles. El MITyC

tiene por tanto la oportunidad de impulsar procesos de asimilación y transferencia de tecnología hacia otras empresas y sectores industriales. Existen hoy día multitud de ejemplos de esta transferencia de tecnología hacia el sector civil entre los que cabe destacar la aeronáutica, las telecomunicaciones, los materiales, motorización, sistemas de propulsión, etc...

Las empresas o consorcios españoles que han participado o participan en los programas objeto de prefinanciación por el MITyC pueden, a través de la misma:

- Abordar programas fuera de sus posibilidades financieras. Téngase en cuenta que desde el inicio de un desarrollo hasta que el cliente (MINISDEF) recibe el equipo pueden transcurrir varios años en los cuales la empresa debe soportar todos los gastos derivados del programas, ya que MINISDEF paga a la recepción del equipo.
- Adherirse y participar en programas internacionales de desarrollo de sistemas de armas, que requieren ingentes inversiones. Internacionalización de empresas.
- Realizar alianzas estratégicas con otras empresas de fuera o de dentro del país, posicionándolas en los mercados mundiales. Formación de conglomerados industriales.
- Asimilar tecnologías que les aportan otros tecnólogos extranjeros y a las que no tendrían acceso fuera de los consorcios internacionales para el desarrollo de sistemas de armas.
- Desarrollar tecnología. Estos desarrollos se realizan en campos y tecnologías punteras como son las requeridas por las Fuerzas Armadas.
- Obtener una carga de trabajo para industrias españolas a lo largo de la vida de cada uno de los productos así como poder participar en los futuros productos o mejoras que se introducen en los productos actuales.

Es posible concluir señalando el convencimiento del MITyC de que, efectivamente, estos programas cualificados relacionados con la Defensa constituyen un ejemplo paradigmático de cómo partiendo de programas de futuras adquisiciones públicas se desarrolla un complejo industrial alrededor de las tecnologías más avanzadas que se difunden más allá del sector industrial que lo origina.





### LA ACTIVIDAD DE I+D DEL SECTOR DE DEFENSA EN ESPAÑA

*Luis Martínez Míguez  
Director de Tecnología  
Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España - ISDEFE*

#### LAS POLÍTICAS DE I+D+i EN DEFENSA EN EUROPA Y PAÍSES EUROPEOS.

Se han identificado importantes cambios de tendencia en los últimos años con una gestión del I+D+i más de tipo empresarial, como por ejemplo la reforma de los laboratorios de defensa británicos, también seguida en cierta medida por otros países.

Esta transformación se caracteriza porque la financiación de los organismos públicos de investigación tiende a reducirse por vía presupuestaria mientras que aumenta por la vía de contratos y proyectos específicos que son adjudicados en virtud de la competencia demostrada para investigar en esa área. Estos cambios han sido acompañados de una mayor flexibilización de estas organizaciones para contratar proyectos con otras organizaciones y gestionar recursos propios.

El empleo de prácticas empresariales ha sido intenso produciendo importantes cambios organizativos alcanzando incluso la total privatizado de agencias nacionales, como es el caso de la Agencia DERA (*Defence Evaluation and Research Agency*) del Reino Unido, convertida en la empresa QinetiQ.

El resultado de este proceso de transformación ha sido que el usuario final, las Fuerzas Armadas, ha tenido un papel más relevante en la agenda y las prioridades de la investigación.

Sin embargo, estas nuevas organizaciones han generado una fuente de conflictos de intereses cuando alguna de ellas ha establecido acuerdos con empresas, pero a su vez el Ministerio de Defensa les ha solicitado servicios de asesoramiento en determinadas adquisiciones.

En Francia, la *Délégation Générale pour L'Armement* es el organismo que desempeña un papel central en este ámbito al gestionar esta actividad, aunque las actividades de I+D propiamente dichas se realizan fuera de esta organización. Existe también en Francia una compleja red de organismos técnicos y de investigación, que está siendo lentamente desplazada por empresas e universidades, inicialmente sin una gran ligazón o tradición de trabajo al ámbito de la Defensa.

Del análisis del sistema norteamericano se desprende que una parte importante de los recursos se dedica a investigación más o menos básica centrada en universidades y organismos de investigación y otra parte importante se dedica al Departamento de Energía, responsable de los laboratorios de armas nucleares, estando el resto repartido entre los diversos Ejércitos de una forma bastante descentralizada y fragmentada, en el que no es infrecuente que existan proyectos de I+D que traten aspectos similares.

De gran importancia es la agencia de investigación DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) dependiente directamente del Departamento de Defensa. El papel de DARPA se caracteriza por investigación muy innovadora en la que asume un nivel de riesgo relativamente elevado. La organización se caracteriza por una gran flexibilidad en la gestión de estos programas. Los éxitos de esta organización han sido múltiples (ver en internet) y prácticamente ha estado presente en el desarrollo de tecnologías críticas en proyectos

relevantes de Defensa desde su creación en el año 1957.

Otras organizaciones como Italia y Alemania no se han podido analizar en profundidad al hacer estos países poca publicidad de sus actividades de I+D+i.

Se puede resumir, que en el contexto internacional, aunque la investigación y desarrollo en Defensa se hace en cierta medida en organismos públicos de investigación y en universidades, la mayor parte de la investigación aplicada y la innovación es realizada directamente por las empresas, en unos casos como subcontratistas de organismos públicos y en otros casos como contratistas principales que contratan aspectos críticos a algunos laboratorios y centros de investigación. Las empresas son las encargadas de hacer operativa una solución, industrializarla y producirla de manera masiva para alimentar a los Ejércitos.

## EL GASTO DE I+D+i EN ESPAÑA

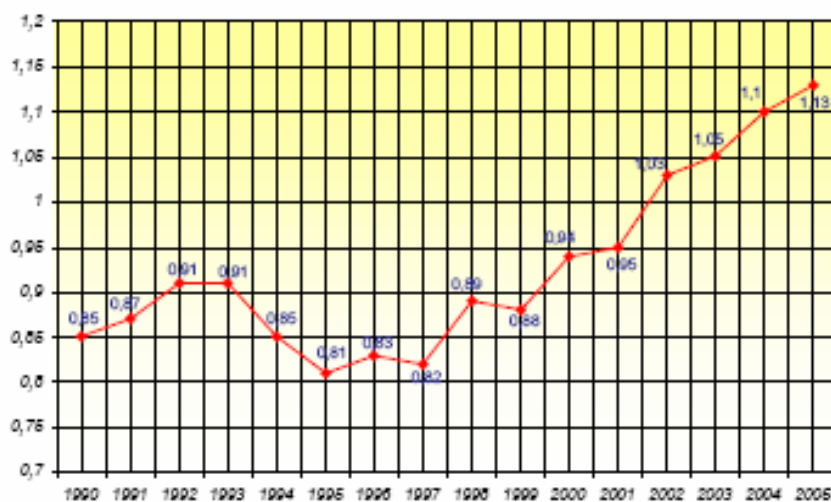
Durante la última década, el gasto en I+D en España ha experimentado un aumento importante alcanzando en el año 2005 el 1,13 % del PIB, partiendo del 0,81 % del PIB en el año 1995.

|                   | 1995         | 1998         | 2001         | 2002         | 2003         | 2005 (*)      |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>Gasto (M€)</b> | <b>3.350</b> | <b>4.715</b> | <b>6.227</b> | <b>7.194</b> | <b>8.213</b> | <b>10.197</b> |
| <b>Gasto/PIB</b>  | <b>0,81</b>  | <b>0,90</b>  | <b>0,96</b>  | <b>1,03</b>  | <b>1,05</b>  | <b>1,13</b>   |

(\*) Datos Provisionales INE.

Fuente: Fundación Cotec, INE.

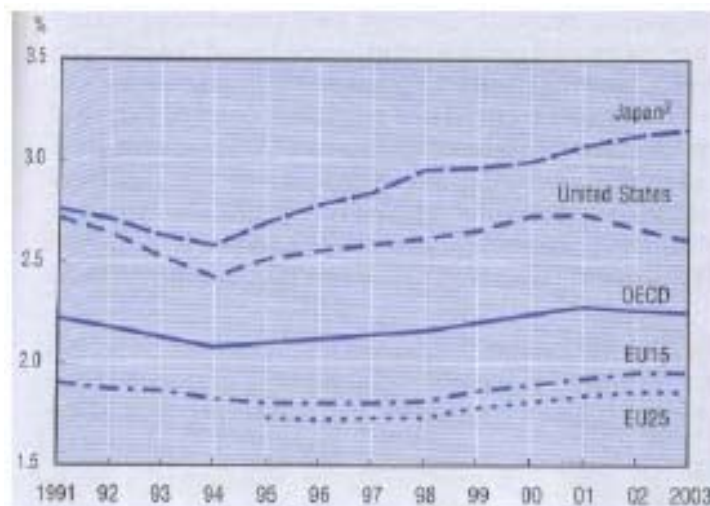
El crecimiento es el gasto, se ha consolidado y ha crecido de manera continuada, de acuerdo con la siguiente figura:



Fuente: INE 2006-12-27

No obstante, el nivel del gasto en I+D en España está todavía muy por debajo de los países de nuestro entorno. En el año 2003, el gasto en los países de la OCDE se sitúa en torno al 2,2% del PIB y la de los países de la Unión Europea estaba próximo al 2,0%.

El gasto en España es aproximadamente la mitad que la media de la UE-15, aunque el crecimiento en el periodo 1995-2005 ha sido bastante mayor en España que la referencia de la UE-15. En el año 2003, España estaba situada en cuanto a intensidad en I+D (Gasto/PIB), tan solo por delante de Portugal y Grecia entre los países de la UE-15.



El diferencial con respecto a los países de nuestro entorno se está reduciendo debido a que durante la última década (1995-2005) España es uno de los países con mayor índice de crecimiento en el gasto de I+D+i. De hecho, España ha mantenido un índice de crecimiento medio del 6,7% en el quinquenio 2001-2007. No obstante, esto se debe también en gran medida a los valores bajos de los que se partía. Esta tendencia de crecimiento se ha mantenido en el año 2006 y continúa en el 2007, lo cual permite afrontar el futuro con un cierto optimismo.

La relación entre financiación pública y privada de las actividades de I+D, no ha sufrido grandes variaciones en la última década, manteniéndose en los últimos años de manera equilibrada la financiación pública y privada.

|                       | 1995 | 1998 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 (*) |
|-----------------------|------|------|------|------|------|----------|
| <b>Sector Público</b> | 48,0 | 42,7 | 43,6 | 45,5 | 45,1 | 47,1     |
| <b>Sector Privado</b> | 45,3 | 50,6 | 49,6 | 48,8 | 48,7 | 47,2     |
| <b>Exterior</b>       | 6,7  | 6,7  | 6,8  | 5,7  | 6,2  | 5,7      |

(\*) Datos provisionales INE.

Aunque a la hora de la ejecución de estas actividades, es el sector privado el que participa de forma destacada, identificándose un crecimiento de la participación por parte del sector privado. La ejecución de la actividad de I+D en la última década ha supuesto un incremento 4,5 puntos porcentuales de la participación en la actividad por parte del sector privado:

|                           | 1995 | 1998 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 (*) |
|---------------------------|------|------|------|------|------|----------|
| <b>Sector Público</b>     | 18,6 | 16,3 | 15,4 | 15,4 | 16,2 | 17       |
| <b>Enseñanza Superior</b> | 32   | 30,5 | 29,8 | 30,3 | 29,4 | 29       |
| <b>Sector privado</b>     | 49,4 | 53,2 | 54,8 | 54,3 | 54,4 | 53,9     |

(\*) Datos provisionales INE.

Es en este aspecto de la participación del sector privado en la ejecución de las actividades de I+D+i donde España está más alejada de los países de nuestro entorno. La media de la participación del sector privado en la I+D+i está por encima del 65% en los países de la UE, mientras que es superior al 70% en los países de la OCDE.

|                           | 1995 | 1999 | 2001 | 2003 | OCDE<br>2003 |
|---------------------------|------|------|------|------|--------------|
| <b>Sector público</b>     | 16,3 | 14,2 | 13   | 12,8 | 10,9         |
| <b>Enseñanza Superior</b> | 20,8 | 20,7 | 21,3 | 21,7 | 18,7         |
| <b>Sector privado</b>     | 63   | 65,1 | 65,7 | 65,5 | 70,4         |

Atendiendo a las principales cifras e indicadores y analizando la financiación del sector público en este ámbito, se puede deducir el bajo nivel de esta actividad medido en proporción del PIB, en relación a los países de nuestro entorno (EEUU, Japón, UE), y un excesivo peso del sector público en este ámbito en el que las empresas se muestran reacias a invertir recursos.

#### LA FINANCIACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO DE LA I+D+i: EL PLAN NACIONAL 2004-2007

El “Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2004-2007” (PN 2004-2007), contempla una línea de actividad para el sector de la Defensa. La I+D+i en el sector de la Defensa contribuye a la consecución de los principios generales del PN, por cuanto que busca poner la tecnología al servicio de las Fuerzas Armadas sino por la contribución a la mejora de la competitividad empresarial a través del fortalecimiento de la base tecnológica e industrial española.

La inversión del Ministerio de Defensa en actividades de I+D+i ha pasado del 6,9% del total del Plan Nacional en 2004 (303 M€) al 4,5% en 2007 (361 M€), lo que muestra un esfuerzo sostenido por parte del Departamento en esta materia, si bien no comparable al fuerte incremento recibido por el Plan Nacional.

En lo que se refiere a la financiación pública se puede observar que, en la comparación con algunos países europeos, con la media de la UE-15 y con la media de la OCDE, España se sitúa entre aquellos países en que la I+D+i en el sector de la Defensa alcanza o supera una quinta parte de la financiación gubernamental o pública, convirtiéndose en el país en el que el crecimiento medio anual ha sido el más grande, debido principalmente a que se partía con niveles bajos de financiación.

#### *Presupuestos para I+D civil y militar en relación con el PIB (%)*

| PAÍS/Año                  | TOTAL | CIVIL | DEFENSA | CRECIMIENTO<br>MEDIO ANUAL<br>(%) | PERIODO DE<br>OBSERVACIÓN |
|---------------------------|-------|-------|---------|-----------------------------------|---------------------------|
| <b>EE.UU.</b> (2005)      | 1,15  | 0,52  | 0,63    | 7,5                               | (2000-2005)               |
| <b>Francia</b> (2004)     | 1,08  | 0,83  | 0,25    | 3,0                               | (1997-2004)               |
| <b>Suecia</b> (2005)      | 0,95  | 0,75  | 0,20    | 5,5                               | (n.d.)                    |
| <b>España</b> (2003)      | 0,78  | 0,60  | 0,18    | 11,3                              | (1997-2003)               |
| <b>Alemania</b> (2004)    | 0,78  | 0,73  | 0,05    | --                                | --                        |
| <b>Reino Unido</b> (2003) | 0,78  | 0,53  | 0,25    | 2,5                               | (1995-2003)               |
| <b>Italia</b> (2001)      | 0,70  | 0,65  | 0,05    | 5,0                               | (1995-2001)               |
| <b>UE-15</b> (2003)       | 0,72  | 0,60  | 0,12    | 1,0                               | (2002-2003)               |
| <b>OCDE</b> (2003)        | 0,78  | 0,53  | 0,25    | 3,5                               | (2000-2003)               |

Fuente: OCDE.

## LAS ACTIVIDADES DE I+D+i DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR Y SU COMPARACIÓN A ESCALA NACIONAL.

El conjunto empresarial que compone el sector de provisión de bienes y servicios para la Defensa se le puede considerar como el más intensivo en innovación de todo el tejido empresarial nacional.

Dentro de las actividades de la Cátedra ISDEFE, se ha realizado un estudio para analizar el comportamiento de las empresas asociadas al sector tecnológico de la Defensa. Este análisis se ha realizado en base a la encuesta de innovación del Instituto Nacional de Estadística del año 2004 y en él se pueden encontrar algunos valores significativos sobre la actividad de innovación del conjunto de empresas del sector de la Defensa en comparación con el conjunto total de las empresas nacionales que realizan esfuerzos en innovación. Algunos de los indicadores identificados son:

- La intensidad de la innovación, medida por la relación de los gastos en actividades innovadoras con la cifra de negocios en el grupo de empresas del sector de la Defensa, es del 14,1% frente al 1,8% del total de empresas con actividades de innovación en España.
- Las empresas del sector de Defensa dedican el 16,7% de su personal a actividades de innovación, frente al 0,8% del conjunto nacional de empresas innovadoras.
- El 34,3% de las empresas del sector de la Defensa solicitaron patentes, frente al 8,2% del conjunto de las empresas españolas con actividades de innovación.
- El efecto inducido por las actividades de la innovación en productos es declarada como importante en el 74,3% de las empresas asociadas a la actividad de Defensa, siendo este efecto considerado como importante para el 47,4% de las empresas innovadoras.
- El 14,6% del valor de los bienes y servicios suministrados por las empresas del sector de la Defensa, fueron debido a productos y servicios novedosos en el mercado, fruto de la actividad de I+D+i, frente al 5,9 del conjunto nacional de empresas con actividad de I+D+i.
- En las actividades de I+D+i, las empresas del sector de la Defensa las ejecutan en un marco cooperativo con otros actores sectoriales (competidores, clientes, proveedores, universidades, centros tecnológicos, etc.) en mucha mayor medida que el conjunto de las empresas innovadoras: 51,4% de las empresas de Defensa frente al 14,4% del global. Esto incluye una mayor cooperación (3 veces superior) en el contexto internacional.
- En cuanto a la financiación de la actividad innovadora, el 45,0% de la actividad está financiada con fondos propios, frente al 75,1% en el total de las empresas con actividades de I+D+i.
- En lo que se refiere a actividades de innovación de carácter organizativo o comercial, el grupo de empresas asociado al sector de la Defensa tiene un comportamiento muy similar al del conjunto de empresas con actividad innovadora.

El número de empleos directos en el sector de Defensa sigue en crecimiento constante. La industria del sector Defensa en la actualidad, genera cerca de 17.000 empleos directos y tiene, incluyendo su actividad en el ámbito civil, una facturación superior a los 7.000 millones de euros, con una cifra de exportación del orden de los 1.300 millones de euros.

Teniendo en cuenta, la intensidad de innovación identificada en las empresas de tecnologías asociadas a la Defensa, se identifican en torno a 2.400 empleos que están ligados a actividades de I+D+i en las empresas componentes del sector de la Defensa.

La situación reflejada de las actividades de innovación de las empresas asociadas al sector de la Defensa ha estado evolucionando durante los últimos años. Se puede hacer un análisis comparativo entre la situación de las actividades de innovación del sector de la Defensa, entre

los años 1996 y 2004, teniendo en cuenta las salvedades metodológicas y del propio carácter de la muestra de empresas, debido a que la composición del sector entre ambos años de comparación no se corresponde con exactitud.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede resumir la evolución de la actividad innovadora de las empresas del sector en el cuadro adjunto:

| <b>Aspectos de la innovación tecnológica</b>                          | <b>1996</b> | <b>2004</b> |
|---|-------------|-------------|
| Intensidad de la innovación (% sobre cifra de negocio)                | 10,9        | 14,1        |
| I+D interna (% de gasto sobre total de innovación)                    | 76,9        | 56,2        |
| Personal dedicado a I+D+i (% sobre el total en jornadas equivalentes) | 11,4        | 16,7        |
| Investigadores (% sobre personal total dedicado a I+D+i)              | 40,6        | 67,0        |
| Bienes y servicios novedad sólo para la empresa (% sobre ventas)      | 22,5        | 17,6        |
| Bienes y servicios novedad en el mercado (% sobre ventas)             | 8,4         | 14,6        |
| Empresas que han cooperado para la innovación                         | 52,4        | 51,4        |

Se puede observar que existe un cierto aumento en la intensidad innovadora, así como un cierto crecimiento del personal dedicado a I+D+i y una mayor proporción de investigadores en detrimento del personal de apoyo para estas actividades.

También se identifica un cierto crecimiento en la proporción debida a innovaciones mayores (novedad para el mercado), aunque no en la incidencia general de la innovación.

| <b>Financiación de la innovación</b>                            | <b>1996</b> | <b>2004</b> |
|---|-------------|-------------|
| Fondos nacionales (% de origen de fondos para I+D+i)            | 83,7        | 91,4        |
| Fondos propios (% de origen de fondos para I+D+i)               | 79,9        | 45,0        |
| De la administración pública (% de origen de fondos para I+D+i) | 19,9        | 46,1        |

Se observa un aumento en general de la proporción de financiación pública nacional, en detrimento de los fondos propios.

Un resumen de las consideraciones que se pueden extraer algunas acerca de las características de la actividad de I+D+i en el ámbito del sector de la Defensa se muestra en el cuadro adjunto.

## ALGUNOS BENEFICIOS DE LA INVESTIGACIÓN DE DEFENSA

En nuestro país, y en la medida de nuestras posibilidades, se han conseguido logros con las actividades de I+D+i que han repercutido, o probablemente repercutirán en el futuro, en la sociedad civil en diversas áreas como la medicina, los sensores, la simulación, la seguridad, etc.

Algunos ejemplos existentes son: las experiencias de telemedicina en Bosnia, las investigaciones sobre detección de agentes contaminantes NBQ; el control de tráfico aéreo, los desarrollos de sensores SAR para la vigilancia de fronteras y la detección de incendios; los simuladores/entrenadores y la experiencia de las Fuerzas Armadas en el mando y control que pueden aprovechar las fuerzas de seguridad para su trabajo normal y especialmente para la lucha antiterrorista; los inhibidores de frecuencias para evitar el accionamiento de explosivos a distancia; la seguridad de la información y las técnicas de identificación y vigilancia; las investigaciones sobre células de combustible como generadores de energía para los submarinos, que sin duda tendrán aplicación en la automoción, etc.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN DEL SECTOR DE DEFENSA

En el sector de Defensa la innovación es muy superior al resto de sectores de la economía, destacando esta innovación en los ámbitos aéreos, navales y sistemas de información y comunicaciones. Esto se manifiesta en una mayor dedicación del personal a estas cuestiones y una mayor cualificación del mismo, así como una mayor dedicación de las empresas a las actividades de I+D interno.

Es más frecuente la innovación en productos que en procesos. La innovación afecta a la calidad, la gama de productos y la penetración en los mercados. La innovación en procesos se centra en el desarrollo de nuevos métodos de fabricación de productos, no destacando tan claramente del resto de la economía.

La innovación conlleva menores efectos negativos sobre el medio ambiente y mayor salud y seguridad laboral, aunque estos efectos no son superiores al resto del conjunto de la economía.

La cooperación para innovar es mayor en el ámbito de la Defensa que en otros sectores. Las universidades son los socios más frecuentes. El cliente suele trabajar muy estrechamente con el fabricante a la hora de generar un nuevo producto. La colaboración internacional también es bastante superior en el ámbito de la Defensa. Se colabora fundamentalmente con países europeos y con los EE.UU.

Las empresas del sector se muestran más hábiles a la hora de conseguir fondos para sufragar sus gastos en innovación que el resto de la economía. La financiación pública es superior que en el resto de las empresas, que muestran un grado de financiación con fondos propios mayor.

Las innovaciones tienen también efectos sobre la organización y la comercialización de los productos de la empresa, aunque estas innovaciones no destacan especialmente del resto de la economía.

Los obstáculos más relevantes para la innovación son: los costes, la existencia de monopolios y las incertidumbres sobre la demanda futura. La falta de personal cualificado junto con la existencia de socios apropiados es otro obstáculo relevante. Las empresas pequeñas padecen estos obstáculos con mayor intensidad que las grandes.

La innovación ha sido creciente en los últimos años con un crecimiento en investigadores y personal dedicado a estas cuestiones y una mayor colaboración con las universidades.

### ***Bibliografía***

Investigación, Desarrollo e Innovación I+D+i en el sector de la Defensa: Análisis de la situación (1995-2005). Vicente Ortega, Manuel Gamella, Rafael Coomonte, Ainoa Quiñones. Cátedra Isdefe, 2007





## LA DEFENSA AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD. CONTRIBUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Álvaro Azcárraga

Consultor de SENER Ingeniería y Espacio S.A.

Presidente de la Fundación Aeroespacio

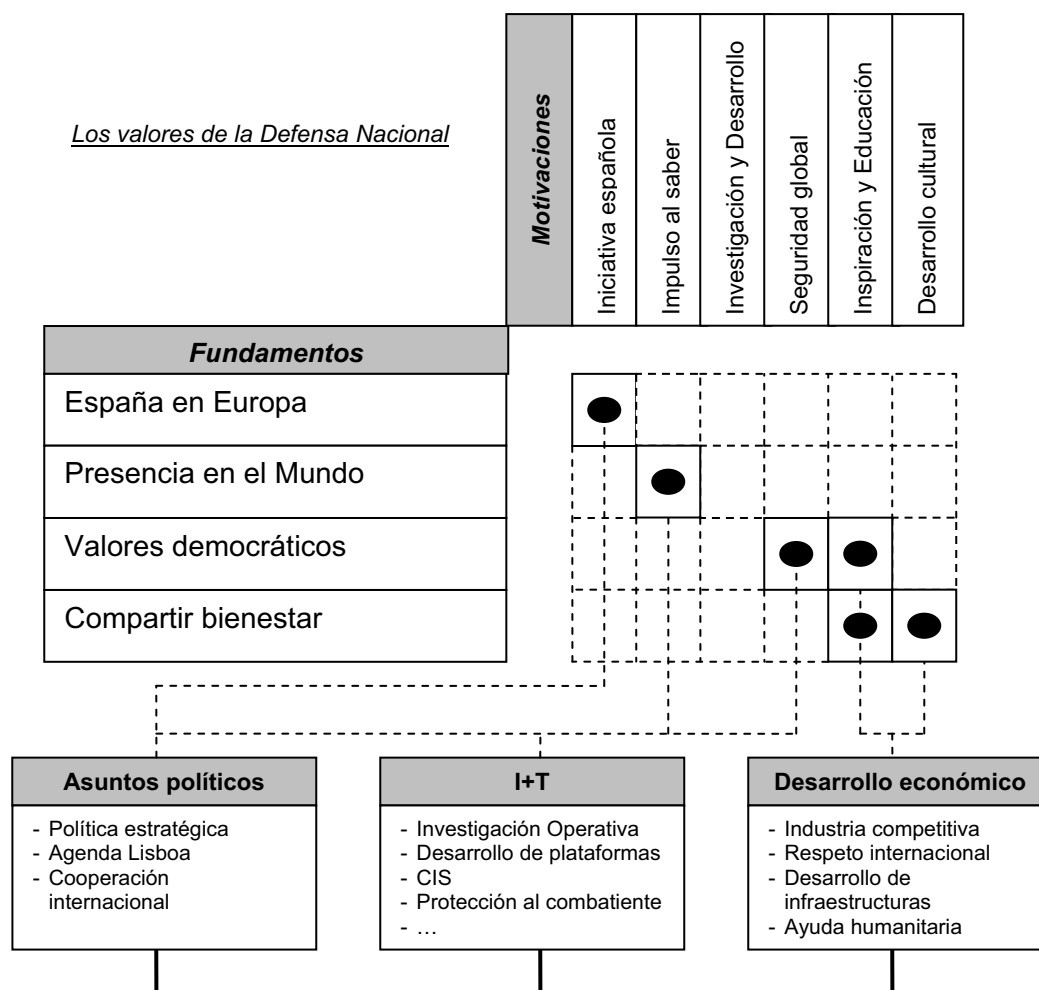
Miembro del Consejo Director del Instituto de Política Espacial Europea (ESPI)

### INTRODUCCIÓN

La Defensa Nacional ha evolucionado desde los tiempos en que era un instrumento de poder y expansión a la situación presente donde se constituye en una herramienta eficaz para:

1. Contribuir al establecimiento de la presencia de España en Europa y en el Mundo.
2. Aportar alianzas y cooperación a nivel global.
3. Contribuir a la afirmación de los valores democráticos y al bienestar de las naciones en crisis.
4. Apoyar una parte sustancial de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (I+D) en todas sus vertientes.
5. Ayudar al desarrollo económico y social contribuyendo con inspiración y educación.

Todo ello queda condensado en el siguiente cuadro:



Es evidente que una nación es respetada, entre otras cosas, por la eficacia y seriedad de sus Fuerzas Armadas, sin que sea a veces significativo su tamaño absoluto. Los ejemplos de Suiza y Chile son paradigmáticos a estos efectos.

Además, la globalización exige unas alianzas y cooperaciones internacionales para una eficaz intervención en cualquier parte del mundo. Ya ni siquiera la hegemonía de los EE.UU. les permite actuar sin aliados. La Defensa Nacional por tanto promociona “país”, como se dice coloquialmente, y contribuye al establecimiento de relaciones internacionales estables y duraderas, como son la OTAN y la LOI, por ejemplo.

También una parte no despreciable de la Defensa Nacional es su contribución a la educación y al desarrollo. En los ejércitos modernos no sólo se enseña a manejar armas, sino todo tipo de oficios e incluso educación de grado y hasta universitaria. Y la creación de una industria de Defensa, que en la mayor parte de los casos también es civil (véase el caso de EADS, INDRA, ITP, SENER, PAGE, etc.) contribuye al desarrollo económico y a la creación de puestos de trabajo en empresas de alta tecnología.

La contribución de la Defensa a la sociedad a través de la I+T es muy significativa. En efecto:

- Una moderna Defensa se basa en su operatividad. Desde la Segunda Guerra Mundial la Investigación Militar Operativa es un feudo militar, extendida a toda la sociedad civil.
- Los Sistemas de Información y Control (CIS en inglés) tienen su punta de lanza tecnológica en Defensa.
- La Logística, y sobre todo el transporte aéreo tal y como lo conocemos hoy en día, es una derivada de la aviación militar, tanto en el transporte de pasajeros como de carga. Incluso el hoy común y afamado GPS es militar y las aplicaciones en España para su incremento diferencial de precisión se originaron en contratos con la Armada para tomas en portaaviones como el “Príncipe de Asturias”.
- La investigación sobre protección al combatiente ha traído numerosos avances médicos, desde la prevención de epidemias hasta la cirugía regenerativa incluyendo avances en la psicología y sus tratamientos.

## SITUACIÓN EN EUROPA Y EN ESPAÑA DE LA INVESTIGACION Y TECNOLOGÍA (I+T) DE DEFENSA

La cooperación europea en materia de I+T en Defensa ha sido y es en la actualidad un área objeto de continuo debate y transformación, dada su creciente relevancia y contribución al desarrollo de los tejidos industriales y tecnológicos, tanto a nivel nación como de Europa en su conjunto.

El panorama actual europeo en materia de I+T en Defensa se ha visto marcado en los últimos tiempos por la desaparición del denominado GAEO (Grupo de Armamentos de la Europa Occidental), así como de aquellas iniciativas y programas incluidos o desarrollados por el mismo.

Entre los programas e iniciativas de I+D promovidos por este Grupo se encontraba el EUCLID y sus posteriores evoluciones, la iniciativa EUROFINDER y el MoU EUROPA. El EUCLID fue creado con el objetivo de fortalecer e incentivar la cooperación industrial, tecnológica y científica en el sector europeo de Defensa, por medio de la identificación de Áreas Comunes de Prioridad al nivel Europeo o CEPAs.

Por su parte, la creación y posterior establecimiento de la Agencia Europea de Defensa (EDA) en 2004, supuso un importante punto de inflexión, implicando un renovado efecto de impulso en el tratamiento de la I+T en Defensa al nivel europeo, quedando además recogido entre los cometidos de la EDA el compromiso de mejorar el grado de efectividad de la I+T europea en Defensa.

En la actualidad, nos encontramos en un periodo de transición de gran relevancia para la industria europea en su conjunto, y en particular para la Industria española de Defensa, en el que la EDA, aprovechando las anteriores experiencias acumuladas en materia de I+D, intenta revitalizar de una forma efectiva la cooperación en materia de I+T, contribuyendo con ello a igualar, en la medida de lo posible, el desfase histórico que se mantiene en este ámbito con los Estados Unidos.

## ÁMBITO EUROPEO

En la Acción Común 2004/551/PESC del Consejo de la UE, de 12 de julio de 2004, relativa a la creación de la EDA, entre las funciones y cometidos asignados a la misma figura la de *“aumentar la eficacia de la investigación y la tecnología europeas en el ámbito de la Defensa”*.

Para el cumplimiento de esta misión, se plantea en esta Acción Común que la Agencia actúe coordinando y planificando actividades conjuntas de investigación, fomente una I+T conjunta de Defensa con unos objetivos mejor definidos, gestione los contratos en esta materia y, en colaboración con la Comisión, promueva actividades de investigación que tratan de conseguir un máximo de complementariedad y de sinergia entre programas de investigación en materia de defensa y en materia civil o de seguridad, tratando de dar respuesta con ello a las necesidades futuras en materia de capacidades.

Para alcanzar estos objetivos en materia de I+T de Defensa, la EDA se planteó la necesidad de recoger y aprovechar la experiencia acumulada por anteriores iniciativas, especialmente la relativa al GAEO y a las redes de expertos creadas alrededor de las dieciséis CEPAs identificadas.

Oficialmente, las actividades del GAEO finalizaron el 23 de mayo de 2005, incluidas aquellas encuadradas en el denominado Panel II, cuya principal misión consistió en fortalecer la posición de Europa en el área de la I+T de Defensa, si bien la denominada Célula de Investigación del GAEO (*WRC/WEAO Research Cell*) siguió activa hasta el año 2006 con objeto de garantizar y contribuir en una mejor y más eficiente transferencia de competencias a la EDA.

De acuerdo con la decisión adoptada por la Junta Directiva de la EDA reunida por primera vez en su formato de Directores de Investigación y Tecnología el 22 de abril de 2005, la Agencia acordó asumir de forma progresiva todas aquellas actividades desarrolladas por el GAEO en materia de I+T.

Al mismo tiempo se decidió aprobar las denominadas reglas fundamentales para la Investigación y Tecnología de Defensa, llevando a cabo una segmentación basada en tres grandes áreas de capacidades y estableciendo una serie de *CapTechs (Capability Technologies)* en aquellas áreas donde se consideró necesario fomentar la cooperación.

En este sentido un *CapTech* se puede definir, por un lado, como un área tecnológica centrada en un dominio de capacidades militares y las tecnologías asociadas a ella y, por otro, como una red de expertos de los países miembros, la industria, las instituciones académicas y

de investigación y las agencias (nacionales, europeas e internacionales) que están relacionadas con esa área.

De acuerdo con lo anterior, actualmente existen 12 *CapTechs* repartidas en tres áreas de capacidades:

- IAP: *Information Acquisition and Processing*.
- GEM: *Guidance, Energy and Materials*.
- ESM: *Environment, Systems and Modeling*.

Dentro de cada uno de estos grupos se incluyen, a su vez, cuatro áreas, tal y como podemos observar en el cuadro a continuación:

| Information Acquisition & Processing             | Guidance, Energy & Materials                   | Environment, Systems & Modelling     |
|--|--|--------------------------------------|
| IAP1<br><u>Components</u>                        | GEM1<br><u>Materials</u>                       | ESM1<br><u>Design</u>                |
| IAP2<br><u>Sensor Systems</u>                    | GEM2<br><u>Energy &amp; Propulsion Systems</u> | ESM2<br><u>Simulation</u>            |
| IAP3<br><u>Signal Processing &amp; Computing</u> | GEM3<br><u>Lethality &amp; Protection</u>      | ESM3<br><u>Operating Environment</u> |
| IAP4<br><u>CIS &amp; Networks</u>                | GEM4<br><u>Guidance &amp; Control</u>          | ESM4<br><u>Human Factors</u>         |

**Fuente: Agencia Europea de Defensa**

Al frente de cada *CapTech* se ha colocado un Moderador, perteneciente a la división de I+T de la EDA, que es el encargado de coordinar el intercambio de información con otras *CapTechs*, de mantener informada a la organización de las actividades y proyectos llevados a cabo por la *CapTech* y de moderar y organizar las reuniones dentro de la *CapTech*.

Por otro lado, hay asignados también unos Coordinadores Nacionales, nombrados por cada país miembro y responsables de: coordinar la posición nacional, aportando el punto de vista del país en cuestión, contribuir como experto a los trabajos de su *CapTech*, apoyar al Moderador en sus gestiones y finalmente designar a los expertos nacionales que forman parte de la red.

En otro nivel, se sitúan los expertos gubernamentales e industriales, encargados de proponer iniciativas o proyectos de I+D, contribuir a los trabajos de las *CapTechs* y de realizar propuestas para contribuir al Programa de Trabajo de la EDA en I+T.

Para el desarrollo de las capacidades y la generación de proyectos de las *CapTechs* se han definido dos tipos de procesos:

- top down, que consiste en la identificación de una carencia de capacidad, o bien una prioridad, y la identificación de los proyectos necesarios para satisfacerla.
- bottom up, que consiste en la identificación, por parte de los expertos de cada una de las *CapTechs*, de las posibles actividades y proyectos de aplicación de una tecnología a un nuevo sistema. Estos proyectos deben ser, en todo caso, aprobados por los países miembros interesados.

Se definen tres tipos de proyectos dependiendo de a quién corresponda la gestión y cuál sea la financiación del mismo:

1. Proyectos o programas financiados por la EDA: La financiación del proyecto corre a cargo del presupuesto operativo de la Agencia, mientras que la gestión queda en manos de la propia Agencia y se informa del proyecto y de su resultado a todos los países miembros.
2. Proyectos o Programas específicos Categoría A: De acuerdo con lo establecido por el Consejo, la financiación de este tipo de Proyectos se realiza mediante las contribuciones de los países participantes en el mismo, considerándose que, en principio, todos los estados miembros participantes contribuirán. La gestión se llevará a cabo por medio de la creación un Comité de Proyecto, que informará a todos los países miembros de la actividad que se lleva a cabo y de los resultados obtenidos.
3. Proyectos o Programas específicos Categoría B: únicamente los estados miembros contribuyentes tomarán, entre ellos, las decisiones necesarias para el establecimiento y ejecución del proyecto o programa específico y, en su caso, el presupuesto correspondiente. La gestión se llevará a cabo a través de un Grupo de Gestión nombrado por los países participantes y los resultados del proyecto se comparten únicamente con estos países.

España está presente en varios de los distintos grupos específicos de trabajo que se han creado en el seno de la EDA con objeto de desarrollar estudios o programas relacionados con diferentes áreas de Defensa, tales como UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), AFV (*Armoured Fighting Vehicle*), *21st Century Warrior*, SDR (*Software-Defined Radio*), IDT (*Integrated Development Teams*), Programa sobre *Force Protection*, etc.

La EDA tiene el encargo de actuar de manera coordinada con distintos acuerdos u órganos que ya existían en el momento de su creación, entre ellos, el Acuerdo Marco de la Carta de Intenciones (*Letter of Intentions -LoI*) relativo a las medidas encaminadas a facilitar la reestructuración de la industria europea de Defensa, con el fin de promover una base tecnológica e industrial más competitiva, firmado en julio del 2000 por Francia, Alemania, Italia, España, Reino Unido y Suecia. Este Acuerdo Marco incluye seis objetivos para cuya regulación se crearon seis Subcomités.

Uno de los objetivos de la Carta está de hecho directamente relacionado con la I+D y señala como un objetivo principal del Acuerdo “*fomentar la coordinación de las actividades conjuntas de investigación con el fin de incrementar la base de conocimientos avanzados y alentar de ese modo el desarrollo e innovación tecnológica*”. Para gestionar esta actividad, se firmó un Acuerdo de Implantación (*Implementing Arrangement*) que sirvió para establecer los términos de referencia del grupo denominado GRD (*Group of Research Directors*), formado por el Director de Investigación de cada país, y para la elaboración de un Código de Conducta que regulara las relaciones de los Gobiernos con las compañías transnacionales de Defensa.

El Acuerdo de Implantación se redactó con los siguientes objetivos:

1. Favorecer el intercambio y la base reguladora de la información ligada a la I+T (estrategia, planificación y los proyectos y programas financiados actualmente).
2. Armonizar las posturas de los participantes para mostrar una posición común en el trato con las empresas transnacionales de Defensa, con el fin de promover un uso eficiente de los recursos.
3. Evitar que la información surgida por el Acuerdo de Implantación, se pierda o llegue a manos de personas no autorizadas.

La presencia del GRD permite una aproximación *top-down* más formal a la I+T europea, con el fin de dar un mejor y más eficiente uso a los escasos recursos en esta materia. Los miembros del GRD se reúnen dos veces al año, mejorando de esta forma el potencial de cooperación y estableciendo un entorno en el que un notable progreso es ya una cuestión de

tiempo. Recientemente, este grupo de expertos se ha centrado en el estudio de las tecnologías disruptivas y en las capacidades clave.

Por otro lado, existen ya cuatro *I+T Co-operative teams* que centran su estudio a su vez en cuatro tecnologías de capacidades clave, seleccionadas entre una lista de 18 áreas tecnológicas: células de combustible, robótica y vehículos automáticos, sensores IR y fusión de datos e información. A finales del 2002, se lanzó el primer intercambio de información acerca de planes y proyectos en materia de I+T entre los seis países firmantes del acuerdo.

## PROGRAMA EUROPEO DE ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍAS (ETAP)

El programa europeo ETAP tiene su base en un Memorando de Entendimiento (MOU) que se firmó entre los seis países más potentes en la industria aeronáutica (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Suecia y España) en el año 2001. Su objetivo es investigar y desarrollar conjuntamente aquellas tecnologías que se consideran necesarias para, en un horizonte de quince años, desarrollar un sistema de sistemas capaz de sustituir a los sistemas aéreos de armas actualmente existentes.

Este nuevo sistema de sistemas estará compuesto por un segmento aéreo (integrado por vehículos tripulados y no tripulados), un segmento espacial (sin incluir vehículo) y un segmento terrestre.

En relación con el segmento terrestre se incluyen, entre otros, el desarrollo de aplicaciones para el tratamiento avanzado de la información y para la mejora del diseño de aviónica, así como de herramientas de simulación que definen escenarios que incluyan todas las circunstancias que rodean a una misión de la forma más realista posible.

Respecto a los vehículos aéreos tripulados y no tripulados se está trabajando en la reducción de la probabilidad de detección por medio de la utilización de un fuselaje de que minimice la firma radar y de un motor con una firma infrarroja reducida.

La participación en los distintos proyectos es voluntaria y la financiación y el volumen de trabajo se dividen en partes iguales. El alcance del ETAP comprende desde la etapa de I+D hasta la demostración de tecnologías, incluyendo vehículos aéreos no tripulados, bancos de equipos de tierra y equipos instalados en aviones existentes para la verificación de los productos resultantes de las tecnologías investigadas.

Para la coordinación de las distintas iniciativas que desarrollan tecnologías, se ha definido un proyecto denominado Estudio Global de Sistemas –GSS– que debe orientar todos los esfuerzos hacia un único objetivo global. También se encarga de identificar las tecnologías susceptibles de ser mejoradas, proponiendo nuevos proyectos. Por último, lleva a cabo simulaciones de escenarios para la definición de la composición óptima de los componentes del sistema de sistemas. Este proyecto GSS se está gestando en dos fases; la primera (2005-2006) que está en progreso y la segunda (2007-2010) en preparación.

Los proyectos de Demostración de Tecnología se desarrollan en las siguientes áreas: Aviónica, estudios de furtividad (infrarrojo y electromagnético), mayor utilización de sistemas eléctricos en los aviones; control y planeamiento de misión para UCAV y motores para UAV,s.

A continuación se muestra un resumen de la situación de los proyectos ETAP hasta julio del 2006, junto con el coste total que llevan asociados y la participación española. Como se puede observar, un total de 8 proyectos están acabados o en progreso y 33 están pendientes o previstos y España participa en la mitad de ellos con un presupuesto de 80,20 M€, casi un 12% de los costes totales.

|                    | PROYECTOS (*) |                        | COSTES (M€)  |                        |
|--------------------|---------------|------------------------|--------------|------------------------|
|                    | Totales       | Participación española | 6 naciones   | Participación española |
| <b>Terminados</b>  | <b>3</b>      | <b>2</b>               | <b>6,4</b>   | <b>2,98</b>            |
| <b>Contratados</b> | <b>5</b>      | <b>2</b>               | <b>29,7</b>  | <b>4,71</b>            |
| <b>Previstos</b>   | <b>10</b>     | <b>9</b>               | <b>62,1</b>  | <b>12,04</b>           |
| <b>Pendientes</b>  | <b>23</b>     | <b>10</b>              | <b>611,7</b> | <b>60,47</b>           |
| <b>TOTAL</b>       | <b>41</b>     | <b>23</b>              | <b>709,9</b> | <b>80,2</b>            |

(\*) Algunos tienen dos fases que se consideran individualmente.

Fuente: Dirección General de Armamento y Material (MINISDEF)

## ÁMBITO OTAN

Desde su fundación en 1998, La RTO –*Research and Technology Organization*– es la Organización de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la OTAN. Su misión consiste, por un lado, en mejorar, incrementar y prever las necesidades de la Defensa de las naciones miembros de la OTAN y por otro, en promover la investigación cooperativa y el intercambio de información para apoyar el desarrollo y el uso eficaz de la investigación y la tecnología nacional de Defensa. Finalmente, también se encarga de asesorar a los órganos de decisión de la OTAN.

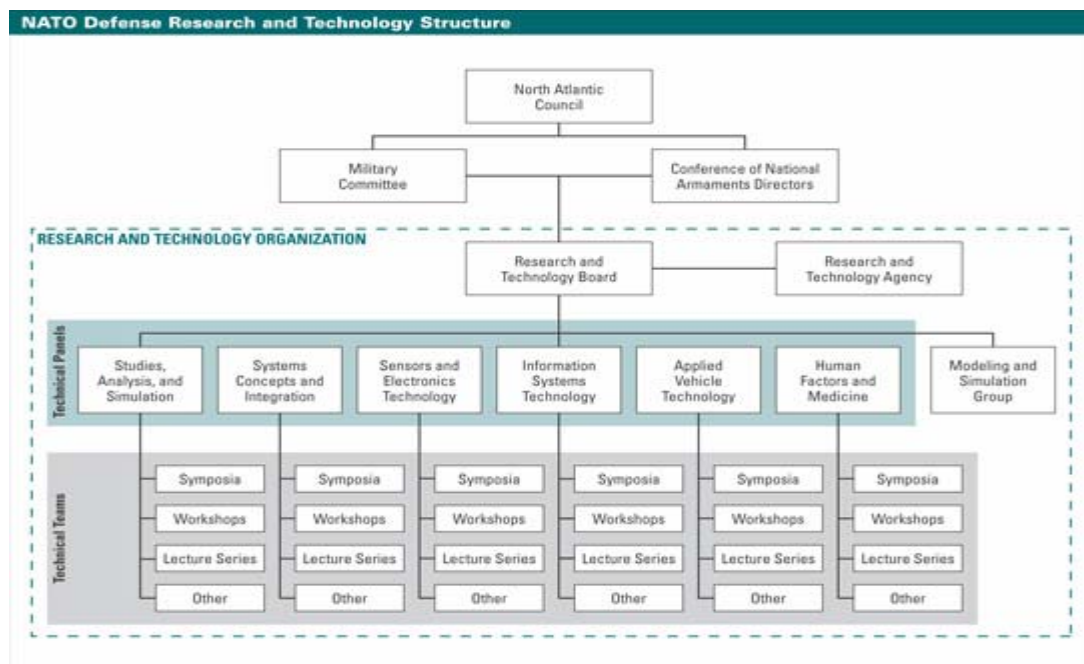
Para cumplir con su misión, la RTO cuenta con el Comité de Dirección de Investigación y Tecnología (RTB), los Paneles Técnicos (TP) y los Grupos de Trabajo Técnicos (TT). Asimismo, la Agencia de Investigación y Tecnología (RTA) le proporciona el apoyo y la coordinación necesarios.

El RTB es la máxima autoridad dentro del RTO y constituye el único organismo de la estructura de la OTAN encargado de actuar como director y coordinador de toda la actividad de I+T de Defensa. En un segundo nivel se sitúan los paneles técnicos, formados por expertos científicos o técnicos elegidos para cada una de las naciones. Su función principal es la de iniciar, planear, y gestionar las actividades técnicas dentro de sus áreas de competencia, siempre sujetas a la aprobación del RTB. El número máximo de miembros que puede tener un panel es de 60. Actualmente existen los paneles siguientes y que se muestran en el cuadro adjunto:

- SAS: Estudios, Análisis y Simulación  
Este panel tiene como misión dirigir estudios y análisis de naturaleza operacional y tecnológica, además de fomentar el intercambio y desarrollo de métodos y herramientas para poder llevar a cabo análisis operativos de problemas relacionados con la Defensa.
- SCI: Sistemas, Conceptos e Integración  
Se encarga de profundizar en el conocimiento relativo a sistemas avanzados, conceptos, integración, técnicas de ingeniería y tecnologías en el ámbito de plataformas y de ambientes operativos, para asegurar el uso de capacidades óptimas en las operaciones militares. Su ámbito de actuación abarca los sistemas de defensa aéreos, navales, espaciales (tripulado y no tripulado) y terrestres.
- SET: Tecnología de Sensores y Electrónica  
La función del panel SET es la de profundizar en la tecnología electrónica y en los sensores activos y pasivos como parte de las actividades de reconocimiento, vigilancia, adquisición de blancos, guerra electrónica, comunicación y navegación. El ámbito de actuación se extiende a la fenomenología (firmas de blanco, propagación y caracterización del medio en el campo de batalla), la electroóptica, frecuencias de radio, sensores acústicos y magnéticos, antenas, procesadores de imagen y señales, componentes, robustez de sensores y compatibilidad electromagnética.



- IST: Tecnología de los Sistemas de Información  
La función del panel IST es la de identificar y revisar áreas de investigación de interés común en relación con los sistemas de información, recomendar el establecimiento de actividades en estas áreas e iniciar y aprobar grupos aclaratorios.
- AVT: Tecnología Aplicada a Vehículos  
La misión de este panel es la de desarrollar las tecnologías idóneas para poder mejorar el rendimiento, el coste y la seguridad de los vehículos y grupos moto-propulsores. Se encarga de temas tecnológicos relacionados con las plataformas de vehículos, propulsión y sistemas de potencia.
- HFM: Factores Humanos y Medicina  
El panel de factores humanos y medicina se encarga de proporcionar una base tecnológica y científica adecuada para poder optimizar la seguridad, la salud, el bienestar y la actuación del ser humano.



En este mismo nivel se sitúa también:

- NMSG: Grupo de Modelado y Simulación de la OTAN  
Este grupo se encarga de promover la cooperación entre los órganos de la Alianza, los países miembros de la OTAN y naciones PfP (*Partnership for Peace*) para optimizar el uso del modelado y la simulación (M&S) de acuerdo con el Plan de Acción de M&S, que incluye como áreas prioritarias la estandarización, la formación y la ciencia y tecnología asociadas.

Así mismo, y aunque no figura en el cuadro, existe el siguiente comité:

- IMC: Comité de Gestión de la Información  
Su función es la de asesorar al Director de la Agencia de I+T y a la RTB sobre todas las políticas de información y cuestiones de gestión de la información en beneficio de la OTAN y de los países miembros.

En un tercer nivel tenemos a los equipos o grupos técnicos (*technical teams*), que se forman por los paneles técnicos para llevar a cabo tareas específicas entre las que encontramos la organización de simposios, reuniones de especialistas, sesiones de trabajo, series de conferencias, cursos técnicos y otras actividades.

## ÁMBITO NACIONAL

En España, la principal herramienta de programación de la política científica y tecnológica es el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, aprobado, mediante acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de noviembre de 2003, para el período 2004 a 2007.

La elaboración del Plan permitió señalar las debilidades y las oportunidades del sistema nacional de I+D+i. El documento final define las directrices básicas de actuación para paliar unas y aprovechar las otras, articulando un conjunto de áreas temáticas y programas prioritarios y fijando los recursos y los órganos que deberán aplicarlos.

El Plan, partiendo de la actual situación de nuestro sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa (CTE), se marca como objetivo un mayor y más armónico desarrollo de dicho sistema, aún de reducida dimensión. Más en detalle, y específicamente respecto a la competitividad empresarial, determina como objetivos estratégicos: elevar la capacidad tecnológica e innovadora de las empresas; promover la creación de tejido empresarial innovador; contribuir a la creación de un entorno favorable a la inversión en I+D+i; y mejorar la interacción entre el sector público investigador y el sector empresarial.

Dentro del Plan Nacional de I+D+i existe un área específica dedicada a Seguridad y Defensa, en la cual se incluye un Programa Nacional de Seguridad, gestionado por el Ministerio del Interior, y un Programa Nacional de Defensa, a cargo del Ministerio responsable de esta área. Para la elaboración del Plan Nacional, se tomó como referencia el Sexto Programa Marco de la Unión Europea 2002-2006.

En el Plan Nacional podemos encontrar tres sectores diferentes: las *áreas temáticas*, en las que el dominio científico-tecnológico está perfectamente definido; las *acciones estratégicas*, consideradas como un conjunto de actividades de I+D+i, interrelacionadas entre sí, que buscan alcanzar objetivos comunes cuya consecución se plantea a medio plazo; y las *áreas horizontales*, abiertas a todos los dominios científico-tecnológicos. Todas estas áreas se expresan en el cuadro adjunto.

| ÁREAS DEL PLAN NACIONAL DE I+D+i   |  |  |
|--|--|--|
| ÁREAS TEMÁTICAS  | ACCIONES ESTRATÉGICAS TRANSVERSALES  | ÁREAS HORIZONTALES   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Área de Ciencias de la Vida.</li><li>• Área de Ciencias y Tecnologías Agroalimentarias y Mediambientales.</li><li>• Área de Ciencias del Espacio, Matemáticas y Física.</li><li>• Área de Energía.</li><li>• Área de Química, Materiales y Diseño y Producción Industrial.</li><li>• <b>Área de Seguridad y Defensa.</b></li><li>• Área de tecnologías de la Sociedad de la Información.</li><li>• Área de Transporte y Construcción.</li><li>• Área de Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área Estratégica de Tecnologías Turísticas.</li><li>• Área Estratégica de Nanociencias y Nanotecnologías.</li><li>• Área Estratégica de e-Ciencia.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Área de Cooperación Internacional.</li><li>• Área de Recursos Humanos.</li><li>• Área de Competitividad Empresarial.</li><li>• Área de Equipamiento e Infraestructura.</li><li>• Área de Cultura Científica y Tecnológica.</li></ul> |

La regulación de las actividades de I+D+i, en materia de Defensa, se encuentran en dos normas que actúan en estrecha colaboración y que se describen a continuación: el Programa Nacional de Defensa (dentro del Plan Nacional de I+D+i) y el Plan Director de I+D+i de Defensa.

El Área de Defensa constituye un área independiente dentro del Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 llamada a fomentar el desarrollo tecnológico en las Fuerzas Armadas dentro del ámbito de la tecnología.

Existen importantes diferencias entre las actividades de I+D del Ministerio de Defensa y la del resto del Plan Nacional. Por un lado, la materia objeto de la investigación, relacionada toda ella con equipos militares, así como el mayor grado de confidencialidad exigido en el tratamiento de la misma. Por otro, el hecho de que la Defensa sea competencia exclusiva del Estado que no puede, por lo tanto, ser delegada en las Comunidades Autónomas, a diferencia de muchos otros ámbitos. Por último, la finalidad misma de la investigación, que tiene un carácter especial, dado que se centra en la consecución de nuevos sistemas de armas. En la Ley 13/86, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Tecnológica, encontramos todas las particularidades de las actividades de investigación de Defensa.

El Ministerio de Defensa lleva a cabo distintas actividades relacionadas con la investigación, entre ellas la realización de estudios de viabilidad, diseño y ensayo de prototipos y la financiación de actividades realizadas por empresas cuyos resultados puedan ser utilizados en el ámbito de la Defensa.

En cuanto a la organización, es la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) la que dirige las actividades de I+D relacionadas con la Defensa, las cuales se llevan a cabo por medio de contratos con empresas y/o universidades que se encargan de la ejecución. También los centros de investigación militar, que dependen orgánicamente de la DGAM, se encargan de realizar investigación aplicada, ensayo y pruebas en las áreas de metrología, materiales estructurales, mecánica de precisión, óptica y optrónica, electrónica, direcciones de tiro, simulación, defensa NBQ, explosivos, cohetes y misiles, armamento y munición de todos los calibres y balística.

Hasta ahora eran seis centros los que llevaban a cabo estas actividades:

- Centro de Ensayos Torregorda –CET.
- Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada –CIDA.
- Fábrica Nacional La Marañosa –FNM.
- Laboratorio Químico Central de Armamento –LQCA.
- Polígono de Experiencias de Carabanchel –PEC.
- Taller de Precisión y Centro Electrotécnico de Artillería –TPYCEA.

Sin embargo, desde finales de este año, todos, excepto el Centro de Ensayos Torregorda, ubicado en Cádiz, han sido integrados en un único Centro, el Instituto Tecnológico “La Marañosa”, que engloba e integra las funciones de todos ellos: Investigación y desarrollo, experimentación, metrología y calibración, asesoría técnica, consultoría y observación tecnológica. El Ministerio de Defensa cuenta además con dos organismos autónomos: el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial “Esteban Terradas” (INTA).

Para el Programa Nacional, las prioridades temáticas en las que se centra la investigación en el ámbito militar se han elegido basándose en el Plan Director de I+D de Defensa. Estas áreas son las siguientes:

- Sistemas de guiado, presentación, proceso y control  
En este apartado se incluyen las tecnologías necesarias para hallar la localización óptima de plataformas y sistemas para que puedan cumplir su misión, para que sean

capaces de procesar la información y para que fomenten la interacción de los sistemas con el usuario.

- Simuladores, entrenadores y entornos sintéticos  
Mediante la inclusión de esta área, lo que se pretende es crear nuevas tecnologías para simular campos de batalla, de tal manera que las Fuerzas Armadas reciban una mejor formación y aprendan a gestionar estas situaciones y a tomar decisiones como si de una situación real se tratara.
- Sistemas de información y comunicaciones (CIS)  
Se incluyen las técnicas necesarias para diseñar sistemas CIS integrados, normalizados y seguros, y para proporcionarles herramientas digitales de apoyo.
- Comunicaciones  
El objetivo es que las comunicaciones se realicen siempre a través de las tecnologías más avanzadas y garantizando en todo momento un alto nivel de confidencialidad.
- Tecnologías de la munición  
Esta área incluye las tecnologías necesarias para incapacitar al personal y/o material del enemigo mediante efectos cinéticos tales que le impidan el cumplimiento de su misión militar.
- Propulsión y generación de energía y combustibles  
En esta área se contemplan todas aquellas tecnologías que facilitan el movimiento y la generación de energía requeridos por las plataformas y armas propias para el cumplimiento de las misiones.
- Plataformas y protección de plataformas  
En esta área quedan comprendidas tanto las tecnologías necesarias para la creación y diseño de plataformas encomendadas al cumplimiento de una misión, como las encargadas de suprimir o, en su caso, minimizar el daño infligido a una plataforma, por medio de la detección de la amenaza o destrucción de la misma.
- Armas y tecnologías del combatiente  
Estas tecnologías abarcan el diseño tanto de instrumentos adecuados para proteger al combatiente de las amenazas cinéticas, electromagnéticas, químicas, biológicas y ambientales, como de las armas necesarias para cumplir con la misión encomendada.
- Técnicas y herramientas de diseño, ensayos, experimentación y fabricación  
Este ámbito incluye las técnicas necesarias para el diseño avanzado y eficiente, para la realización de ensayos y medidas y para la producción de los sistemas de manera automatizada y precisa.
- Técnicas de infraestructura y medio ambiente  
Esta área tecnológica comprende las tecnologías relativas tanto al establecimiento y reparación de infraestructuras, como a la protección y control del medio ambiente.
- Guerra electrónica y armas de energía dirigida  
La investigación en este campo se lleva a cabo con el ánimo de desarrollar técnicas para detectar e interferir los sistemas electrónicos del enemigo y poder protegerse frente a posibles interferencias.
- Sistemas de sensores, control y reducción de firmas  
Se incluyen las tecnologías necesarias para el desarrollo de sensores electromagnéticos (en distintas bandas), electroacústicos, mecánicos, químicos y biológicos y para el control y reducción de la firma propia para todos ellos.
- Integración de sistemas  
En esta área temática quedan comprendidas las tecnologías necesarias para optimizar la integración de los distintos subsistemas de manera fiable, mantenible, reparable, interoperable y segura, además de las tecnologías adecuadas para la vigilancia y automatización de sistemas.

El Programa Nacional de Defensa, en su ejecución, interactúa con otros programas, como es el caso del Programa Nacional del Espacio a través del INTA o el Programa Nacional de Seguridad, en el que se entrará en detalle más adelante.

## PLAN DIRECTOR DE I+D DE DEFENSA

El Plan Director de I+D+i de Defensa (PDID) fue aprobado el 2 de enero del año 2001 con la finalidad de que se elaborara una estrategia a seguir por el Ministerio de Defensa en el ámbito de la investigación y el desarrollo. Para ello fue necesario definir las áreas tecnológicas objeto de investigación, así como las directrices que guiarían la actuación del Ministerio.

En ese documento se establecieron cuáles serían los objetivos del Ministerio de Defensa en materia de I+D, que se pueden resumir en:

- Colaboración de las actividades de I+D civil y militar, puesto que las investigaciones con propósito militar pueden tener efectos significativos en el ámbito civil y viceversa, por ello es imprescindible aprovechar las tecnologías duales.
- Planeamiento a largo plazo de las necesidades de las Fuerzas Armadas para poder prever cuáles serán los recursos necesarios y, en consecuencia, poder delimitar mejor las áreas de investigación tecnológica.
- Dar a conocer cuáles son las inquietudes de las Fuerzas Armadas en todo lo referido a la investigación y la tecnología.

Para alcanzarlos se creó el Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica de la Defensa, un órgano asesor de la DGAM cuyo cometido es canalizar todo el conocimiento tecnológico disperso en la Organización y poder apoyar al Ministerio, por medio de su criterio técnico, asesorándole en la planificación de las actividades de I+D, y en el proceso de obtención de sistemas con alto contenido tecnológico.

Tal y como se mencionó en el epígrafe anterior, las áreas de investigación del PN de Defensa se basan en la priorización efectuada en el PDID. En éste se tomó como referencia la taxonomía aceptada por España dentro del Grupo de Armamento de la Europa Occidental, que incluye un total de 27 áreas tecnológicas potencialmente útiles para la Defensa y que fueron posteriormente reducidas, para una mayor eficiencia, a las áreas relacionadas con la información, con el diseño de plataformas y armas y con las tecnologías asociadas al combatiente.

El Ministerio de Defensa, además de guiarse por estos dos planes en su actuación, participa junto con el Ministerio de Educación y el de Ciencia y Tecnología en el programa COINCIDENTE (Cooperación e Investigación Científica y Desarrollo Nacional en Tecnologías Estratégicas) que pretende fomentar el I+D de las tecnologías de doble uso en la industria y las universidades.

## PROGRAMA NACIONAL DE SEGURIDAD

El objeto del Programa Nacional de Seguridad en el marco del PN de I+D+I es el de contribuir a la reducción de amenazas y a sus efectos (tanto de forma reactiva como proactiva) mediante la investigación y el desarrollo de elementos y sistemas de seguridad avanzados y su absorción real por parte de las unidades especializadas.

El Programa Nacional de Seguridad se concentrará únicamente en las amenazas a la seguridad de origen humano, aunque se abordarán los aspectos de protección civil en la medida que sea necesario para controlar situaciones de pánico o pillaje derivados de acontecimientos naturales.

Desde el punto de vista científico y tecnológico, el objetivo del Programa Nacional de Seguridad es el desarrollo de nuevo conocimiento y tecnología relacionada con los siguientes procesos:

- Identificación de personas u objetos: En esta línea de identificación el objetivo general perseguido es el de mejorar la eficacia de los procedimientos de identificación existentes actualmente con los objetivos concretos de incrementar la velocidad de identificación, mejorar la seguridad en la identificación y potenciar la portabilidad de los sistemas de identificación.

Las prioridades científicas y tecnológicas identificadas están asociadas a una mejora de los sistemas de reconocimiento de rasgos a partir de parámetros físicos y a asociar éstos, en una segunda fase, a individuos u objetos concretos.

- Vigilancia y seguimiento de personas o bienes: El objetivo de la prioridad temática de vigilancia y seguimiento es el de incrementar el conocimiento que se puede tener de la presencia de personas u objetos en zonas geográficas predeterminadas con especial atención a su movilidad.

Se pretenden cubrir los objetivos concretos de:

- Incrementar el grado de confianza en la información recibida en áreas urbanas, marítimas y rurales para la detección de amenazas.
- Mejorar la integración de la información recibida en sistemas de alerta y prevención para incrementar la confianza en las decisiones adoptadas.

Los sistemas de vigilancia y seguimiento asumen la existencia de una identificación previa del objeto a seguir (ya sea como resultado de una actuación explícita de identificación o por el conocimiento cierto del objeto por parte de la unidad de vigilancia y seguimiento). El objeto vigilado es, por tanto, conocido aunque no su comportamiento y acciones.

- Protección de personas: El objetivo de la prioridad temática de protección de personas en situaciones de riesgo consiste en mejorar los sistemas existentes con el equipamiento necesario para que una persona con funciones y responsabilidades concretas (agente, policía) pueda incrementar su funcionalidad en ambientes hostiles:

- Incremento de la maniobrabilidad.
- Acrecentamiento de la duración del material en entornos hostiles (fuego, inundaciones, ruido, altercados, etc.).
- Mejora de la rapidez en la toma de decisiones.
- Reducción de costes.

- Protección de información: Contra amenazas informáticas, robos, modificaciones no consentidas, etc. Fundamentalmente, en relación con información de carácter digital con valor económico, informativo o cultural.

El objetivo fundamental de la prioridad temática de protección de información digital está dirigido a mejorar los sistemas para la detección de accesos ilícitos y de mejora del nivel de seguridad para la protección de la información considerada sensible desde el punto de vista de la Seguridad del Estado.

- Desactivación de objetos: Agentes químicos, biológicos o medioambientales previamente identificados, sometidos a vigilancia o no, cuya amenaza sea inminente u objetivamente alta.

En esta prioridad temática el objetivo genérico es el de reducir los tiempos necesarios para la corrección de una amenaza detectada, así como reducir sus efectos sobre las personas que los manipulan, tanto en las áreas geográficas afectadas como en las próximas.

- Despliegue rápido para la interceptación: En esta prioridad temática el objetivo genérico es el de reducir los tiempos de despliegue y el éxito en el proceso de interceptación. Las actuaciones están ligadas a mejoras en el equipamiento móvil.

Con los objetivos concretos se pretende:

- Incrementar el grado de automatización de la toma de decisiones.

- La descentralización de la toma de decisiones mediante agentes con un grado de autonomía mayor.
- Armamento no letal: para la neutralización de individuos o animales aislados o en grupos, en situaciones de riesgo colectivo, tanto desde el punto de vista de la “munición” como de los sistemas de “lanzamiento” de la misma. Esta línea prioritaria tendrá elementos comunes con el Programa Nacional de Defensa.  
Por armamento no letal se entiende aquel que, respetando el derecho a la integridad física de los ciudadanos, la protección de sus bienes materiales y el respeto a su entorno natural, permite alcanzar los objetivos de seguridad requeridos con la neutralización de las amenazas identificadas.  
Con esta prioridad temática se pretende diseñar y desarrollar nuevos tipos de armamento no letal para las fuerzas de seguridad que incrementen el periodo de incapacidad sin efectos secundarios graves o mortíferos.
- Protección Civil: Con esta prioridad temática se pretende mejorar los tiempos de respuesta y la reducción de las consecuencias indeseables derivadas de situaciones de peligro público, desde el punto de vista de la organización de la población y del control de los ambientes de pánico o pillaje con posterioridad a la declaración de situaciones de emergencia. Se trata, en todo caso, de actuaciones derivadas de acciones de origen humano y no natural.  
Metodologías de gestión de riesgos: para la detección, valoración y puesta en marcha de mecanismos de respuesta a las consecuencias de desastres naturales o provocados por el hombre, incluyendo los aspectos sociológicos del control de situaciones de pánico o la difusión de información sensible. Se consideran, asimismo, los métodos y aspectos organizativos del control y despliegue de los sistemas de seguridad.  
La propia concepción y la determinación de riesgos colectivos pueden beneficiarse del desarrollo de las ciencias sociales y, en especial, del desarrollo de metodologías integradas de gestión de riesgos. Por ellas se entiende sistemas que permiten el análisis de riesgos (identificación, caracterización y cuantificación) y su reducción (mitigación, monitorización) mediante planes de contingencia específicos.  
Estas metodologías, desarrolladas extensamente en el campo de la protección civil, centrales nucleares o gestión de proyectos complejos, pueden adaptarse al desarrollo de sistemas integrados de seguridad.
- Sistemas de investigación forense: Se trata de aplicar todos los medios, técnicas y equipos médicos, electrónicos, químicos y físicos existentes para la investigación de restos humanos y cualquier tipo de materiales que sirva de apoyo a la administración de justicia en el ámbito de la medicina legal.  
Se pretende profundizar en el desarrollo de las técnicas de investigación de huellas e identificación de restos humanos por análisis biológico de los vestigios que pueden contribuir al esclarecimiento de los hechos investigados en criminología. Especial importancia adquieren las técnicas de análisis de códigos genéticos, particularmente la identificación por el ADN.

## ESFUERZO ESPAÑOL EN I+D+i DE DEFENSA EN 2006

Los gastos en I+D+i de carácter militar tienen su origen principal en la Política Europea de Seguridad y Defensa de la Unión Europea. Como se puede observar en la tabla siguiente, España es el país occidental en el que más han crecido los presupuestos dedicados al I+D militar en los últimos años.

En el año 2006, estos gastos han ascendido a unos 1.684 millones de euros (un 26% del total de fondos de I+D puestos a disposición del Estado), tal y como se puede observar en la tabla que se muestra a continuación:

| <b>Presupuesto de I+D+i para<br/>Proyectos y Programas de Defensa en el Ejercicio 2006</b>   | <b>Millones<br/>de euros</b> |
|--|------------------------------|
| <b>MINISTERIO DE DEFENSA</b>   |                              |
| • <b>464A</b> Investigación y Estudios de las Fuerzas Armadas (205,3 M€)   |                              |
| • <b>467G</b> Investigación y Desarrollo de la Soc. de la Información (3,9 M€)   | <b>209,20</b>                |
| <b>ORGANISMOS AUTÓNOMOS DE DEFENSA:</b>  |                              |
| • <b>464A</b> Investigación y Estudios de las Fuerzas Armadas (116,65 M €)   | <b>116,65</b>                |
| <b>MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (I+D+i):</b>  |                              |
| • <b>467C</b> Investigación y Desarrollo Tecnológico-Industrial (Programas 823 - 460,8 M€ y 832 -897,2 M€). Aportaciones reembolsables a empresas para desarrollo de Proyectos Tecnológicos Industriales Cualificados Relacionados con Programas de Defensa. | <b>1.358,00</b>              |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1.683,85</b>              |

Fuente: Presupuestos Generales del Estado

En conjunto es quizá conveniente ver el esfuerzo *per cápita*, que en España son unos 175 € por año en el total de la Defensa (por cierto el más bajo de todos los países de la OTAN), pero que en lo que a I+T se refiere se reduce a 40 €/año.

Pese a estas cantidades, por debajo de la media de los países de nuestro entorno y renta *per cápita*, la posición de España en el contexto internacional es bastante digna, lo que es importante para cumplir los objetivos políticos y la Agenda Lisboa, y la contribución de la Defensa al desarrollo económico y del conocimiento es también relevante. Luego no parece arriesgado pensar que la opinión de los españoles sobre la Defensa Nacional, aún siendo variable hoy en día, mejorará en los próximos años.

Las partidas de la tabla anterior se dedican, en su mayoría, al desarrollo de ocho programas de armamento:

1. Desarrollo del avión de combate EF-2000 y apoyo logístico adicional al EF-2000  
El EF-2000 incorpora la tecnología más avanzada en aerodinámica, motores, aviónica y fabricación. Integra 283 sistemas diferentes, de los que 200 son de nuevo desarrollo. En este proyecto están involucrados, junto a España, Alemania, Italia y Reino Unido. Para el desarrollo de este aparato militar, el Estado español concede las ayudas a un consorcio llamado CEDIEF.  
De la producción total de aviones de combate Eurofighter, España tiene previsto adquirir 87 unidades con opción a otras 16. Las entregas de los 43 primeros aviones comenzaron en el año 2003 y durarán hasta 2012.
2. Desarrollo de los carros de combate Leopard  
Se trata de un carro de combate de última generación en cuyo desarrollo participan la industria española y el ejército alemán como colaborador.
3. Desarrollo del avión de transporte militar A400M  
En este programa están involucrados Alemania, España, Francia, Reino Unido, Portugal, Bélgica y Turquía. Empresas españolas tienen una importante participación en su desarrollo. El único centro de montaje y centro de entrega de estos aviones se localizará en Sevilla y ocupará una superficie de unos 600.000 metros cuadrados.
4. Desarrollo de los helicópteros de ataque Tigre



Este programa consiste en la fabricación de helicópteros de ataque que pasarán a formar parte de las Fuerzas Armadas españolas. En concreto, España adquirirá 24 de estos aparatos.

5. Desarrollo del submarino S-80

Se pretende la creación del primer sumergible diseñado de forma completa en España. Su tecnología puntera lo sitúa entre los submarinos más avanzados del mundo. Los cuatro S-80 encargados por la Armada española entrarán en servicio entre 2011 y 2014.

6. Desarrollo del Buque de Proyección Estratégica

Se trata de un buque de asalto anfibio cuyo cometido básico no es sólo emplear un grupo aéreo, tarea que puede desempeñar como un portaaviones, sino también servir como plataforma de desembarco y asalto anfibio, transportando hasta 1.200 soldados o gran cantidad de elementos blindados. Entrará en servicio en la Armada Española entre 2007 y 2008.

7. Desarrollo del misil IRIS-T para el Eurofighter y caza EF-18

El programa tiene por objeto dotar al Ejército del Aire de un misil aire-aire de corto alcance (12 kms.) de nueva generación que sustituya a medio plazo la serie de misiles AIM-9 Sidewinder. En el programa participan Alemania, Italia, Grecia, Suecia, Noruega y España con un 20,9%.

8. Desarrollo del vehículo de combate Pizarro

Es el primer carro de combate concebido por la industria española y liderado por la Asociación Pizarro.

## CÓMO APROVECHAR LAS INVERSIONES EN I+D+i EN DEFENSA PARA EL DESARROLLO NACIONAL

***Mecanismos de subvenciones de I+D+i, uno de los motores de la economía y el empleo en España.***

*Jesús Redondo Lavín  
Vicepresidente de Nuevos Negocios y Alianzas  
General Dynamics/Santa Bárbara Sistemas S.A.  
Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Comercial de Deusto*

### INTRODUCCION

El título, “Cómo aprovechar las inversiones de I+D+i en Defensa para el desarrollo nacional”, es un clásico del sector y estoy convencido que se plantea siempre como una excusa para justificar un gasto del Estado en algo que habitualmente no tiene atractivo en determinados sectores de la sociedad, que preferiría dedicar estas inversiones a otros destinos. Siempre recuerdo el primer capítulo del libro de economía de primero de carrera, el Samuelson, iniciando al estudiante a reflexionar aquello de “cañones o mantequilla”.

Ya es menos frecuente, pero antes era normal, que cuando reclutábamos jóvenes ingenieros para participar en desarrollos de nuestro sector, no era raro el caso de que, aludiendo causas de conciencia, se retirasen en las primeras entrevistas: era la época de los objetores de conciencia y de las “bases fuera” y “OTAN no”, o incluso lo hiciesen pasados los primeros meses en la empresa aduciendo bien repugnancia hacia el producto o bien presiones de su entorno.

Y es por este complejo de culpabilidad el que muchas veces nos esforzamos en demostrar que el progreso científico, en múltiples casos, procede de la investigación del sector militar y repasando la historia tenemos desde los hititas, con la metalurgia del hierro, hasta Internet pasando por los ingenios de Arquímedes y la pólvora de los chinos.

Lo cierto es que ha sido la necesidad de productos de Defensa, y sobre todo la inversión en ella digamos a fondo perdido con fondos del Estado, con pólvora del Rey, la que nos ayudó a crear tejidos industriales que luego han tenido su fruto en productos civiles. Eran los Ministerios de Defensa los más dotados en términos de presupuesto para invertir. Es más, en nuestro caso, en la fábrica de Trubia se instalaron alrededor de 1780 los primeros hornos de fundición de carbón mineral de España y las primeras escuelas de formación profesional nacieron al amparo de la necesidad de disponer de técnicos preparados en nuestras fábricas militares. Pero esto es la historia.

Hoy existe liquidez suficiente para invertir, existen mercados globales que justifican realizar grandes inversiones para hacer productos civiles y no arriesgaría mucho si afirmo que cada vez más la industria militar se nutre de los progresos de la civil.

Hoy en día, los iniciales desarrollos para la defensa en lo que hoy llamamos C4 ISTAR (*Command, Control, Communications, Computers; Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance*), comparten sus aplicaciones con los sectores civil y militar y conviven en ese sector mixto que llamamos Seguridad. Una vigilancia de costa es ¿civil o militar?, el control del tráfico marítimo, aéreo, el de inmigración, etc... ¿son civiles o militares?...

Por esta razón voy a huir de demostrar la bondad de la investigación en Defensa porque sea buena para el progreso civil y me dedicaré a exponer que en este momento concreto, el actual, en mi opinión y dado que existen los conflictos, la investigación en productos de Defensa es, en la mayoría de los casos, buena por sí misma. Quiero decir que podemos afirmar que tiene “buenas intenciones” y responde a una demanda social como es el dar valor a la vida y preservarla, aunque el factor que ha impulsado esta intención sea la presión mediática.

## IMPACTO INDUSTRIAL DEL SECTOR

En cuanto al impacto industrial de este sector, en España, desde el año 1990 a la actualidad, al igual que en todo el mundo occidental, se ha reducido más o menos a un tercio de lo que era y al mismo ritmo que lo han hecho los incrementos de productividad y las reducciones de personal y de presupuestos de las Fuerzas Armadas.

En España, en la actualidad, registradas como miembros de la Asociación de Fabricante de Armamento (AFARMADE) existen unas 50 empresas y agrupan una plantilla directa del sector de 16.200 personas y producen una facturación conjunta de 3.300 millones de euros con una proporción de nacional/exportación de 60/40. En resumen, es un sector importante de gran impacto social.

## PRESUPUESTOS DE DEFENSA

Veamos los presupuestos del Ministerio de Defensa español de 2007.

| <b>DISTRIBUCIÓN POR CAPÍTULOS</b>       |                 |                 |                      |
|---|-----------------|-----------------|----------------------|
| <b>Subsector Estado</b>                 | <b>2007</b>     | <b>2006</b>     | <b>Variación (%)</b> |
| Gastos de personal                      | 4.616,94        | 4.212,18        | 9,6                  |
| Gastos corrientes en bienes y servicios | 1.048,39        | 998,42          | 5,0                  |
| Gastos financieros                      | 0,43            | 0,43            | 0,0                  |
| Transferencias corrientes               | 316,59          | 269,63          | 17,4                 |
| <b>Total gastos corrientes</b>          | <b>5.982,35</b> | <b>5.480,66</b> | <b>9,2</b>           |
| Inversiones reales                      | 1.970,42        | 1.845,66        | 6,8                  |
| Transferencias de capital               | 97,22           | 87,62           | 11,0                 |
| <b>Total operaciones de capital</b>     | <b>2.067,64</b> | <b>1.933,28</b> | <b>8,6</b>           |
| <b>Total presupuesto no financiero</b>  | <b>8.049,99</b> | <b>7.413,94</b> | <b>8,6</b>           |
| Activos financieros                     | 2,77            | 2,59            | 6,9                  |
| <b>Total Presupuesto de Defensa</b>     | <b>8.052,76</b> | <b>7.416,53</b> | <b>8,6</b>           |

(En millones de euros)

Es cierto que cada vez la proporción de gastos en Defensa es menor con respecto al PIB o respecto de los gastos de las administraciones del Estado en su conjunto. No obstante en los últimos años se ha producido un incremento superior a la inflación debido a nuestra participación en operaciones conjuntas en el exterior. Nuestras Fuerzas Armadas se han visto en situaciones más complejas, comprometidas y acompañando a ejércitos mejor dotados y esto ha sido un acicate a la superación.

| <b>DISTRIBUCIÓN POR PROGRAMAS</b>    |             |             |                      |
|--------------------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| <b>Subsector Estado</b>              | <b>2007</b> | <b>2006</b> | <b>Variación (%)</b> |
| Administración y servicios generales | 1.246,85    | 1.181,09    | 5,6                  |
| Formación de personal                | 465,91      | 418,53      | 11,3                 |
| Personal en Reserva                  | 638,94      | 655,61      | -2,5                 |
| Modernización                        | 1.178,06    | 1.095,24    | 7,6                  |

|  |                 |                 |            |
|--|-----------------|-----------------|------------|
| Gastos operativos                      | 2.226,49        | 1.949,29        | 14,2       |
| Apoyo Logístico                        | 1.509,83        | 1.420,28        | 6,3        |
| Asistencia hospitalaria                | 216,83          | 190,79          | 13,6       |
| Investigación y Estudios               | 226,56          | 205,33          | 10,3       |
| I+D de la Sociedad de la Información   | 3,90            | 3,90            | 0          |
| Control interno y contabilidad pública | 1,05            | 1,02            | 2,9        |
| Transferencias entre Subsectores       | 338,34          | 295,45          | 14,5       |
| <b>Total Presupuesto de Defensa</b>    | <b>8.052,76</b> | <b>7.416,53</b> | <b>8,6</b> |

(En millones de euros)

De todas formas para hablar en términos de proporción europea, nuestros Presupuestos de Defensa son:

- La quinta parte del presupuesto británico.
- La cuarta parte del presupuesto francés.
- El presupuesto alemán es tres veces y media superior al nuestro.
- El presupuesto italiano lo es casi tres veces.

Y en términos de porcentaje sobre el PIB, sólo estamos por encima de Irlanda, Malta y Luxemburgo.

#### LOS FONDOS DE LA SUBDIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA.

Es la Subdirección de Tecnología y Centros quien maneja mayoritariamente los fondos de I+D. Encuadrada funcional y orgánicamente en la Dirección General de Armamento y Material, a la Subdirección General de Tecnología y Centros le corresponden las siguientes funciones (art. 4.2 m) del R. D. 1551/2004, de Estructura Orgánica Básica del Ministerio de Defensa):

- Proponer, promover y gestionar los planes y programas de investigación y desarrollo de sistemas de armas y equipos de interés para la Defensa Nacional.

El desarrollo de esta función se materializa en:

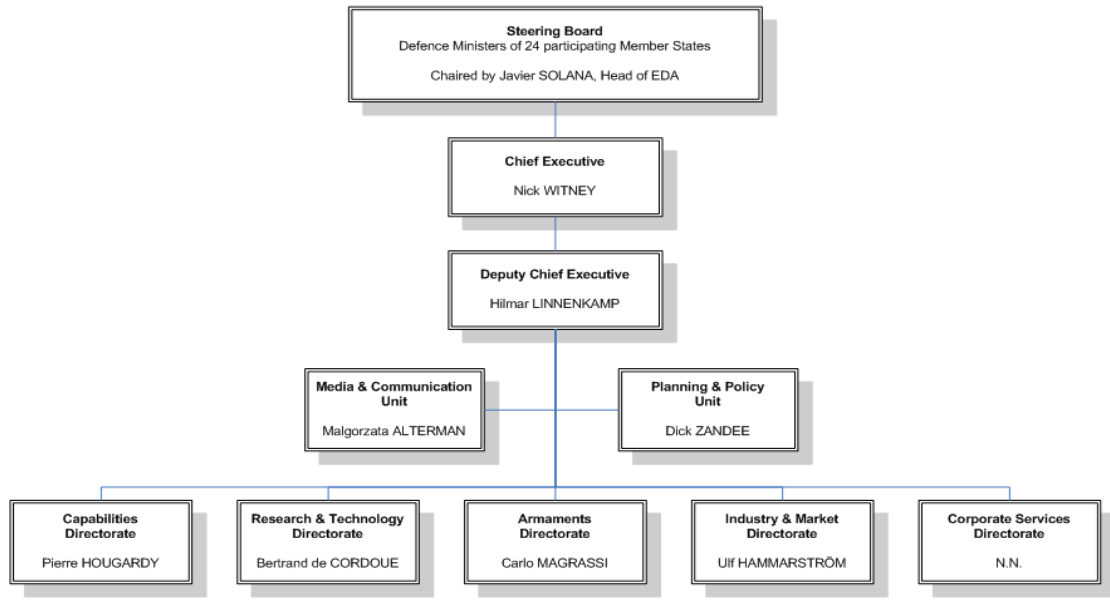
- Elaborar, valorar y proponer coordinadamente con el Estado Mayor Conjunto de la Defensa, los planes y programas de Investigación y Desarrollo.
- Controlar el cumplimiento de los objetivos establecidos en los programas de investigación nacionales e internacionales.
- Gestionar los contratos derivados de proyectos de I+D.
- Gestionar y controlar la participación Española en los grupos y programas Internacionales de I+D de Defensa (OTAN, GAEO, OAEO, etc.).
- Participar en la negociación de MOU,s. reguladores de programas internacionales de I+D.
- Dirigir y coordinar las actividades desarrolladas por los centros, laboratorios y polígonos de experiencias dependientes de la subdirección.

#### ÓRGANOS EUROPEOS.

En mi opinión, aunque existe un llamado ejército europeo, con su estructura militar creada, el concepto de ejército único europeo está lejos de formar parte de nuestra cultura. No obstante las cosas últimamente se mueven muy rápidas.

Lo que sí es una realidad es la Agencia Europea de Defensa (EDA) cuya función, aunque activa en el área de orientación, normativa y de buenas intenciones, no tiene un soporte presupuestario que realmente la dé credibilidad y poder.

# European Defence Agency



(Datos de principios de 2007)

La EDA tiene vocación de agrupar la demanda de productos de Defensa. La EDA que también hereda intentos anteriores de unificar desarrollos, ha seleccionado una serie de áreas para orientar el futuro de las tecnologías de uso militar. La falta de fondos, que en su mayoría los tienen que aportar los países intervinientes en cada proyecto, hace que la mayoría de estos desarrollos se queden en la fase de definición de las especificaciones generales.

Estos son algunos ejemplos:

| CAPABILITY AREAS   | R&T Goals  |
|--|--|
| Collective (units, platforms, infrastructure) survivability through enhancing detect and identify and response performances. | 1A.- Stand off detection of CBRNE, disarming and neutralisation technologies.  |
|  | 1B.- Investigate and identify existing and emerging technologies that will enable standoff detection, identification and classification of threats (CBRNE) and threat level alerting, and propose appropriate solutions. |
|  | 2.- Airborne threats.  |
| Individual protection.   | 3.- Sniper detection.  |
|  | 4.- New Materials  |
| Data analysis including data fusion from various sources.  | 5.- Personal equipment/Sensors.  |
|  | 6.- Multi sensor data fusion.  |
|  | 7.- C4ISR threat analysis.   |
|  | 8A.- Multi sensor systems.   |
|  | 8B.- Multi sensor systems.   |
| Secured tactical wireless communication systems in urban environment.  | 9.- Novel sensor.  |
|  | 10.- Communications in urban environment.  |
| Mission Planning/Training in an asymmetric environment.  | 11.- Control adversary communications.   |
|  | 12.- Behaviour modelling.  |
|  | 13.- Man-machine interface.  |
|  | 14.- Mission planning/Training.  |
|  | 15.- Mission planning/Training.  |

Uno de los objetivos expuestos por la EDA en la cumbre de Hampton Court de octubre de 2005 fue la intención de incrementar los niveles de gasto en investigación para la Defensa al nivel europeo, para lo que se solicitaron la identificación de oportunidades de colaboración.

En diciembre de 2005, el Consejo de la Unión Europea determinó que la inversión conjunta y eficiente en I+D de Defensa era un elemento clave para aspirar a una Defensa común y una necesidad para atajar el desfase histórico con Estados Unidos en esta materia.

En febrero de 2006 la Conferencia de la EDA sobre I+T de Defensa creó el concepto *Joint European Defence R&T Fund*, (aunque sin fondos presupuestarios propios de la EDA). La junta directiva de la EDA de noviembre de 2006 crea un programa de investigación conjunta y un objetivo en el campo de las tecnologías de protección de las Fuerzas Armadas.

Lo mismo que en medicina la frontera de la investigación está en los tratamientos farmacológicos o quirúrgicos no invasivos y la lucha por evitar los efectos secundarios, la investigación en productos de Defensa navega por la misma estela y no lo hace porque según algunos, las Fuerzas Armadas sean cada vez más ONG,s y actúen más en misiones de paz y de restablecimiento de la normalidad tras los conflictos bélicos, que en misiones de puro ataque e invasión, sino porque el enemigo es cada vez menos identificable, los conflictos se alargan, porque hay muertos no combatientes, se producen bajas colaterales, porque los conflictos se desarrollan en escenarios urbanos en los que los francotiradores o los suicidas hombres-bomba se esconden entre los transeúntes o los terroristas activan los detonadores de los IED,s (*Improvised Explosives Devices*).

En suma, el proceso actual trata de aplicar tecnologías para:

- Fabricar seguro.
- Usar seguro.
- Reducir efectos colaterales no deseados.

Disminuir estos efectos no deseados es lo que ha llevado a los gobiernos involucrados a demandar nuevas soluciones. Por ello ha nacido el concepto de *armas no letales*.

## ARMAS NO LETALES

La NATO ha definido la política de uso de las NLW (*Non Lethal Weapons*) como:

1. Un método para conseguir los objetivos militares en entornos en los que aunque no estén formalmente prohibidas no sea necesario ni conveniente el uso de armas letales.
2. Un sistema para desmotivar, retrasar, prevenir o responder a acciones hostiles.
3. Que sirvan para limitar o controlar la intensificación del conflicto.
4. Que sirvan para mejorar la protección de los soldados.
5. Que Repelan o incapaciten temporalmente al "enemigo".
6. Que inutilicen equipos y/o instalaciones.
7. Que ayuden a reducir los costes de reconstrucción post-conflicto.

Básicamente, se trata de:

- 1.- lograr objetivos contra-personal, como sería el control de multitudes, o la incapacitación de individuos,
- 2.- evitar la ocupación de áreas restringidas, facilitar la evacuación de edificios,
- 3.- bloquear el ataque al material y a las infraestructuras evitando la incursión o evitar el movimiento de vehículos, barcos o aviones, o inhabilitando o neutralizando sus sistemas o instalaciones de mando y control.

Reducir el número de bajas inutilizando al enemigo es pues el objetivo. De aquí sale una línea importante de investigación de NLW que tratan de producir un mínimo posible número de bajas.

Ejemplos de estos sistemas son:

1. El sistema más moderno es el llamado *Silent Guardian* (VMADS -*Vehicle Mounted Area Denial System*) que consiste en la emisión de microondas que producen una inaguantable sensación de calor, afectando y activando las células de la epidermis, sin producir daños permanentes, siempre que la exposición no supere el minuto.
2. Las *Black out Bombs* que esparcen diminutas fibras de carbono que cortocircuitan todos los aparatos eléctricos.
3. Emisores de sonido, agua, descargas eléctricas, etc. Un sin número de aplicaciones para inutilizar las agresiones sin producir bajas permanentes.
4. En la actualidad está en desarrollo un proyecto americano llamado *Sheriff* (FSEP, *Full Spectrum Effects Platform*) que consiste en aplicar a un vehículo militar un conjunto de las armas no letales. Es un vehículo *Stryker* que se está equipando con una variedad de estas armas.

## PROTECCIÓN EN VEHÍCULOS.

Otro capítulo muy importante atañe a la seguridad de los soldados. La máxima preocupación de nuestro Ministerio de Defensa es la seguridad de los componentes de nuestras Fuerzas Armadas, sobre todo en operaciones en el exterior de carácter, llamémoslas sin entrar en polémicas, humanitarias. Las misiones principales en las que nuestras fuerzas armadas están involucradas son Afganistán, Líbano, Bosnia y Kosovo. Además, de contar con efectivos en menor cuantía en Sudán, Etiopía-Eritrea y otras partes del mundo.

El mayor peligro al que se enfrentan nuestras Fuerzas Armadas, aparte de los desgraciados accidentes *in itinere*, son las minas anticarro y los IED,s.

En las figuras que se adjuntan, se puede ver un resumen de los efectos que una mina puede tener sobre un vehículo blindado medio exento de protecciones especiales. Los efectos no sólo los produce el objeto amenazante. Hay que tener en cuenta que una onda expansiva convierte en metralla cualquier elemento que no esté firmemente sujeto al casco del vehículo.

**Efectos de las Minas**

**SEVEROS:**

- Rotura del suelo por onda presión
- Proyección e impacto de fragmentos de la estructura por onda de presión
- Proyección e impacto de componentes de la bodega por onda de presión
- Rotura de soldaduras
- Fuertes aceleraciones y deformaciones dinámicas a alta velocidad por onda de choque



GENERAL DYNAMICS  
Santa Bárbara Sistemas

Información Confidencial  
Santa Bárbara Sistemas

13

**Efectos de las Minas**

**GRAVES / LEVES:**

- Deformaciones dinámicas a alta velocidad del suelo, y pedalier del conductor
- Explosión, fuego y contaminación por depósitos de combustible
- Contaminación, quemaduras y traumatismos por caja baterías
- Traumatismos en miembros inferiores por cilindros hidráulicos portón
- Sobrepresión por apertura de escotillas
- Traumatismos diversos por proyección elementos fijados al casco



GENERAL DYNAMICS  
Santa Bárbara Sistemas

Información Confidencial  
Santa Bárbara Sistemas

14

Las actuales líneas de investigación se dividen en el logro de la protección de la parte inferior del casco y la lateral, siendo la parte superior la menos expuesta a impactos. Según sean las amenazas, así serán los sistemas de protección aconsejables.

Los blindajes pasivos consisten en dotar a la chapa original de características más resistentes o bien adosar elementos de *composites*, de cerámica o simplemente acero de blindaje para ofrecer una mayor resistencia al impacto, siempre intentando lograr un equilibrio con la variable peso que no rebaje las prestaciones del vehículo.

### Sistemas de Protección

Soluciones Modulares para Protección Integral

| AMENAZAS                | SISTEMAS DE PROTECCIÓN |           |           |           |
|-------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                         | PASIVOS                | REACTIVOS | ACTIVOS   |           |
|                         |                        |           | SOFT KILL | HARD KILL |
| Minas Contra Carro      | X                      |           |           |           |
| Proyectiles Perforantes | X                      |           |           |           |
| Proy. Energía Cinética  |                        |           |           | X         |
| Misiles Contra Carro    |                        | X         | X         | X         |
| Municiones Guiadas      |                        | X         | X         | X         |
| RPG's                   | X                      |           |           | X         |
| IED's (Explosión)       | X                      |           |           |           |
| IED's (Fragmentación)   | X                      |           |           |           |
| IED's (Minas EFP)       | X                      |           |           |           |

GENERAL DYNAMICS Santa Bárbara Sistemas      Información Confidencial Santa Bárbara Sistemas      15

Los blindajes reactivos son un invento afortunado que mediante la inclusión de un explosivo plástico entre dos chapas que se activa con el impacto de una carga hueca logra trocear el peligroso "jet" de estas cargas disminuyendo su poder de penetración en el casco del vehículo.

Los sistemas de protección activos, muy recientes, combinan sistemas muy sofisticados de detección de amenazas inminentes con actuaciones capaces de reaccionar de forma inmediata anulando los elementos electrónicos de la amenaza o bien golpeándola para destruirla o desviar su trayectoria.

Las amenazas se han parametrizado con ánimo de hacer una clasificación y poder aplicar medidas adecuadas a cada caso. Las siguientes figuras recogen estas clasificaciones del STANAG tanto para amenazas bajo casco como para amenazas laterales.

### Efectos de las Minas

**STANAG 4569**

- Mina: 4 kg
- Posición: Bajo Casco

| NIVEL | AMENAZA  |              |           |
|-------|--|--------------|-----------|
| 4     | 4b   | Centro       | 10 kg TNT |
|       | 4a   | Rueda/Cadena |           |
| 3     | 3b   | Centro       | 8 kg TNT  |
|       | 3a   | Rueda/Cadena |           |
| 2     | 2b   | Centro       | 6 kg TNT  |
|       | 2a   | Rueda/Cadena |           |
| 1     | Pequeños dispositivos en cualquier zona bajo el vehículo |              |           |



GENERAL DYNAMICS Santa Bárbara Sistemas      Información Confidencial Santa Bárbara Sistemas      16

### Protección Balística

**PROTECCIÓN:**

| TIPO      | NIVEL |                 |
|-----------|-------|-----------------|
| BALÍSTICA | ✓     | > 5             |
| IEDs      | ✓     | Sin categorizar |



**STANAG 4569**

| NIVEL | AMENAZA (KE)                                  |
|-------|---|
| 5     | 25x137 APDS-T, PMB 073 (Arco frontal)         |
| 4     | 14,5x114 API/B32 (360°)                       |
| 3     | 7,62x51 AP (WC)<br>7,62x54R B32 API           |
| 2     | 7,62x39 API BZ                                |
| 1     | 7,62x51 NATO Ball<br>5,56x45 NATO ss109, M193 |

GENERAL DYNAMICS Santa Bárbara Sistemas      Información Confidencial Santa Bárbara Sistemas      17

## FINAL

No quiero terminar sin referir algunos de los desarrollos de curioso doble uso que se nos han pedido:

- Desarrollo de un vehículo forestal al que se aplicase el concepto de suspensiones activas militares para mantener la horizontalidad marchando por laderas de montes.
- Conversión de carros de combate en vehículos portadores de depósitos de agua contra-incendios.
- Plantación de laderas inaccesibles de montes mediante ráfagas de ametralladora con semillas insertas en balas de *compost*.



- Desarrollos de procesos de fabricación que requieren presiones que sólo son alcanzables en cámaras tan resistentes como las recámaras de los cañones, incluso utilizando estas enormes presiones para eliminar bacterias en los procesos de las industrias cárnicas.
- Aplicación de bacterias capaces para descontaminación de suelos con productos energéticos tales como la pólvora o los explosivos, o para destrucción de estos productos una vez fuera de uso.
- Cohetes anti-granizo capaces de lograr, mediante sensores, el momento y altura adecuados para expandir su carga de nitruro de plata.
- Usos curiosos de la artillería, reales, como es el cañoneo de laderas de montaña para provocar aludes en las proximidades de las minas (en Chile, en los Andes) y así evitar accidentes.

# LA REUTILIZACIÓN EN APLICACIONES CIVILES DE LOS DESARROLLOS LLEVADOS A CABO POR LA INDUSTRIA ESPAÑOLA EN EL SECTOR DE LA DEFENSA

*Antonio de Carvajal  
Ingeniero Aeronáutico  
Director de Innovación  
INDRA*

## INTRODUCCION

Debido a los cambios que se produjeron en el contexto político internacional en los años 80, los presupuestos del Ministerio de Defensa relativos a equipos y sistemas sufrieron una fuerte reducción. Este hecho obligó a la industria española del sector a reasignar una parte muy significativa de su personal con amplia experiencia en el campo de los sistemas de defensa a proyectos civiles. A tal efecto, las empresas llevaron a cabo un importante esfuerzo para aprovechar al máximo los conocimientos, experiencia, métodos, procedimientos y herramientas adquiridos a lo largo de los años por su personal en el campo de la defensa, aplicándolos a proyectos civiles.

Por otra parte, las empresas tuvieron que evolucionar creando en unos casos y abandonando en otros, una serie de líneas de actividad y fueron adaptando sus procedimientos y su forma de trabajar a las necesidades de esas líneas cambiantes de actividad o, lo que es prácticamente lo mismo, a las necesidades de sus clientes, buscando en definitiva con ello un proceso de mejora continua. Sin embargo, lo cierto es que una parte muy importante de las tecnologías desarrolladas por las empresas a lo largo de los años, han tenido su origen en aplicaciones en el mundo de la defensa.

En las líneas que siguen se pretende describir algunos casos significativos de reutilización de estas tecnologías en aplicaciones al mundo civil, para lo cual se toman como ejemplo ciertos desarrollos llevados a cabo por la empresa INDRA.

## DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN INDRA

INDRA es una empresa muy diversificada (teniendo como hilo conductor el dominio de las tecnologías de la información) y por ello su cartera de proyectos y de clientes es muy amplia. Es además una empresa de primer nivel en sus relaciones con sus clientes, lo cual quiere decir que lo que hace, en la mayoría de los casos, es suministrar a los usuarios finales sistemas completos que integran una multiplicidad de equipos y tecnologías.

Por esa razón la mayoría de los ejemplos que se pueden dar de reutilización de desarrollos militares en aplicaciones civiles, se refiere a sistemas complejos. No obstante, también se cita algún ejemplo de reutilización de desarrollo a nivel de equipos.

Asimismo, algunos de los cambios más importantes introducidos en la empresa en lo referente a procedimientos y formas de gestionar su negocio han tenido su origen en exigencias planteadas en sus actividades militares. Se describen también aquí dos procedimientos particularmente significativos para el asunto que nos ocupa: el sistema de calidad y la metodología de gestión de proyectos de la compañía.

## Sistemas de Gestión de Tráfico Aéreo

La empresa asignó a un número importante de personas que habían trabajado en el proyecto del Sistema de Defensa Aérea para las Islas Canarias (ALERCAN), a proyectos internacionales de Gestión de Tráfico Aéreo. Estas personas trabajaron a continuación en estrecha colaboración con empresas norteamericanas en múltiples proyectos por todo el mundo, desde Noruega hasta Australia y desde China hasta Jamaica. Esta colaboración fue posible porque las personas de Indra estaban acostumbradas a trabajar bajo normas militares que les permitía desarrollar su trabajo usando unos métodos, una terminología y en un entorno que les resultaba completamente familiar.

En todos estos proyectos, así como en el programa del Sistema Automático de Gestión de Tráfico Aéreo (SACTA), se usó *Ada* como lenguaje de programación. *Ada* es un lenguaje, patrocinado por el Departamento de Defensa de EE.UU., pensado fundamentalmente para aplicaciones militares y es el lenguaje de programación que INDRA usó para el ALERCAN, lo que permitió una muy suave transición para todo este personal que pasó del ALERCAN a proyectos internacionales de Control de Tráfico Aéreo y que lo hiciera sin solución de continuidad.

El programa SACTA ya supuso para INDRA el arranque definitivo de la línea de actividad de Gestión de Tráfico Aéreo que actualmente tiene reconocido prestigio a nivel mundial como una de las empresas líderes en el sector.

## Simulación

La simulación en INDRA es, entre las actuales líneas de actividad de la empresa, una de las primeras que comenzó a desarrollarse. Además es un claro ejemplo de un esfuerzo continuado de desarrollo y actualización tecnológicos. Igualmente el desarrollo de la Simulación en INDRA es un buen ejemplo de aplicación de tecnologías desarrolladas en el mundo de la defensa al mundo civil.

El primer simulador desarrollado por INDRA fue el del avión CASA C-101 para el Ejército del Aire, y su desarrollo se remonta a los primeros años de la década de los ochenta. Éste era un simulador que se desarrolló en un entorno muy simplificado y muy sencillo desde un punto de vista tecnológico, pero que permitió a la empresa introducirse decididamente en el campo de la simulación aeronáutica.

A partir de ese momento INDRA fue desarrollando simuladores cada vez más complejos y con tecnologías cada vez más en el estado del arte. El simulador del F-18 para el Ejército del Aire fue realmente el primer simulador de alta tecnología desarrollado por la empresa. El del A-7 para la fuerza aérea de Portugal supuso la primera venta de simulación en el mercado de la exportación. Después, los simuladores del Harrier AV-8B Plus para las marinas de los tres países participantes en el programa (EE.UU., Italia y España) y del helicóptero SH-60 Lamps para la Armada Española, supusieron saltos cualitativos importantes.

Fue a partir del año 1998 cuando INDRA entendió, a través de un análisis detallado del mercado, que había una interesante oportunidad de introducir la simulación en el mundo civil. En los cinco años siguientes, INDRA había contratado ya simuladores para grúas portuarias, para trenes y metros, para conducción de autobuses y para máquinas de movimiento de tierras.

La empresa pudo reaccionar rápidamente a esta demanda del mercado porque ya había alcanzado un nivel suficiente de maduración en el uso de las tecnologías asociadas a la simulación, a través de los citados desarrollos en aeronáutica militar. Sin duda la complejidad

exigida al simulador de un avión de combate es mucho mayor que la necesaria para desarrollar cualquiera de los simuladores civiles anteriormente citados, lo que también facilitó la transición.

Actualmente INDRA tiene actividad tanto en simulación civil como en militar, pero sigue siendo esta última la que actúa como motor de los avances tecnológicos de la empresa, muchos de los cuales son luego “exportados” a las aplicaciones civiles. Por ejemplo los desarrollos de la empresa en el campo de las bases de datos vinculados a las bases de datos visuales y los generadores de imágenes, o el desarrollo de las operaciones de la simulación distribuida, requerido por el programa ASTA para el avión EF-2000, empiezan a tener ya uso en actividades civiles, particularmente en el área de la simulación ferroviaria.

### **Posicionamiento por Satélite**

Un gran número de las tecnologías desarrolladas para la red de comunicaciones militares del Ministerio de Defensa (SECOMSAT) han derivado en sistemas civiles que comercializa INDRA actualmente. En particular los siguientes:

- El sistema de monitorizado y control de la red de comunicaciones militares SECOMSAT dio lugar a un producto SW genérico, denominado GENIUS, que se ha utilizado en el centro de control de los satélites HISPASAT y AMAZONAS, en la estación polar de EUMETSAT y en la red de estaciones desarrolladas para COCESNA (Aviación Civil en Centroamérica). Una evolución de este producto se utilizará para monitorizar y controlar todas las estaciones de tierra del sistema Galileo, tanto las de teledatada y telecomando (TT&C) como las de subida de la señal a los satélites (*Up Link Stations* o ULS) o las de recepción de la señal (*Galileo Sensor Stations* o GSS).
- Sistema monitorio de portadoras y gestión de tráfico para redes de comunicaciones. El inicio del desarrollo militar tuvo lugar en 1990 y el desarrollo del sistema civil en 2004. El primer cliente de este sistema ha sido HISDESAT y está siendo evaluado por otros operadores civiles de satélites.
- Las antenas estabilizadas en tres ejes, desarrolladas para su utilización en fragatas, patrulleras o submarinos, ha derivado en sistema civiles como el sistema de comunicaciones GSM para ferries desarrollado para Telefónica o el sistema de acceso a internet para trenes de alta velocidad que se está previsto se pruebe en la línea Madrid-Sevilla durante el mes de junio de 2007.

En el campo de la teledetección, la tecnología utilizada en el centro de procesado, archivo y disseminación de imágenes de Helios es la base para el DPGS (*Data Processing Ground Segment*) del satélite SMOS que INDRA está desarrollando para la ESA (Agencia Espacial Europea) como contratista principal.

También tienen origen militar el procesado de imágenes de alta definición o el procesado de imágenes radar de apertura sintética (SAR), que actualmente se utilizan para gestión catastral y urbana con clientes como el Ayuntamiento de Madrid o la ESA como líderes de gestión urbana en el marco de GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) y para detección de manchas de petróleo o vertidos ilegales de barcos.

### **Sistemas de Mando y Control en Seguridad**

Uno de los mejores ejemplos de reutilización de desarrollos militares a nivel de sistema, que luego han sido aplicados en programas civiles, es el de las tecnologías de mando y control.

INDRA lleva ya muchos años trabajando en sistemas de mando y control. Tal vez el citado ALERCAN fue el primer gran proyecto de este tipo desarrollado por la empresa para el Ejército del Aire, ya en 1983.

Sin ser exhaustivos, citaremos como hitos importantes el sistema ARS de Zaragoza, con sus réplicas en Canarias y en Torrejón de Ardoz y el sistema de mando y control para operaciones anfibias (SMCOA).

INDRA también participa en proyectos en colaboración internacional como el MÓDULO (España/Italia) para la definición de un sistema modular de combate.

La empresa ha adquirido una experiencia notable en el desarrollo de proyectos con una amplia componente de ingeniería de sistemas. Ello junto con el desarrollo de tecnologías más concretas, tales como el desarrollo de aplicaciones SW en tiempo real, la integración de sensores y equipos en redes complejas basadas en muchos casos en elementos comerciales (COTS), o más recientemente la aplicación de arquitecturas orientadas a servicios según especificaciones OTAN (y más en concreto orientadas a servicios web), han permitido mantener el nivel adecuado para dar satisfacción a los clientes tradicionales de la empresa en el mundo de la defensa.

Igualmente, y en unos momentos en los que el concepto de la “Seguridad interior” (la *Homeland Security* de los americanos) está teniendo una importante relevancia, las tecnologías adquiridas y desarrolladas por INDRA, y su capacidad de gestionar grandes proyectos de mando y control, le han permitido poner toda su experiencia al servicio del Ministerio del Interior y de otras administraciones públicas con competencia en esta materia. Citemos como ejemplos de aplicación en seguridad el programa SIVE y el Centro de Gestión de Emergencias del Ayuntamiento de Madrid.

El SIVE (Sistema de Vigilancia del Estrecho) es una clara transposición del concepto CDS (*Combat Direction System*) en el que se da un apoyo a la toma de decisiones a través de la generación de la situación táctica real, generada a su vez por una red de sensores distribuidos (en este caso radares y dispositivos electroópticos).

En cuanto al Centro de Gestión de Emergencias del Ayuntamiento de Madrid, vuelve a ser un desarrollo de un sistema de mando y control, menos demandante tal vez en tecnología que el SIVE, pero igualmente exigente en cuanto a la efectividad en la toma de decisiones, asociadas en este caso a las llamadas al Centro por parte de los ciudadanos que requieren una ayuda inmediata.

### **Inhibidores de frecuencia**

La actividad de INDRA en el diseño y producción de equipos y sistemas de guerra electrónica para aplicaciones militares se inició en los años setenta como consecuencia de contratos con el Ministerio de Defensa relativos a esta materia.

La experiencia acumulada en guerra electrónica y el conocimiento adquirido de las tecnologías asociadas, dio lugar a finales de los años ochenta al diseño de inhibidores de comunicaciones y a entrar en el negocio de inhibidores de dispositivos explosivos improvisados (IEDs, *Improvised Explosive Devices*).

Un inhibidor transmite ondas de radio de muy baja potencia que delimitan unas zonas sin cobertura. Los inhibidores confunden los circuitos de codificación de los teléfonos móviles y les hacen creer que no están conectados a ninguna antena de operadores de telefonía móvil, por lo que entre las múltiples aplicaciones posibles, la más reciente es la de impedir la activación de explosivos a distancia.

En una fase posterior, se realizaron trabajos de I+D con el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA) para alcanzar un diseño de referencia de equipos civiles para el mercado nacional. A partir de ese punto, INDRA creó la familia de inhibidores TITAN,

ampliando las bandas de frecuencia y los ámbitos de instalación (edificios, vehículos, protección personal) manteniéndose siempre en el mercado nacional civil.

En los últimos años la familia de inhibidores de comunicaciones ha sufrido continuos rediseños para adaptarse indistintamente a requisitos civiles y militares, según las necesidades de los posibles usuarios. Recientemente, INDRA ha liderado el grupo de estudio NATO/NIAG sobre tecnologías aplicables a la lucha contra IEDs. También se ha iniciado el rediseño de parte de la familia TITAN para cubrir los requisitos generados por NATO para Afganistán e Irak.

Otros productos derivados de estos desarrollos militares, de importancia tanto en el ámbito de la defensa como en el civil, son las redes de inhibidores TITAN NET. A medio plazo, otros productos derivados de importancia serán los relacionados con la planificación de misiones y con la gestión de la frecuencia en redes de inhibición.

## PROCEDIMIENTOS

### **Gestión de la Calidad**

La implantación de la Calidad en INDRA tuvo sus orígenes en las exigencias de tipo militar que tenían las fabricaciones que acometía. Estas exigencias, inicialmente enfocadas al cumplimiento de requisitos específicos, tanto funcionales como de resistencia a condiciones ambientales externas que se exigían a los productos, estaban reguladas por las normativas militares norteamericanas MIL-Spec.

Asimismo, y como complemento a las MIL-Spec, INDRA desarrolló su propio sistema de Gestión de la Calidad de acuerdo al estándar americano MIL-Q-9858A y posteriormente a lo definido en las normas AQAP de la OTAN.

El cumplimiento de las exigencias de buenas prácticas de gestión definidos en estos estándares fue posteriormente refrendado en las correspondientes certificaciones PECAL del Ministerio de Defensa español.

La implantación en todo el ámbito de la compañía del citado sistema de calidad desarrollado para sus actividades de defensa, con las lógicas adaptaciones que se requerían, permitió posteriormente a la compañía superar sin dificultad los requerimientos de la normativa internacional de Calidad ISO serie 9000, de aplicación a las actividades civiles.

Puede por tanto afirmarse que el actual nivel de calidad que tiene INDRA y los certificados que posee (a los citados anteriormente habría que añadir el EN9100 para sus actividades aeronáuticas o el nivel 3 de CMMi para varias de sus aplicaciones tanto civiles como militares) es consecuencia directa de las exigencias que los clientes del sector de la defensa requirieron en su día a la empresa.

### **Gestión de Proyectos**

El concepto de Gestión de Proyectos, como un ámbito de gestión específico, se creó durante la guerra fría al plantearse el Departamento de Defensa de los EE.UU. la necesidad de tener una mayor seguridad de alcanzar los objetivos establecidos, la rapidez para alcanzarlos y la eficiencia en costes del proceso. Ello les impulsó a desarrollar nuevas herramientas para una gestión de proyectos más eficaz.

El innovador modelo de gestión y las herramientas desarrolladas desde entonces para la gestión de proyectos como consecuencia de necesidades militares se han convertido, hoy en

día, en imprescindibles para las organizaciones del ámbito civil interesadas en alcanzar la excelencia en la gestión de sus proyectos.

Por ejemplo y en fechas aún recientes, los problemas presupuestarios y de calendario sufridos en el desarrollo del avión de combate “F-22 Raptor” se debieron en gran parte, según los responsables de la Fuerza Aérea de los EE.UU., a la falta de capacidad de los sistemas de gestión de programas existentes en ese momento. Este hecho hacía imposible, en proyectos de la complejidad del que nos ocupa, evaluar su grado de avance y hacer previsiones fiables de fecha y coste total incurrido a la finalización del mismo. Esta situación impulsó al Departamento de Defensa a desarrollar el procedimiento “C/SPCS” (*Cost/Schedule Planning Control System*).

El C/SPCS significó, en términos generales, el nacimiento de una forma revolucionaria de gestionar integradamente el alcance, calendario y coste de los proyectos que evolucionaría por mejoras sucesivas hasta llegar al EVM (*Earned Value Management*). Para el Departamento de Defensa americano supuso una forma nueva e infinitamente más eficaz de relacionarse con el sector industrial de la defensa.

Hoy en día el C/SPCS es un sistema de aplicación generalizada por todas las grandes empresas que desarrollan proyectos complejos, tanto en el mundo militar como en el civil. En concreto estos avances en las técnicas de gestión de proyectos están reconocidos y reflejados en el ámbito civil en las normas para la aplicación del EVM como la ANSI/EIA 748-98 y la norma global *Practice Standard for Earned Value Management* editada por el *Project Management Institute* en el año 2005, y en cuya redacción ha tenido INDRA la satisfacción de participar a través de su Oficina de Gestión de Proyectos.

INDRA en efecto gestiona actualmente todos sus proyectos, tanto civiles como militares, con herramientas derivadas directamente de estos sistemas de gestión, lo que se refleja en última instancia en la obtención de unos mayores márgenes para la compañía y en un mayor nivel de satisfacción por parte de sus clientes. El origen de todo ello está en el desarrollo de los grandes proyectos militares que la compañía ha venido desarrollando en los últimos años, tanto para el Ministerio de Defensa español, como en los programas de cooperación multinacionales, entre los que habría que citar muy en particular al AV-8B Plus (España, EE.UU. e Italia) y al Eurofighter EF-2000 (España, Alemania, Italia y Reino Unido).

## APLICACIONES CIVILES DE ELEMENTOS Y TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS ORIGINARIAMENTE PARA APLICACIONES MILITARES

*Antonio Pérez de Lucas*  
*Ingeniero Naval*  
*Director Técnico. Navantia*

### SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS

La División de Sistemas de Navantia (FABA) identificó, dentro de su plan de diversificación, la posibilidad de aplicar parte de la tecnología de sensores electro-ópticos desarrollada en el entorno de los sistemas de defensa antimisil Meroka, a la detección de incendios forestales (BOSQUE), a la vigilancia y detección de obstáculos marinos en buques (SERVIOLA) y a la vigilancia de costas.

Estos son tres ejemplos de la reutilización para usos civiles de la tecnología propia de la División de Sistemas de Navantia adquirida en el marco de programas de ámbito esencialmente militar.

#### **Sistema BOSQUE**

El *Sistema Bosque*, fue creado por Navantia-Sistemas FABA en 1989 como adecuación tecnológica del Meroka (sistema de defensa antimisil de diseño y fabricación propia) para la detección de focos de calor en áreas abiertas. Navantia-Sistemas FABA fue la creadora de este novedoso sistema contra incendios forestales que, mediante la utilización combinada de cámaras de infrarrojos, otros sensores y un potente proceso informático, permite la detección automática de los mismos.

Dicho *Sistema Bosque* engloba los medios necesarios para la detección de incendios forestales mediante cámaras de visión térmica (detección por calor desprendido) y de TV estándar situadas en puntos denominados observatorios, transmisión de imágenes vía radio a una central de vigilancia y detección automática del foco de incendios, mediante técnicas de proceso digital de imágenes.

El sistema es aplicable como medio de detección temprana de incendios forestales en prácticamente cualquier área, estando especialmente indicado para su utilización en zonas de alto valor forestal, botánico, económico e incluso faunístico (permite la observación nocturna y diurna de mamíferos en su hábitat natural). Asimismo dispone de las interfaces necesarias para su integración con sistemas automatizados de gestión de recursos para la lucha contra incendios forestales.

El *Sistema Bosque* aporta una gran ayuda a la extinción del fuego, ya que detecta el incendio en su fase inicial (foco de incendio de 1 m<sup>2</sup> a 10 Km.), posee una amplia cobertura (30 hectáreas por observatorio), permite la coordinación efectiva con los métodos tradicionales de vigilancia, registra en vídeo los incendios provocados y tiene una gran facilidad de operación.

La alimentación eléctrica de los observatorios es una combinación de energía solar y eólica con lo que es posible adaptarla a cualquier zona sin producir impactos medioambientales negativos. Permite la localización automática del fuego en coordenadas UTM o geográficas y la supervisión de las acciones de extinción; puede incluir una estación meteorológica para conocer en todo momento las condiciones locales de riesgo de ignición o propagación del incendio.



## SISTEMA BOSQUE

En la actualidad el *Sistema BOSQUE* está implantado en la mayor parte de las provincias andaluzas y en proceso de expansión dentro del Plan INFOCA. Además, el *Sistema BOSQUE* ha recibido los premios ECODISEÑO "Diseño Innovador" 1995 y "European better environmental awards for industry 1996" en la categoría Diseño Ecológico.

### **Sistema SERVIOLA**

El radar, imprescindible hoy como medio de orientación en tierra, mar y aire, es un buen ejemplo de aplicación de una tecnología militar al campo civil. En la misma línea las cámaras de visión térmica y el proceso digital de señal e imagen, actualmente utilizados principalmente en sistemas de Defensa, han encontrado una excelente aplicación en el *Sistema de Vigilancia Naval SERVIOLA* desarrollado por Navantia-Sistemas FABA.

En este marco, se comenzó en el año 2003 el desarrollo del proyecto SEOAN (*Sistema Electro-Óptico de Ayuda a la Navegación*), financiado por el Programa de Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), incluido en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, cuyo objeto ha sido definir un nuevo sistema electro-óptico de vigilancia y anticollisión, con las mejores prestaciones técnicas disponibles en el mercado y con la máxima incorporación posible de tecnología nacional.

El sistema SEOAN integra un pedestal de sensores electro-ópticos, con un sistema de cartografía electrónica y un pupitre de control situado en el puente de gobierno del buque, desde donde el operador lleva a cabo la vigilancia y supervisión de la navegación.



Posteriormente se amplió el alcance inicial del proyecto SEOAN haciéndolo crecer hasta convertirlo en un *Sistema Integrado de Ayuda a la Navegación SIAN*, a través del desarrollo de un Puesto Integrado, con capacidad para el control de todos los sensores y actuadores del buque, incluyendo las funciones de registro de datos de travesía (RDT) según normativa SOLAS. La finalidad principal del Sistema es aumentar la seguridad en la navegación. La seguridad naval es un tema de máxima actualidad, tanto en los buques de transporte de pasajeros como en los buques de transporte de mercancías peligrosas o contaminantes, por lo

que se prevé una demanda creciente este tipo de sistemas.

En circunstancias específicas, como es el caso de transporte de alta velocidad rápido y navegación nocturna, este tipo de sensores empiezan a ser un requisito de obligado cumplimiento por las autoridades. Además, es necesario compatibilizar los requisitos de seguridad con las necesidades de rentabilidad en la operación de los buques, que obligan a la reducción de personal y, por tanto, a la necesidad de nuevos sistemas que hagan cumplir ambos requisitos.

## **SISTEMA SERVIOLA**



El Sistema de Vigilancia Naval (SVN) SERVIOLA es un sistema electro-óptico, estabilizado y multipropósito basado en la exploración del entorno del buque o plataforma en los espectros visible e infrarrojo. La imagen visible o infrarroja se presenta al operador en tiempo real y a la vez se procesa automáticamente en busca de objetos que invadan el campo de exploración cubierto por las cámaras para generar alarmas una vez detectada la intrusión. El sistema permite también el seguimiento automático de objetos o referencias.

El SVN SERVIOLA tiene dos aplicaciones principales:

Ayuda a la navegación como sistema anticolidión para buques de todo tipo.

Vigilancia óptica para servicios de vigilancia costera embarcados o en tierra.

Entre las características del SVN SERVIOLA destacan:

Operación nocturna o en condiciones de baja visibilidad.

Manejo sencillo, funcionando desatendido en los modos de exploración automática.

Funcionamiento totalmente pasivo y por tanto no detectable.

Instalación adaptada a cualquier tipo de buque o plataforma dados su diseño modular, peso ligero y bajo impacto sobre la plataforma.

Mantenimiento mínimo y realizable a bordo.

Óptima relación coste-efectividad, por ser un sistema concebido para aplicaciones del sector civil con criterios de fiabilidad del sector militar.



Para esta misión, se han utilizado sensores ópticos con una amplia cobertura del espectro radioeléctrico (desde visible hasta infrarrojo) y con la tecnología que actualmente aporta mayores prestaciones de sensibilidad (óptica de gran focal y luminosidad con CCD de alta resolución y sensibilidad para el visible y matriz de antimonio de indio para el infrarrojo). Todos los sensores ópticos están soportados por una plataforma giroestabilizada tipo Gimbal abierto, que compensa los movimientos propios de un buque (cabezada, balanceo y vibraciones internas). Esta plataforma tiene un diseño modular que permite la incorporación futura de nuevos sensores o elementos asociados, debidos a un posible avance tecnológico, así como presentar distintas configuraciones de sistema, desde relativamente sencillo y económico a más sofisticados.



Este sistema incorpora, además, un proceso de imagen que permite el rechazo de falsas alarmas y presta ayuda a la detección, reconocimiento e identificación (DRI) gracias a la utilización de diversas técnicas basadas en redes neuronales y lógica borrosa. Estos últimos desarrollos han sido realizados con la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla (AICIA).

El Sistema Electro-Óptico Naval de Vigilancia y Anticolisión tiene como principales funciones:

- Ayuda a la navegación para evitar colisiones.
- Ayuda a maniobras de atraque y desatraque.
- Localización y rescate de naufragos.
- Ayuda en desastres ecológicos.
- Reconocimiento, identificación y seguimiento de objetos.
- Medida de demoras y distancias a referencias.
- Integración de pedestal EO con cartografía.

Sus principales aplicaciones son de ayuda de la navegación anticolisión en condiciones de:

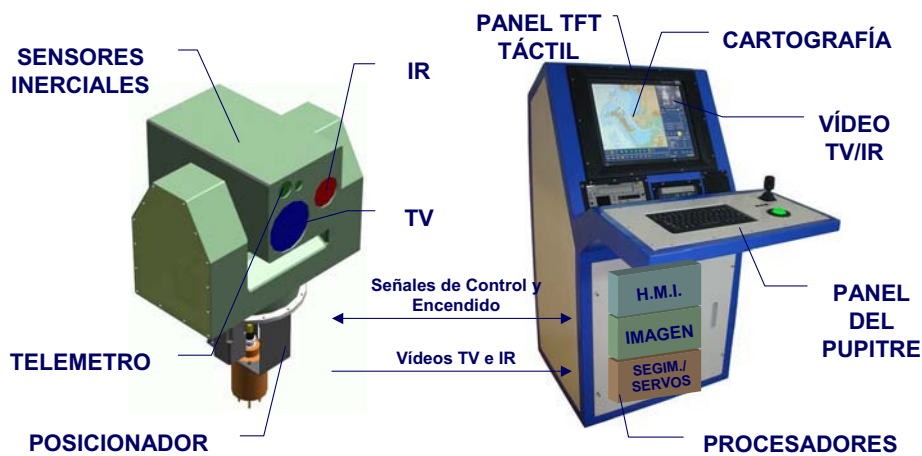
- Navegación nocturna.
- Baja visibilidad: niebla,...
- Áreas de tráfico denso.
- Presencia de obstáculos: cetáceos,...

Como novedad respecto a otros sistemas del mercado, el SEOAN presenta al operador, además de la imagen de vídeo seleccionada, una cartografía de la zona en que se encuentra el buque, a la que se incorporan diversos datos, como son trazas de los blancos seleccionados, predicción de posiciones futuras (rumbo, distancia y velocidad), datos del buque propio (velocidad, rumbo), datos del sistema, otros datos disponibles (meteorología, estado de la mar, fecha y hora, grabación imágenes,...) y sintéticos introducidos por el operador (nombre del blanco identificado, tipo blanco,...). Adicionalmente, el sistema cuenta con interfaces para su comunicación con otros sistemas del buque relacionados con la navegación, como navegadores, giroscópica, corredera, etc.

Las siguientes figuras muestran un diagrama de bloques del sistema y el sistema instalado en un buque tipo *Fast Ferry*.

**UNIDADES SOBRE CUBIERTA:**  
PEDESTAL GIROESTABILIZADO

**UNIDADES EN PUENTE:**  
CONJ. PANELES CONTROL/PROCESADORES



**Sistemas de vigilancia costera**

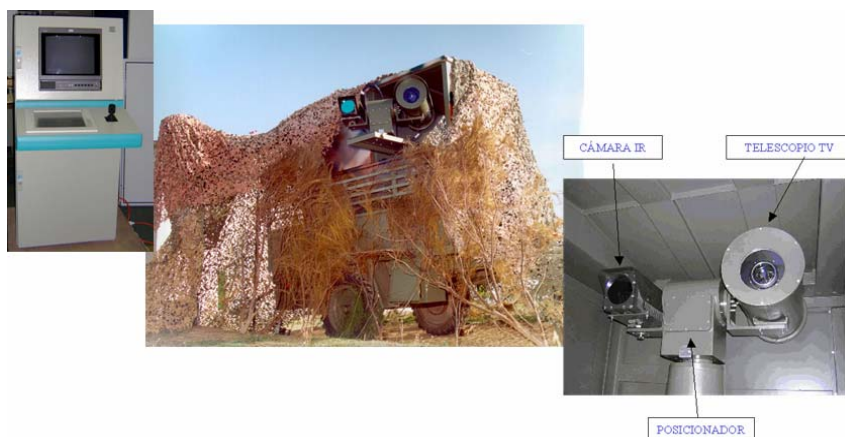
Otra de las aplicaciones desarrolladas por Navantia-Sistemas FABA, dentro de los sistemas electro-ópticos, es la orientada a la vigilancia de costas. El Sistema de Vigilancia de Costas es un sistema de vigilancia electro-óptico *containerizado* que permite realizar funciones de vigilancia, detección e identificación de objetivos.

Gracias a los sensores electro-ópticos y de posicionamiento integrados, además de las funciones anteriores, el sistema tiene capacidad de localización geográfica de objetivos, automatizando el proceso para reducir el tiempo de misión y mejorar la eficacia de los observadores.



Actualmente existen cuatro unidades en servicio en el Mando de Artillería de Costa (MACTAE) del Ejército de Tierra, denominadas POMOS (Puestos de Observación Móviles).

La siguiente figura muestra los distintos elementos del Sistema:



## SISTEMAS DE CONTROL DE PLATAFORMA

### COMPLEX/SIMPLEX

Navantia–Sistemas FABA ha identificado la posibilidad de aplicar gran parte de la experiencia acumulada en la implementación de los Sistemas Integrados de Control de Plataforma de buques de guerra, desarrollados en su Departamento de Sistemas de Control, a Sistemas de Control y Supervisión para buques civiles.

Para ello ha desarrollado una arquitectura y un conjunto de herramientas software que permiten una representación integrada de la información (real en 3D, esquemática en 2D y de exploración de datos) para el despliegue de una nueva generación para sistemas integrados de control de plataforma. Gracias a estos desarrollos se ha logrado una *verdadera integración a todos los niveles* para dotar a los buques civiles de un auténtico *sistema de información* que se transforme en “*conocimiento*” de dichos buques para todos los implicados en su gestión.

Con este desarrollo, Navantia–Sistemas FABA pretende extender la implantación de tecnologías que hasta ahora estaban reservadas a buques de alto contenido tecnológico, como los barcos de guerra de última generación.

Pero, además, supone un nuevo concepto en la operación, logística y mantenimiento de todo tipo de buques, ya que pone a disposición de la tripulación información que hasta ahora se incluía en la documentación de entrega de los buques, pero de la que no se obtenía una utilidad real por ser necesarias las herramientas informáticas con que fueron creados dichos documentos. Permite tener la información del buque siempre disponible, y además completamente actualizada, gracias a que incorpora una gestión automatizada de la sincronización de configuraciones y datos, notificando los cambios. Va más allá de los métodos y herramientas utilizados en los Procesos Integrados de Diseño y Fabricación, extendiendo estos procesos a la fase de Explotación (Operación y Mantenimiento) y facilitando una estandarización en los procedimientos de pruebas de servicios y entrega del buque.

Constituye una innovación tanto en el propio planteamiento de la herramienta como en todas las integraciones que conlleva:

- Integración de comunicaciones (Ethernet, inalámbrica, acceso remoto, vídeo y voz sobre IP,...).
- Tecnologías de representación 3D, que hasta ahora sólo eran de aplicación en Ingeniería y Construcción, en la fase de Explotación en tiempo real. Esto es posible gracias al aprovechamiento del fuerte impulso que está experimentando la industria del videojuego 3D y a los continuos avances en la potencia de procesado de los ordenadores con costes siempre a la baja.
- Integración de los procesos de Diseño y Construcción con los procesos de Operación y Mantenimiento a lo largo del ciclo de vida del buque, partiendo de la información generada durante los primeros para ser explotada durante los últimos. Se aprovechan anteriores desarrollos de I+D+i ya concluidos como “Diseño Virtual” y “Generación de Herramientas de CAD para electricidad y electrónica”.
- Tener integrada la formación de los usuarios en el propio sistema gracias a la inclusión de procesos de simulación para facilitar el adiestramiento tanto a bordo como en tierra.
- Integrar tecnologías de Orientación al Objeto, tanto a nivel de desarrollo como a nivel de la modelización y persistencia de elementos físicos. Perfecta organización de la Base de Objetos para facilitar la Operación y Mantenimiento del buque tomando en cuenta todas las interrelaciones existentes entre los componentes y los sistemas.



## SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

*Silvia Soriano Arévalo  
Directora de Defensa  
SUN MICROSYSTEMS Inc.*

### REVISIÓN CONCEPTUAL Y ALCANCE DEL ÁMBITO CIS

Desde el 11 de septiembre de 2001 todo ha cambiado, para todos y en cualquier actividad en el mundo occidental. Ese día, un grupo de fundamentalistas expertos en la comunicación a través de internet, fueron capaces de humillar a la gran superpotencia mundial, Estados Unidos.

*Ya lo dijo el Boston Globe unos días después al atentado "...en una era en que los terroristas utilizan teléfonos vía satélite y correo electrónico cifrado, los guardabarreras de los Estados Unidos permanecen armados contra ellos con lápiz y papel, con sistemas informáticos arcaicos que no se comunican entre sí..."*

En palabras del Almirante Bill Owens, ex vicepresidente de la Junta de Jefes de Estado Mayor, *"nuestra estructura militar actual es una estructura desarrollada y diseñada esencialmente por Napoleón. Perfecta para enfrentarse a la antigua Unión Soviética pero con una pésima estructura para enfrentarse a Al Qaeda"*.

El terrorismo representa un nuevo enemigo, con una organización nueva, que resulta enormemente peligroso y que ya ha sido capaz de demostrar en múltiples ocasiones las vulnerabilidades de las sociedades modernas.

Todos estos acontecimientos han provocado una fuerte convulsión en el mundo de la Seguridad y la Defensa, y como consecuencia de esta convulsión, también se han producido una revolución en el sector empresarial relacionado con la Seguridad y la Defensa. La industria especializada también tiene que adaptarse a esta nueva situación y colaborar y cooperar con las Fuerzas Armadas para obtener las soluciones tecnológicas más adecuadas que puedan permitir a los Estados estar preparados para prevenir estos ataques terroristas que, cada vez más, están presentes en nuestra sociedad moderna y globalizada.

Siguiendo en este ámbito si hay unas tecnologías que sean accesibles a cualquier ciudadano del mundo en la actualidad, son las tecnologías de la información y de las comunicaciones: la telefonía móvil, el acceso a los ordenadores más avanzados o internet son ejemplos de lo que las tecnologías de la información son capaces de proporcionar. Y nuestros enemigos actuales, los terroristas aprovechan todas esas tecnologías para su causa.

Del mismo modo, en el ámbito militar las tecnologías de la información son una herramienta clave para tener un mayor conocimiento de la propia organización, así como de cualquier organización ajena, pudiendo permitir que se tomen decisiones de un modo más eficaz y en tiempo útil. Ya lo decía el gran estratega Sun Tzu 500 años a.C: *"Conoce al enemigo, concóctete a ti mismo y tu victoria nunca será amenazada. Conoce el terreno, conoce las condiciones meteorológicas y tu victoria será total"*.

Los sistemas y las tecnologías de información están presentes en casi todos los sistemas militares. Es bien sabido que CIS es el acrónimo OTAN que significa *"Communication and Information Systems"*, que si bien no es un acrónimo largo, tiene un alcance muy amplio. Según la agencia NC3A de la OTAN, las competencias de entornos CIS incluyen:



- Sistemas de satélites militares y civiles.
- Sistemas de información desplegados y no desplegados.
- Sistemas militares de mensajería.
- Sistemas de información geográfica.
- Sistemas comerciales de telefonía móvil y sistemas de comunicaciones móviles profesionales (por ejemplo, GSM, TETRA).
- Tecnologías de seguridad y "ciber-defensa" para la protección de redes y sistemas. En este contexto, el diseño de redes IP seguras, así como el soporte de las mismas, son factores básicos de las tecnologías CIS.

Como puede observarse, estas tendencias que marcan los sistemas CIS están muy cercanas a la era que vivimos en la actualidad, que podríamos llamar la "era de la información" o incluso yendo un poco más lejos, podríamos denominarla la "era de la participación". Por tanto, no es un fenómeno único del sector militar, sino que empieza a ser un fenómeno clave para otros sectores. Empieza a considerarse la información como un recurso estratégico de las organizaciones, por lo que cualquier avance en este ámbito, resulta extrapolable a cualquier organización.

Y si se considera la información como un recurso estratégico de las organizaciones, la gestión de la misma está considerada la clave del éxito en muchas organizaciones.

Se puede poner un ejemplo de lo citado anteriormente: basta pensar en un sistema de Mando y Control militar que técnicamente tiene la finalidad de proporcionar información rápida, veraz y actualizada a los mandos militares y civiles que tienen que tomar decisiones. Pues bien, son muchas las empresas privadas y organismos civiles que ya están introduciendo este tipo de sistemas de información en sus organizaciones para tomar las decisiones más beneficiosas para dichas empresas.

Por tanto, cabe resaltar la posibilidad de aprovechar la investigación y desarrollo que se pueda desarrollar en el ámbito militar, para usos civiles y empresariales. A lo largo de este capítulo, iremos relatando la relación entre ambos mundos, militar y civil, en las tecnologías de los sistemas de información.

## **FÓRMULAS PARA MEJORAR EL RETORNO DE LA INVERSIÓN EN I+D EN ENTORNOS CIS**

Dada la importancia del papel que juegan los sistemas de información en el proceso actual de transformación de las Fuerzas Armadas, sería de gran utilidad encontrar fórmulas más eficaces que permitan la mayor rentabilidad de las inversiones en I+D en el ámbito de la Defensa y la Seguridad en relación a los entornos CIS, por lo que en este punto se profundizará en algunas soluciones que pueden ser de interés a la comunidad tecnológica:

### **Colaboración público-privada para la firma de contratos (Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público)**

Con la Nueva Ley de Contratos del Sector Público, publicada recientemente y que entra en vigor el 1 de mayo de 2008, estamos entrando en una nueva época en la que la colaboración entre lo público y lo privado; y los puentes entre uno y otro, serán más amplios.

Citando textualmente el artículo 11, se establece lo siguiente:

*"Artículo 11. Contrato de Colaboración entre el sector público y el sector privado.*

1. *Son contratos de colaboración entre el sector público y el sector privado aquellos en una Administración Pública encarga a una entidad de derecho privado, por un período determinado en función de la duración de la amortización de las inversiones o de las fórmulas de financiación que se prevean, la realización de una actuación global e integrada que, además de la financiación de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para el cumplimiento de determinados objetivos de servicio público, comprenda alguna de las siguientes prestaciones:*
  - a) *La construcción o transformación de obras, equipos, sistemas, y productos o bienes complejos, así como su mantenimiento y actualización, su explotación o su gestión.*
  - b) *Fabricación de bienes y prestación de servicios que incorporen tecnología específicamente desarrollada con el propósito de aportar soluciones más avanzadas y económicamente más ventajosas que las existentes en el mercado.*
  - c) *Otras prestaciones de servicios ligadas al ejercicio por la Administración del servicio público que le ha sido encomendado.*
2. *El contratista colaborador de la Administración puede asumir, en los términos previstos en el contrato, la dirección de las obras que sean necesarias, así como realizar, total o parcialmente, los proyectos para su ejecución.*
3. *La contraprestación a percibir por el contratista colaborador consistirá en un precio que se satisfará durante toda la duración del contrato, y que podrá estar vinculado al cumplimiento de determinados objetivos de rendimiento.”*

El objeto del contrato de colaboración es, pues, muy amplio. Tras analizar el texto anterior parece difícil que pueda quedar excluida alguna materia o alguna actividad propia de la administración. Por lo que actividades de I+D, y más concretamente en el ámbito CIS, estarían contempladas dentro de la nueva propuesta de Ley de Contratación.

Esta colaboración entre lo público y lo privado que plantea esta nueva ley tiene otras ventajas, como la aportación de nuevas tecnologías a la modernización, como ha hecho por ejemplo el Departamento de Defensa norteamericano con internet. Cualquiera que lea la historia de estos avances (de los que hablaremos más en detalle en el último punto de este capítulo), verá que si en aquellos momentos iniciales no se hubiera podido invertir a fondo perdido y sin la exigencia de la inmediatez de los mercados, no se hubieran podido realizar inversiones a largo plazo con la justificación de los motivos de seguridad; muchas cosas que están marcando la vida de hoy en día no hubieran sido tan fáciles aunque luego hayan sido aprovechadas en el libre mercado. ¿Internet existiría sin la red que puso en funcionamiento el Departamento de Defensa norteamericano? No podemos saberlo, pero lo que sí parece evidente es que los mercados no hubieran podido aportar fondos y arriesgarse hasta el punto que lo hizo la Administración.

### **Inversiones basadas en capacidades**

Se dice que una organización posee una ventaja competitiva cuando alcanza una posición competitiva superior frente a uno o más competidores. La posición competitiva constituye un cálculo relativo del rendimiento, que en la práctica puede medirse comparando las capacidades intrínsecas de los competidores dentro de un entorno competitivo. Como ejemplo de capacidades empresariales podemos citar el diseño, producción, comercialización, venta y distribución de un producto, mientras que como capacidades militares se incluirían la maniobra, ataque, logística y mando y control. Tanto en el ámbito empresarial como en el militar, una organización puede valorar su posición competitiva presente y futura contestando las siguientes preguntas en el caso de la posición competitiva actual:

- ¿Quiénes son sus competidores actuales y qué capacidades tienen?

- ¿Cómo son las capacidades organizativas actuales en comparación con las de sus competidores?
- ¿Qué grado de asimilación, adaptación y mejora de sus capacidades actuales tiene su organización comparándola con las de sus competidores?
- ¿Qué probabilidad hay de que surjan nuevos competidores en un futuro próximo?

Y en el caso de la posición competitiva futura:

- ¿Quiénes son los competidores previsibles y cuáles son sus probables capacidades?
- ¿Cuándo se espera que aparezcan los nuevos competidores?
- ¿Cuáles son las futuras capacidades previstas de la organización?
- ¿Qué se puede hacer ahora para disuadir a los potenciales competidores futuros?
- ¿Qué se puede hacer ahora para crear una futura ventaja competitiva en el caso de que fracasara la disuasión?

Las respuestas a estas preguntas determinarán la posición competitiva actual de una organización y proporcionarán una estimación de su posición competitiva futura. En algunos casos las respuestas no pueden ser nítidas porque implican incertidumbres, ambigüedades y una valoración de riesgos, que frecuentemente producen desacuerdos constructivos y estimulan el debate interno de una organización. Si se consigue el consenso en lo relativo a la existencia de una deficiencia competitiva -presente o futura-, se podrá iniciar entonces un diálogo sobre las posibles líneas de acción a adoptar para mejorar la posición competitiva. Y una vez logrado el consenso sobre la necesidad de hacer cambios la transformación debe contemplarse como un medio para lograrlos.

Si se acepta la premisa de que las capacidades son la base fundamental de la competitividad entre organizaciones, los esfuerzos para desarrollar o aumentar la ventaja competitiva deberían basarse en ellas. Así que el objetivo principal de la transformación debe consistir en el desarrollo y mejora de las capacidades.

Conceptualmente las capacidades están integradas por diferentes componentes: personas, procesos, organizaciones y tecnología. Eso implica que las capacidades pueden mejorarse por la innovación y el cambio a nivel de cada uno de los componentes. Cuando el cambio introducido a nivel componente supone una innovación importante resultará adecuado utilizar los métodos tradicionales de innovación. Sin embargo, cuando la mejora o desarrollo de una capacidad necesita la sincronización de dos o más componentes, o cuando la innovación limitada a nivel de componente no resulta satisfactoria, suelen ser necesarias las metodologías de transformación.

Una transformación basada en capacidades implica los siguientes elementos y relaciones:

- La transformación es un proceso continuo que crea y mantiene una ventaja competitiva.
- La transformación abarca la evolución conjunta de los procesos, organizaciones, tecnologías y recursos humanos que al ser considerados de forma conjunta posibilitan la mejora de las capacidades existentes y la creación de otras nuevas.
- La transformación amplía las capacidades básicas merced a la creación de nuevas competencias y áreas competitivas, con lo que se revalorizan los atributos competitivos existentes.
- La transformación busca influir en la ventaja competitiva actual o futura identificando posibles cambios en los principios subyacentes o creando nuevas normas.
- La transformación implica la identificación de nuevas fuentes de potencial que, en caso de explotarse, podrían proporcionar ventaja competitiva.
- La transformación se centra en el componente humano del cambio, forjando líderes que puedan dirigir el proceso de cambio y creando una cultura organizativa abierta al cambio y que favorezca la innovación, el aprendizaje y la asunción de riesgos.

Estos elementos proporcionan un marco para meditar sobre la transformación y en las iniciativas necesarias para estructurarla. Por supuesto, los parámetros específicos de la situación competitiva de cada organización determinarán el alcance, ritmo e intensidad de las iniciativas necesarias para lograr los objetivos estratégicos deseados.

Y es en este contexto de transformación y capacidades donde la I+D se convierten en herramientas vitales para la puesta en marcha de dicha transformación para la adaptación de nuestras Fuerzas Armadas al escenario geoestratégico que vivimos hoy en día. La industria tiene mucho que aportar en ese ámbito y las tecnologías CIS también pueden ayudar a hacer las capacidades de las Fuerzas Armadas mucho más eficaces y óptimas.

De hecho una de las líneas de investigación más candentes en este momento pasa por el gran reto de la *interoperabilidad* entre los distintos sistemas de información que gestionan los diferentes componentes de las misiones multinacionales.

La necesidad de mejorar la interoperatividad constituye uno de los retos principales para las Fuerzas Armadas de cualquier nación y resulta de especial trascendencia para la OTAN. Pero lo que convierte a la *Nato Response Force* (NRF) en un potente motor para la transformación de la Alianza es su vinculación con el concepto de Capacidad Disponible en Red (NEC). Este vínculo puede permitir que las fuerzas de la OTAN refuercen su interoperatividad y aprovechen mejor las nuevas fuentes de desarrollo potencial asociadas al intercambio de información. Pero debemos ser conscientes de que aprovechar este potencial en el actual entorno presupuestario e implementar el concepto NEC implicará inevitablemente la necesidad de efectuar fuertes gastos.

Precisamente esa necesidad de invertir en capacidades disponibles en red representa una oportunidad para colaborar en el desarrollo y experimentación de conceptos orientados a potenciar la eficacia de una coalición de fuerzas coordinadas en la red en toda la gama de operaciones. Si este planteamiento se desarrolla adecuadamente podría contribuir también a adquirir las pruebas empíricas que necesitará la OTAN cuando pida a los países miembros que inviertan en los elementos esenciales de las capacidades disponibles en red. Un elemento clave para acelerar la implementación de las NEC de la OTAN es la capacidad de los Aliados para aprender de las experiencias mutuas en operaciones, adiestramiento y experimentación con unidades conectadas a la red. El despliegue del Cuerpo de Ejército germano-holandés en Afganistán, por ejemplo, representó una magnífica oportunidad para aprender en profundidad todo lo relacionado con la viabilidad del empleo de comunicaciones disponibles en red y basadas en satélites dentro del marco de una coalición.

Pensando en unas Fuerzas Armadas construidas en base a capacidades, es importante que esas capacidades se compartan con la industria especializada del sector, para que ésta pueda adaptarse a las necesidades que hoy en día requiere la transformación de nuestras Fuerzas Armadas. Eso permitirá que las inversiones en I+D de las empresas se gestionen de una forma más eficiente y más eficaz, consiguiéndose un mayor beneficio mutuo, por parte de la empresa y del Ministerio de Defensa.

### **Aprovechamiento de tecnologías duales**

Particularmente en el siglo XX, los grandes avances en el ámbito científico-tecnológico tuvieron su origen, en gran medida, en el material resultado de la investigación de las Fuerzas Armadas y que más tarde fueron aprovechados por la sociedad. El avión, los materiales compuestos, la red informática, las comunicaciones, son elementos de una larga lista de productos innovadores. En los años ochenta fue evidente la competencia entablada entre las dos super-potencias de entonces, que se lanzaron a la búsqueda de armas más precisas,

nuevos sensores de detección y sistemas, el GPS (*Global Positioning System*), los microchips y los materiales compuestos.

De hecho, uno de los grandes expertos de aprovechamiento de tecnologías duales, es el gobierno norteamericano, cuyo sólido modelo de financiación de I+D se explica con un poco más de detalle en el siguiente apartado.

### **Un buen ejemplo: inversiones I+D en Defensa en EEUU**

Las organizaciones de Defensa de los Estados Unidos formaron parte de los grupos pioneros usuarios de la tecnología electrónica para aplicaciones militares y consiguieron significativos avances durante el período de la Segunda Guerra Mundial y los años siguientes. Sin embargo, su progreso fue frenado por las restricciones impuestas por la falta de una disciplina científica en las universidades, de una industria potente y de redes para conectar ordenadores. En esta situación, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, creó en 1958 la agencia DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) con el objetivo de crear sistemas de defensa avanzados, para lo que se la dotó de los recursos necesarios para abordar proyectos de alto riesgo pero que ofrecieran altos retornos tecnológicos, militares e industriales.

DARPA constató rápidamente la importancia de la informática en las aplicaciones militares y centró su esfuerzo en el fomento de la tecnología informática para la defensa, un trabajo de liderazgo que, hoy en día, le permite reclamar la autoría de cerca de la mitad de las innovaciones más importantes en el campo de las ciencias de la información, pudiéndose citar el lenguaje LISP (de inteligencia artificial), el procesamiento paralelo, sistemas distribuidos, reconocimiento de mensajes, etc.

Para ello, la Agencia siguió diversas estrategias, en algunos casos desarrollando tecnologías directamente para la Defensa y, en otros, promoviendo la transferencia a la industria civil para que en una etapa posterior, la propia industria fuera capaz de satisfacer las necesidades del Departamento de Defensa. Dentro de éstas, son ejemplos la tecnología RISC, el modo de transferencia asíncrono ATM (el protocolo actual en las autopistas de la información) y, quizás el ejemplo más elocuente de la repercusión de los resultados de DARPA sobre la industria actual, el protocolo TCP/IP que utilizan masivamente las comunicaciones de internet.

Las actuaciones de DARPA en el campo de la informática y sistemas de información para Defensa han constituido una gran aportación al avance de las tecnologías, en materia de equipos, sistemas y redes, que han situado a las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos en una posición ventajosa en el mundo. Aun así, la política de desarrollo de tecnologías para la Defensa ha tenido otras implicaciones mucho más profundas, entre las que se deben destacar la creación de infraestructuras sociales, el fomento de la industria y crear las condiciones que propiciaran la apertura de los mercados.

Orientadas al progreso tecnológico, varias de las infraestructuras sociales que inicialmente se crearon, fueron algunas universidades y algo más tarde instituciones, colegios, programas de educación, etc. Tres universidades, *Stanford*, *Carnellie Melon* y el *Massachussets Institute of Technology*, tras haber aportado centenares de ingenieros y doctores, constituyen hoy en día centros de excelencia en ciencias de comunicaciones e informática.

También a partir de los programas de investigación financiados por DARPA, se crearon industrias que son hoy día líderes en la informática. **Sun Microsystems** nació para encargarse de la industrialización y comercialización de microcircuitos desarrollados en la Universidad de *Stanford* y del sistema operativo UNIX desarrollado por la Universidad de California de Berkeley.

Estos son unas cuantas de las grandes aportaciones que debemos a la DARPA y al Departamento Norteamericano de Defensa. Del mismo modo, la *National Security Agency* (NSA) está realizando una labor fundamental referente a la seguridad y los sistemas de información. También es una agencia que ya tiene historia, ya que fue creada en el año 1952. Entre sus principales objetivos tiene la prevención de ataques cibernéticos a los organismos militares y entre sus principales aportaciones al mundo civil podemos citar algo tan familiar, y ya tan desaparecido, como la cinta de casete.

Los programas de investigación de la NSA, al igual que los de DARPA, se construyen a partir de la estrecha colaboración entre organismos militares y la industria civil especializada en seguridad.

Este modelo tan sólido, que ha posibilitado gran cantidad de mejoras tecnológicas de las Fuerzas Armadas norteamericanas, podría trasladarse a nuestro país, en la medida en la que nos corresponde poder obtener mayor participación de la industria de Defensa, al convertirse el tejido industrial en el gran socio tecnológico de las Fuerzas Armadas españolas y eliminar de una vez por todas ese apelativo de “proveedor” que se achaca a las empresas. Debe quedar claro el concepto de que la empresa es un organismo colaborador del Ministerio de Defensa y cuyos éxitos serán los éxitos del propio Ministerio.

## **CONCLUSIONES**

Una de las principales consecuencias que se extraen de todo lo anterior es que no debe cuestionarse la necesidad del desarrollo de nuevas tecnologías. Por el contrario, es evidente que este es un elemento crítico a la hora de mantener la presente asimetría de medios con respecto al nuevo enemigo, que difícilmente puede tener los recursos necesarios para equilibrar la balanza en este sentido. Hay que mantener un esfuerzo continuo en este campo de modo que pueda mantenerse una ventaja “competitiva” sobre las nuevas amenazas que surgen en el escenario modificado de Estrategia y Seguridad en que nos encontramos. Y para ello, es necesaria la inversión en el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicaciones y en la incorporación de las tecnologías nacientes (por ejemplo IP versión 6, VPN, etc.) a los sistemas de Defensa y Seguridad. Sin embargo, este esfuerzo resultará baldío si no se trasladan las tecnologías existentes a productos y procesos capaces de mejorar nuestra capacidad de respuesta frente a las nuevas amenazas de una forma innovadora.

La industria y los organismos públicos de investigación españoles disponen de la base científica y técnica necesaria para los hacer frente a los nuevos retos en materia de seguridad. Hemos tan sólo de encontrar la forma de explotar estas capacidades de forma eficiente antes de que el enemigo descubra cómo explotar nuestras carencias.

Destacar como un punto importante la doble aplicación de muchos de los programas de I+D llevados a cabo y que han sido financiados por las entidades gubernamentales, capaces de asumir los riesgos que muchas veces las empresas no pueden asumir.

Otra característica a destacar es que la Defensa y la Seguridad representan un bien horizontal. Lo que significa que mientras no haya más conciencia de Defensa, no vamos a cumplir bien dicha función. Y lo que quiere decir conciencia de Defensa y Seguridad, es que no se puede poner en discusión, como muchas veces se hace, que un helicóptero vale más que un hospital, que una cárcel o que una universidad. Hay que tener claro que si no tenemos lo uno, será difícil que mantengamos lo otro. La Defensa garantiza la supervivencia de la sociedad y si una sociedad no sobrevive, todo lo demás no tiene importancia.

## **Bibliografía**

- <http://www.nc3a.nato.int/organization/cis.html>
- “Tecnología de la Defensa” Carlos Martí Sempere. Madrid, 2006
- NSA: <http://www.nsa.gov>
- “La Nueva Ley de Contratos y la Externalización”, AESMIDE, 2007
- “El contratista en cuanto colaborador de las Fuerzas Armadas y Fuerzas de Seguridad”, AESMIDE, 2006
- <http://www.darpa.mil>
- <http://www.disa.mil>
- <http://www.mde.es>

## INVERSIONES DE DEFENSA EN I+D+i DE APLICACIÓN CIVIL. EL INTA, CLARO EJEMPLO

**Ángel Orenes Cayuela**

*General de Brigada Ingeniero Aeronáutico*

*Subdirector de Investigación y Programas*

*Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" - INTA*

### INTRODUCCIÓN

Los gastos en I+D+i de carácter militar tienen su origen en los Presupuestos Generales del Estado y en los últimos años han crecido notablemente como se puede observar en la tabla siguiente.

| Presupuesto de I+D+i para<br>Proyectos y Programas de Defensa en el Ejercicio 2006  | Millones<br>de € |
|---|------------------|
| <b>MINISTERIO DE DEFENSA:</b>   |                  |
| • <b>464A</b> Investigación y Estudios de las Fuerzas Armadas (205,3 M €).  |                  |
| • <b>467G</b> Investigación y Desarrollo de la Soc. de la Información (3,9 M €)   | <b>209,20</b>    |
| <b>OO. AA. DE DEFENSA:</b>  |                  |
| • <b>464A</b> Investigación y Estudios de las Fuerzas Armadas (116,65 M €).   | <b>116,65</b>    |
| <b>MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (I+D+i):</b>   |                  |
| • <b>467C</b> Investigación y Desarrollo Tecnológico-Industrial (Programas 823 -460,8 M €- y 832 -897,2 M €-) Aportaciones Reembolsables a Empresas para Desarrollo de Proyectos Tecnológicos Industriales Cualificados Relacionados con Programas de Defensa | <b>1.358,00</b>  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>1.683,85</b>  |

Fuente: Presupuestos Generales del Estado

En el año 2006, estos gastos han ascendido a unos 1.683,85 millones de euros que representan un 26% del total de fondos de I+D puestos a disposición del Estado. De este monto, la cifra de 116,65 millones de Euros provenientes del Programa Presupuestario 464A – Investigación y Estudios de las Fuerzas Armadas– asignados a Organismos Autónomos del Ministerio de Defensa, corresponden en su mayoría (111,26 M€) al Presupuesto del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA).

### NATURALEZA DEL INTA

El INTA es un Organismo Autónomo adscrito al Ministerio de Defensa, a través de la Secretaría de Estado de Defensa, especializado en la investigación y el desarrollo tecnológico aeroespacial. Figura como Organismo Público de Investigación –OPI– en la Ley 13/86 conocida como la “Ley de la Ciencia”. En sus Estatutos aprobados por Real Decreto 88/2001 de 2 de febrero se establecen su misión y funciones, que aparte de las generales señaladas en el Artículo decimocuarto de la “Ley de la Ciencia”, figuran, entre otros: la adquisición, mantenimiento y elevación del nivel de las tecnologías en el ámbito aeroespacial; la realización de ensayos, análisis y todo tipo de pruebas y trabajos experimentales para comprobar,



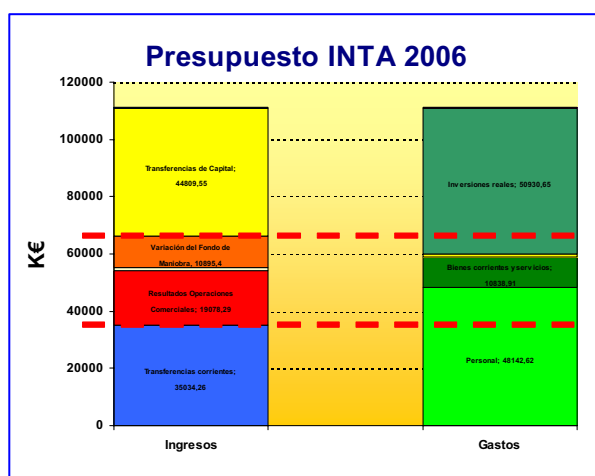
homologar y certificar materiales, componentes y equipos aeroespaciales; la difusión de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos que pudieran contribuir al desarrollo de la industria nacional y de los trabajos de investigación científica y tecnológica.

Como Instituto Nacional y OPI, sus responsabilidades exceden claramente el ámbito de la Defensa y debe por tanto cubrir también con sus actividades las necesidades del ámbito aeroespacial civil.

## PRESUPUESTO DE INGRESOS

El presupuesto de ingresos del INTA procede de varios conceptos:

- Transferencias corrientes del Ministerio de Defensa.
- Transferencias de capital del Ministerio de Defensa.
- Resultados de sus operaciones comerciales.



Esto supone que tiene que autofinanciarse en cierto grado para poder cubrir adecuadamente su presupuesto de gastos.

## PRESUPUESTO DE GASTOS

El presupuesto de gastos, en términos generales, se descompone en

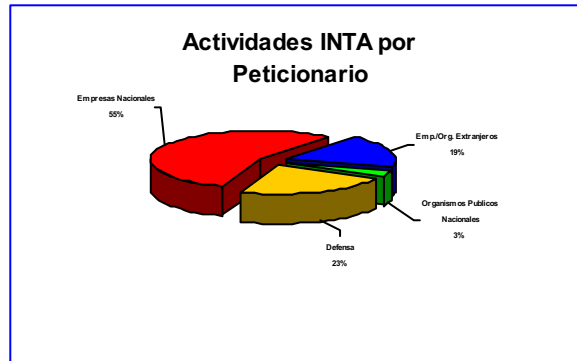
- Gastos de personal.
- Gastos de funcionamiento.
- Inversiones.

En el gráfico siguiente se puede apreciar la distribución de estas partidas para el ejercicio 2006.

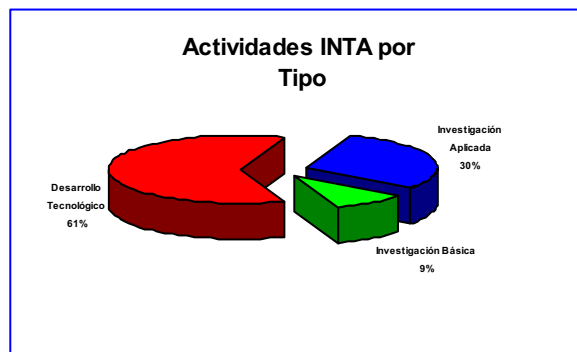
Se pueden deducir, entre otras cosas, que al INTA se le exige autofinanciarse en un 30% aproximadamente y que esa autofinanciación permite cubrir parte de los gastos de personal e incrementar sus inversiones reales.

## ACTIVIDADES

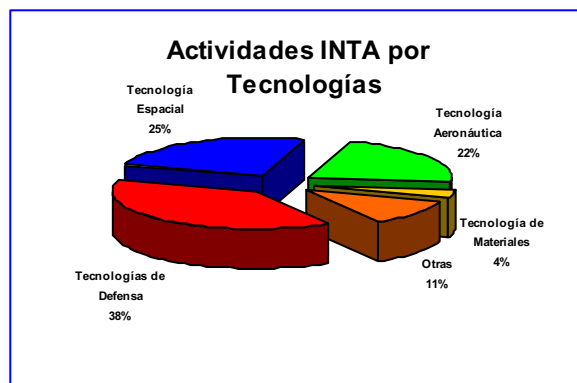
De toda la actividad del INTA, sólo un porcentaje en el entorno del 23 % se dedica a la Defensa, estando distribuida como se muestran en el gráfico siguiente.



Por otra parte, las actividades se reparten, como es lógico, mayoritariamente en desarrollos tecnológicos y en un menor grado en Investigación Aplicada y Básica.



Si se analizan los tipos de tecnologías que se desarrollan, resulta lo siguiente:

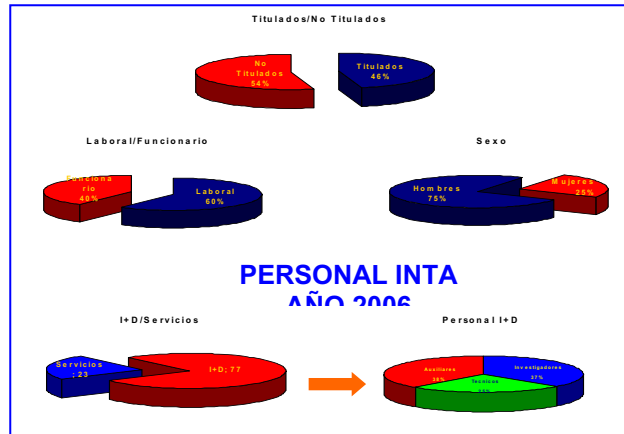


Se puede claramente concluir que gran parte de la actividad del INTA se dedica al sector civil de I+D.

## PERSONAL

Para concluir la introducción al conocimiento del INTA, no podemos dejar de hablar de sus recursos humanos. Siendo como son variables los recursos humanos, están en el entorno de las 1.300 personas de las que unas 1.000 se dedican a labores técnicas de I+D y el resto a servicios generales.

En el siguiente cuadro se puede ver la distribución aproximada de este personal.



## ALGUNAS ÁREAS TECNOLÓGICAS RELEVANTES

Se ha hecho una selección, para este trabajo, de algunas de las áreas tecnológicas en las que en un cierto grado se dedican a aplicaciones civiles de I+D.

### ESPACIO

En el ámbito espacial, el INTA dedica gran parte de sus recursos a programas y actividades de un gran contenido civil, tanto en la colaboración con otras Agencias Espaciales (CNES, JAXA, ESA, NASA, etc.), como en la participación en programas nacionales de investigación con la colaboración de otros centros tecnológicos, universidades y centros de investigación.

Podíamos citar como ejemplos la colaboración con los Programas de Espacio Profundo, tanto de NASA como de Agencia Europea del Espacio (ESA), a través de la operación y el mantenimiento de las respectivas estaciones de Robledo y Cebreros.



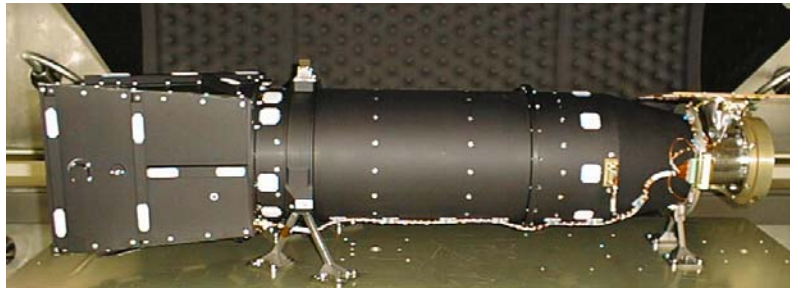
Estación de Espacio Profundo de la ESA en Cebreros (Ávila)

También en el Centro Espacial de Canarias, en Maspalomas, se colabora con ciertos programas espaciales de la ESA y de la Agencia Espacial de Japón (JAXA) aparte de otros programas de hondo contenido social como COSPAS SARSAT.



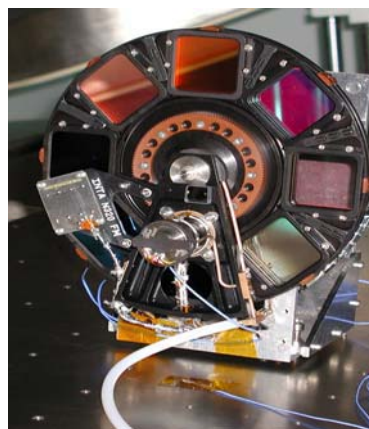
Centro Espacial de Canarias (Maspalomas)

Por otra parte, la colaboración con algunos programas de la ESA se concreta en el desarrollo de alguna de las cargas útiles o instrumentos para sus misiones.



Cámara OMC para satélite Integral

Así, se puede citar como ejemplo que para su satélite integral se desarrolló por parte del INTA la cámara óptica de monitorización (OMC –*Optical Monitoring Camera*), y para el instrumento Osiris (*Optical Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System*) de la misión Rosetta se desarrolló la correspondiente rueda de filtros.



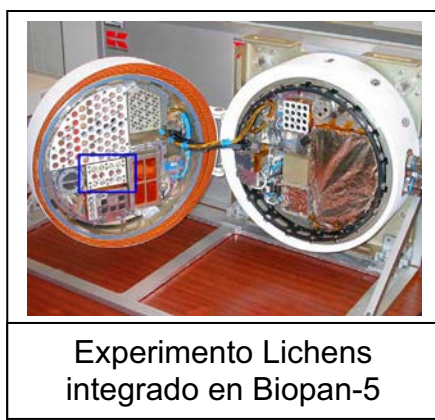
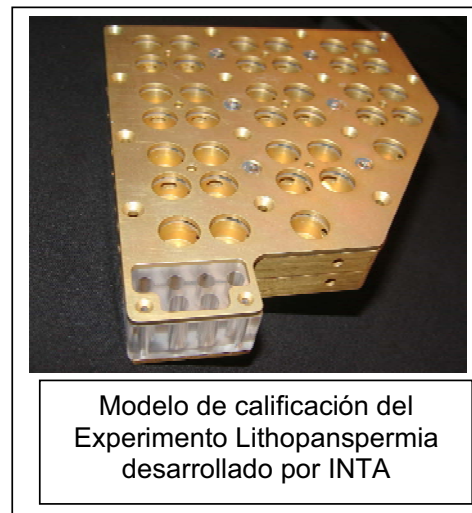
Rueda de filtros para instrumento Osiris de la misión Rosetta

## CIENCIAS DEL ESPACIO

### **Los experimentos LITHOPANSPERMIA y STONE incluidos en las misiones del satélite Fotón M-2 y M-3**

Durante 2006 se ha continuado con las labores de preparación de los experimentos LITHOPANSPERMIA y STONE, como segunda fase de LICHENS-2005, en donde el INTA, la Universidad Complutense de Madrid, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el DLR alemán y la Universidad de Lérida, pudieron demostrar la capacidad de supervivencia de varias especies de líquenes en el espacio durante 16 días.

LITHOPANSPERMIA, cuya superficie es tres veces mayor que la de LICHENS, irá alojado en Biopan-5, contenedor desarrollado por la ESA para su instalación en la parte externa de la cápsula Fotón. En este experimento se incluyen nuevas especies de líquenes, además de otras especies de microorganismos, con el objetivo de comparar la capacidad de supervivencia entre organismos procariotas y eucariotas. STONE irá integrado en el escudo térmico del satélite, protegido por material ablativo, para simular un modelo sistemático dentro en un meteorito en la re-entrada a la atmósfera. Los resultados obtenidos serán especialmente interesantes para aportar nuevos conocimientos a la teoría de la Panspermia.



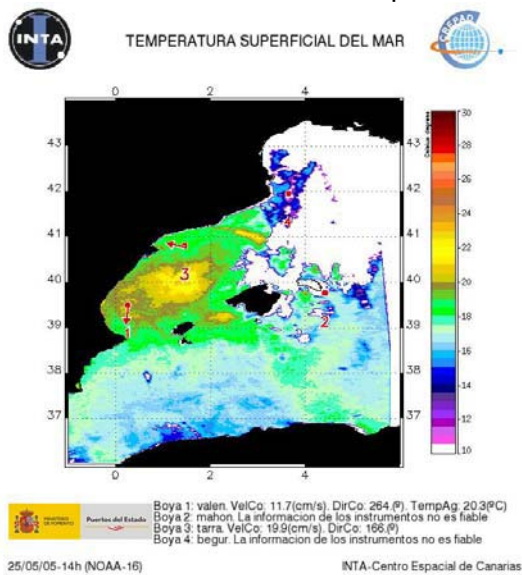
## OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Dentro de este tipo de actividad, podemos señalar algunos ejemplos:

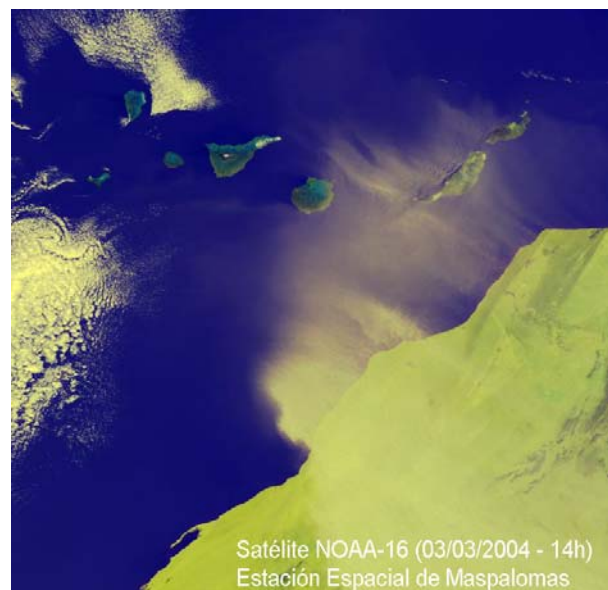
### **El programa CREPAD**

El CREPAD (Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Observación de la Tierra) se inició en el INTA en 1997 con el objetivo de promocionar el empleo de productos de teledetección en proyectos de I+D. Desde entonces proporciona apoyo a proyectos de investigación, nacionales e internacionales, a través de la libre distribución de imágenes y productos entre los que cabe destacar temperatura superficial del mar, espesor óptico del aerosol, clorofila, radiancias de aguas emergentes, coeficiente de atenuación difusa, etc. Recibe los datos directamente de las antenas situadas en la Estación de Maspalomas (Islas Canarias), donde tiene su centro de operaciones, los archiva y genera productos de valor añadido que pone a disposición de los usuarios.

El CREPAD sostiene actualmente más de cien proyectos y usuarios, entre ellos hay múltiples proyectos LIFE de conservación de la naturaleza y fauna marina, campañas oceanográficas de carácter anual y/o experimentales. También ha firmado convenios de ayuda con centros oceanográficos y dado apoyo al desarrollo de nuevos proyectos piloto internacionales como MEDSPIRATION y ROSES de CERSAT, pertenecientes al *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer* (IFREMER), mediante el aprovisionamiento de datos NOAA-HRPT en tiempo real.



Temperatura superficial del mar (Fig 10)



Satélite NOAA-16 (Fig 11)

### **SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España)**

El 18 de octubre del 2005, los Ministerios de Fomento, Medioambiente y Defensa firmaron un protocolo para la obtención de coberturas del territorio español con imágenes de satélite de alta y media resolución. La firma de este protocolo lanza el Plan Nacional de Teledetección, inserto en un ambicioso Plan Nacional de Observación del Territorio en España.

El proyecto SIOSE es el marco en el cual se desarrolla la primera etapa del Plan Nacional de Teledetección. Tiene por objetivo la obtención de una base de datos de ocupación del suelo que satisfaga las necesidades de los diversos organismos e instituciones participantes.

Involucra tanto a la Administración Central como a la Autónoma y está liderado y coordinado por el Ministerio de Fomento conforme a los criterios del Consejo Superior Geográfico.

En este contexto, el Área de Teledetección del INTA, se ha encargado de la gestión de la obtención de coberturas del territorio español con imágenes de los satélites SPOT 5 y Landsat 5.

La puesta en marcha de esta actividad supone que la información territorial que hasta ahora se ha venido recogiendo de forma dispersa y fragmentada por las administraciones públicas, se realice de una forma más eficiente y coordinada.

## LANZADORES

### Centro de Ensayos del programa Ariane-CEPA

El Centro de Ensayos del programa Ariane es una instalación desarrollada para responder a las necesidades que planteó la calificación de las grandes estructuras del programa Ariane-5, al tener que duplicar la capacidad de puesta en órbita del lanzador en el periodo 2000-2006. El Centro nace como consecuencia de la colaboración entre el INTA y EADS/CASA Espacio, al ser algunas de las estructuras responsabilidad de esta última.



Centro de Ensayos Programa Ariane (I)

En este Centro es posible la realización de ensayos estructurales, principalmente ensayos estáticos, en elementos de lanzadores, aunque dadas sus características puede igualmente realizar ensayos de otras grandes estructuras. Se incluyen en el concepto de elementos estructurales de lanzadores las principales estructuras de la parte alta del lanzador, así como elementos de interface entre etapas y otros elementos como Adaptadores de Carga Útil (ACU,s). La instalación puede también fácilmente adaptarse para la realización de ensayos dinámicos (modales) y funcionales (separación de etapas).

El equipamiento disponible permite la aplicación de elevados niveles de carga (hasta 700 Tm) en un número intermedio de canales de control (hasta 32) y con capacidad de adquisición de hasta 3.500 canales de diferentes parámetros, fundamentalmente esfuerzos, desplazamientos y temperaturas. Se dispone asimismo de todos los servicios y equipamiento auxiliar para el correcto funcionamiento de un centro de estas características. El Centro está instalado en un antiguo hangar para aviones con pista de rodadura de conexión con el aeropuerto de Torrejón de Ardoz (Madrid).



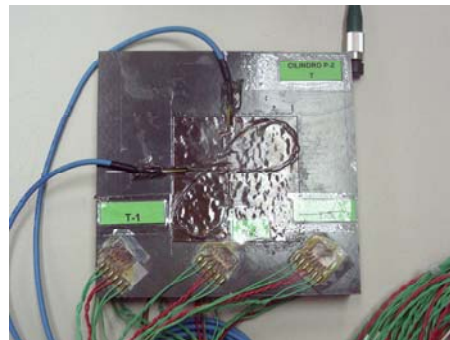
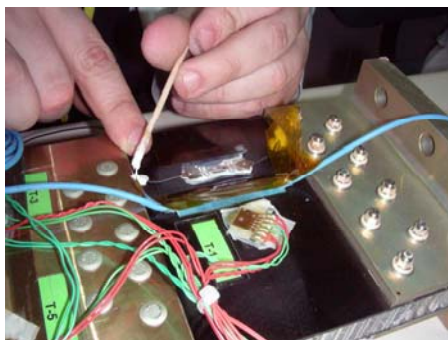
Centro de Ensayos Programa Ariane (II)

Los programas más representativos, realizados en los dos últimos años, han sido los siguientes:

- Finalización de los ensayos de la caja de equipos VEB ESC A (criogénica).
- Realización de nuevos casos de carga en la caja de equipos VEB Perfo 2000, en su versión G/S.
- Ensayos de la EPS (etapa de propulsión secundaria).
- Ensayos del adaptador de carga útil ACU 3936 Copegado.
- Campaña completa de ensayos del modelo de transbordador GSTP ITE Intertank.
- Campaña completa de ensayos del programa HERSCHEL-PLANK.
- Campaña de ensayos de rigidez de la caja de equipos VEB ATV.
- Adaptador de Carga Útil ACU 1194 PAS 94BL.
- Ensayos de resistencia de la caja de equipos VEB-ATV que se instalará para el vuelo del Vehículo de Transporte de Abastecimiento para Estación Espacial Internacional (ISS).

Se han iniciado asimismo, los montajes necesarios para la puesta a punto del sistema de refrigeración que se utilizará en la campaña de calificación de la nueva caja de equipos criogénica VEB ECA-FP, para cargas de pago de 10 Tm, y con motor de combustible líquido en la segunda etapa (nueva versión criogénica).

Como actividad de I+D, en 2006, se han iniciado, con la participación del Área de Materiales Compuestos del Departamento de Materiales y Estructuras y con el objetivo de desarrollar un sensor en fibra óptica de deformación y temperatura que sea utilizable, los ensayos del CEPA, en particular los realizados a baja temperatura.



*Sensores para deformación y temperatura en fibra óptica*



## DINÁMICA DE FLUIDOS

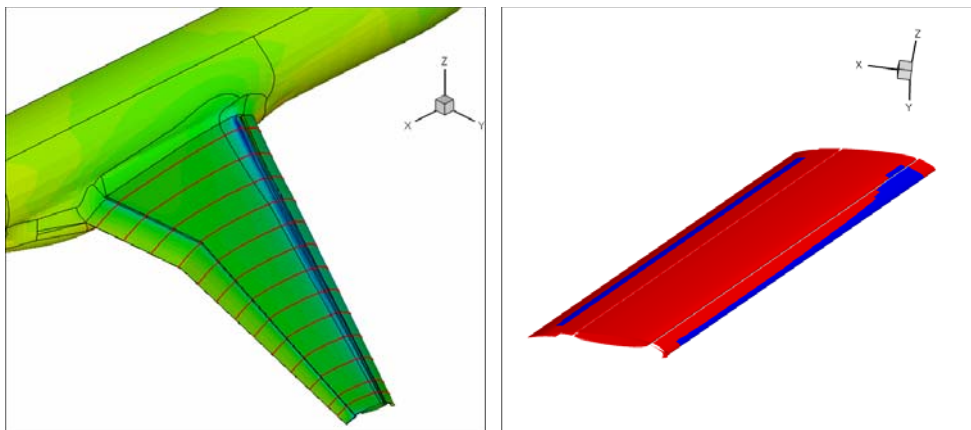
Entre los estudios realizados en esta área de actividad se pueden citar, entre otros, los que figuran a continuación.

### Predicción de la transición laminar-turbulenta (EUROLIFT-II, GARTEUR AG44)

Hoy día, la simulación de la transición laminar-turbulenta todavía se considera como un problema abierto. Los modelos de turbulencia clásicos incluidos en los códigos de cálculo *Navier-Stokes* no consiguen simular de forma satisfactoria la zona de transición. Se trata de un problema importante ya que la simulación correcta de muchos flujos en aplicaciones industriales depende de la predicción correcta del lugar de transición. Es el caso de los flujos en configuraciones aeronáuticas de alta sustentación, donde el punto de transición puede influir sobre características importantes y menos localizadas, como la separación de la capa límite. El proyecto EUROLIFT-II, financiado por la UE, se propone estudiar la aerodinámica de configuraciones de alta sustentación y una de sus tareas consiste en el desarrollo de herramientas de predicción de la transición dentro de códigos *Navier-Stokes*.

El INTA se encarga de incluir tal herramienta en un código estructurado multibloque P-EMENS. Se ha escogido un enfoque 2.5D: a partir de los datos calculados por el *solver Navier-Stokes*, en particular la presión en la superficie de los elementos sustentadores, se calcula la capa límite y su estabilidad en secciones de la configuración. Los resultados de localización de la transición, interpolados en el dominio 3D, se reintroducen en el cálculo *Navier-Stokes*, y se itera el procedimiento hasta que converja.

En el 2006, se ha finalizado la contribución del INTA a la tarea de predicción de transición de EUROLIFT-II, con la validación de la herramienta implementada. El trabajo realizado fue objeto de una publicación en conjunto con ONERA, que fue presentada en el congreso de la AIAA en enero del 2007. El desarrollo de los métodos implementados seguirá en el 2007 en el ámbito del grupo de investigación GARTEUR AG44.



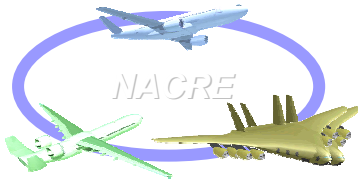
*Transición Laminar-Turbulenta*

*Izda: Descomposición en secciones de una configuración de alta sustentación (slat, ala principal y flap) en posición de despegue.*

*Dcha: Visualización de la zona laminar (azul) y turbulenta (rojo) calculadas en el intrados de un ala AFV en condiciones subsónicas con ángulo de ataque de 15°*

### Proyecto NACRE (6° Programa Marco Europeo)

El Área de Dinámica de Fluidos participa en el proyecto *NACRE (New Aircraft Concept Research)* financiado por la UE dentro del Sexto Programa Marco (2005-2009).



Logo del proyecto NACRE

En este proyecto se van a estudiar configuraciones novedosas para los aviones de transporte, que van desde nuevos fuselajes, alas, empenajes o alas volantes. El INTA participa en dos tareas de este proyecto.

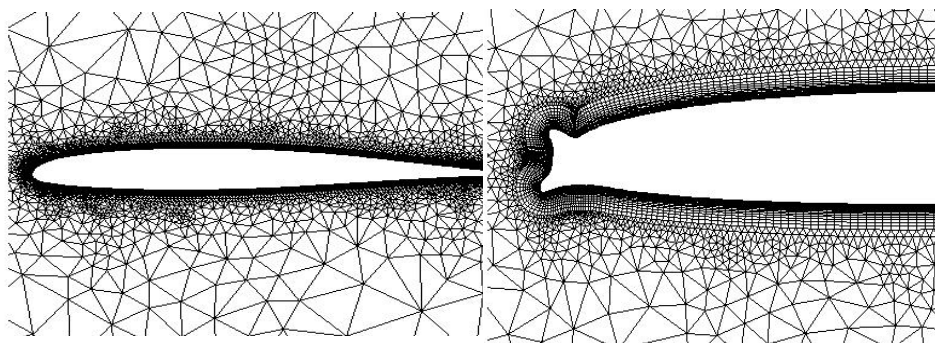
- Tarea 1.4

El objetivo de esta tarea es explorar la viabilidad de una nueva plataforma aérea como elemento de ensayo adicional o sustitutivo a otras instalaciones existentes como son los túneles aerodinámicos. El INTA ha estudiado la viabilidad de esta plataforma UAV para realizar ensayos de estelas por medio de técnicas LIDAR y otras. También se ha estudiado la viabilidad del campo de Arenosillo (CEDEA) para realizar estos ensayos. Para ello se hizo una visita al campo, se recogió información y se realizó la reunión final de la fase preliminar de la tarea en las instalaciones de CEDEA para que los diferentes participantes del proyecto evaluaran in situ las instalaciones.

Como resultado de todo esto, se ha escrito un documento titulado: “*Wake vortex encounters: study requirements and model specification for the NACRE IEP*” (NACRE-REP-T14-INT-001) y también se ha participado en la elaboración de un documento del grupo titulado “*Innovative Evaluation Platform Assessment and Feasibility*” (NACRE-DEL-T14-ONE-001).

- Tarea 2.3

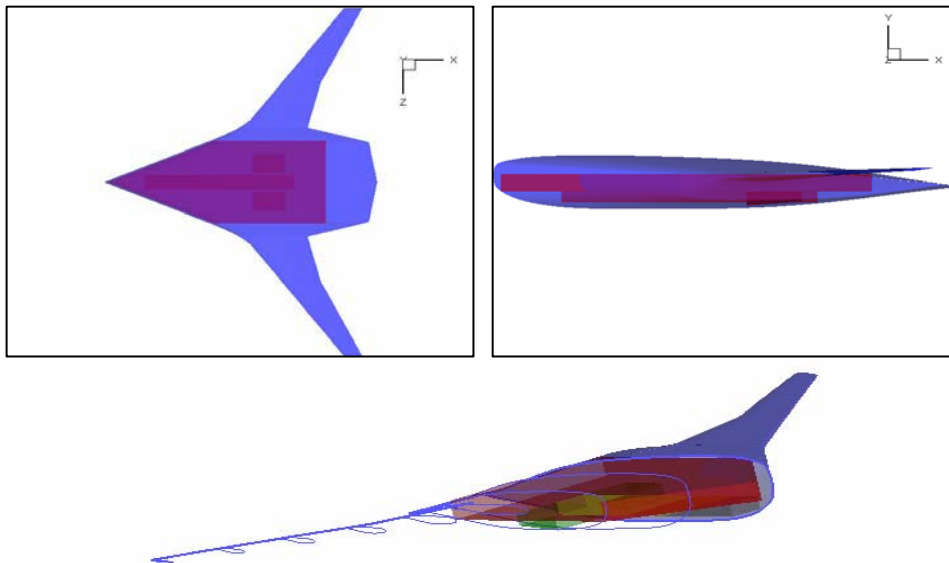
En esta tarea se van a estudiar diferentes empenajes para aviones de transporte, dentro del concepto SFB (*Simple Flying Bus*). Se buscan empenajes que mejoren las actuaciones dentro del concepto de simplicidad de fabricación y mantenimiento de estas aeronaves concebidas para el transporte de medio alcance. Se han estudiado diferentes conceptos, como el dispositivo *droop nose* o el elevador de doble charnela. El INTA ha participado en los estudios de degradación de actuaciones de la cola por formación de hielo cuando se utiliza el dispositivo de *droop nose*.



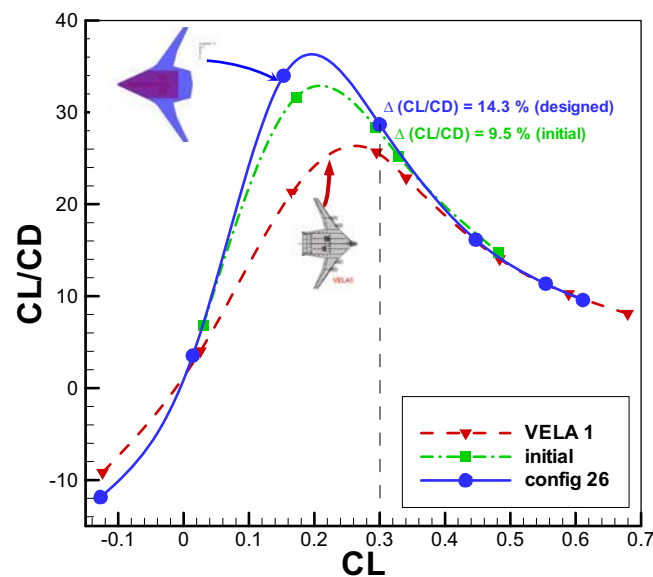
*Malla del perfil del estabilizador horizontal sin forma de hielo (izquierda) y con forma de hielo (derecha) en la condición más*

En el proyecto NACRE también se busca la difusión de las investigaciones de los participantes. Para ello, se organizó en octubre de 2006 el *1<sup>st</sup> NACRE Workshop*, realizado en la Universidad de Munich. Dentro de la sesión dedicada a “*Innovative Lifting Surfaces*” se presentó una conferencia, preparada por el Área de Dinámica de Fluidos, titulada: “*Future Aircraft: Optimisation of Blended-wing-body for Transport Aircraft*”. En ella se presentaron los

resultados de diseños de alas volantes estudiados por el INTA durante el proyecto VELA del 5º Programa Marco Europeo (2002-2005) utilizando el programa de diseño CIRCE desarrollado internamente en el Área de Dinámica de Fluidos del INTA.



Configuración de ala volante estudiada en el proyecto VELA del V Programa Marco Europeo por el INTA. Detalle con los cañones de cabina, caraa. v los cañones del tren de



Comparación de eficiencias aerodinámicas a número de Mach  $M=0.85$ , de las configuraciones de referencia VELA 1, la configuración inicial y la final (config 26); todas ellas estudiadas en el proyecto VELA del V Programa Marco Europeo (2002-2005)

## PROPULSIÓN

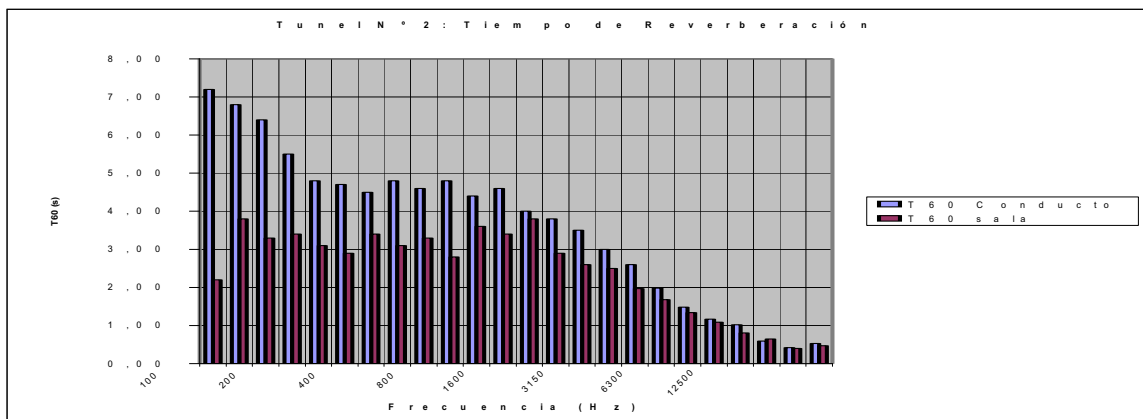
A continuación se relacionan algunos de los programas realizados en esta área de actividad:

## Proyecto ACCENT

En el marco del Proyecto ACCENT, cofinanciado entre AIRBUS y el Ministerio de Educación y Ciencia, el Área de Propulsión del INTA ha realizado las actividades de caracterización acústica del recinto del Túnel de Viento nº 2 del INTA, con el objeto de obtener las condiciones iniciales necesarias para proceder a su tratamiento acústico.

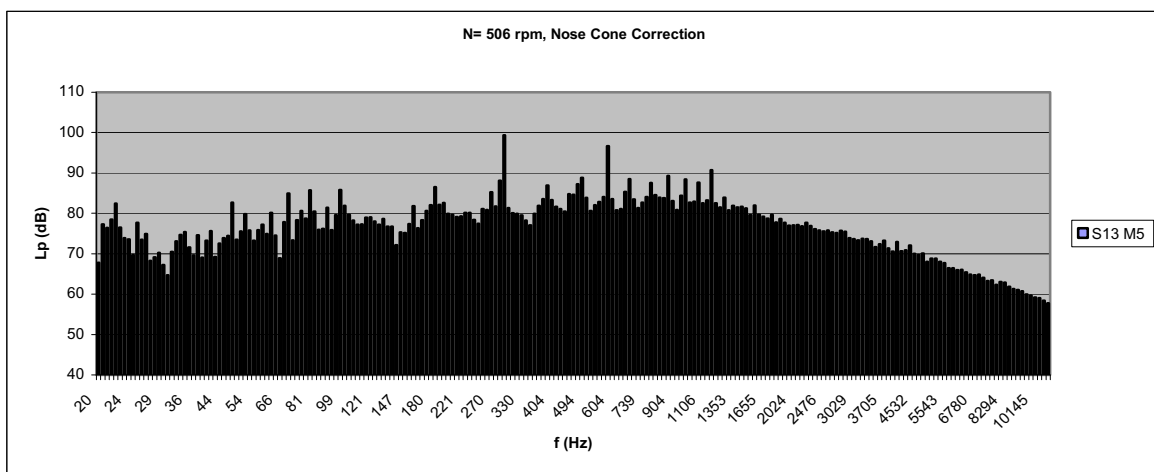
En el programa de caracterización, se han realizado dos fases de ensayos básicos con una configuración del Túnel de cámara abierta:

- En la primera fase de ensayos, con el ventilador parado, se ha medido y determinado el tiempo de reverberación, así como el descriptor de entorno de reflexión, entre otros parámetros.



Tiempo de reverberación (Fig 12)

- En la segunda fase se ha medido el ruido de fondo, producido por el funcionamiento del ventilador a tres velocidades preseleccionadas, con sus dos componentes de banda ancha y tonal.



Espectro de 1/24 de octava (Fig 13)

## Verificación sistema SIRMA

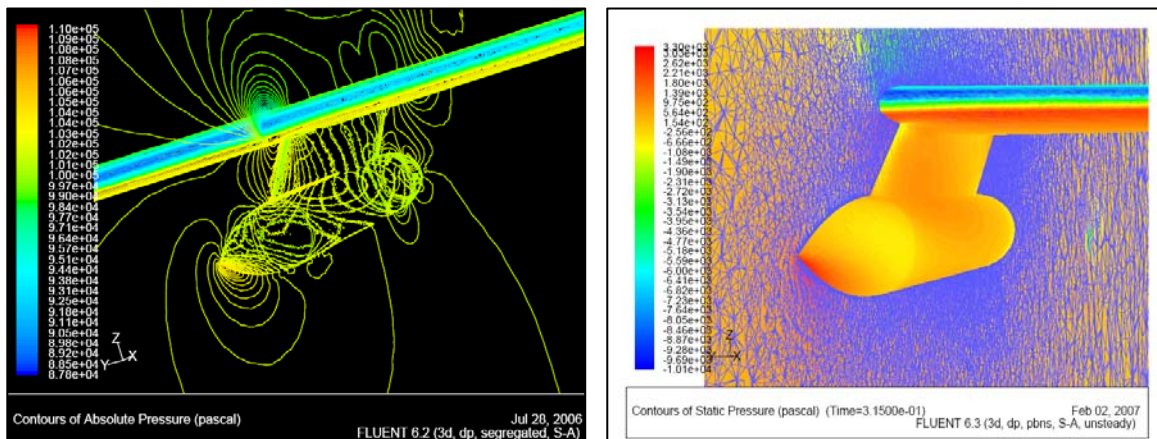
Durante los últimos años, el INTA ha venido realizando la verificación del Sistema de Monitorado de Ruido y Sendas de Vuelo del Aeropuerto de Madrid-Barajas (SIRMA) consistente en:

- Verificación de los terminales de ruido y calibración eléctrica y acústica de sonómetros, realizada por los correspondientes laboratorios oficiales de la Comunidad de Madrid, con la realización de medidas de ruido en cada uno de los terminales cuando ha sido necesario.
- Verificación de las medidas meteorológicas de las estaciones de AENA, por comparación con las medidas de la estación meteorológica calibrada del INTA, y/o calibración de las mismas.
- Verificación de los datos de trayectografía proporcionados por el Sistema SIRMA, por comparación con los datos suministrados por la aeronave del INTA equipada con GPS.

### **Tecnologías medioambientales**

En el marco del Programa “Energías renovables y tecnologías medioambientales”, se han desarrollado actividades de medida y predicción del ruido generado por elementos de aeronaves y sus posibles modificaciones, con el objetivo de aplicar estas tecnologías al análisis acústico, para tratar de minimizar los correspondientes ensayos de desarrollo y certificación de aeronaves, en general.

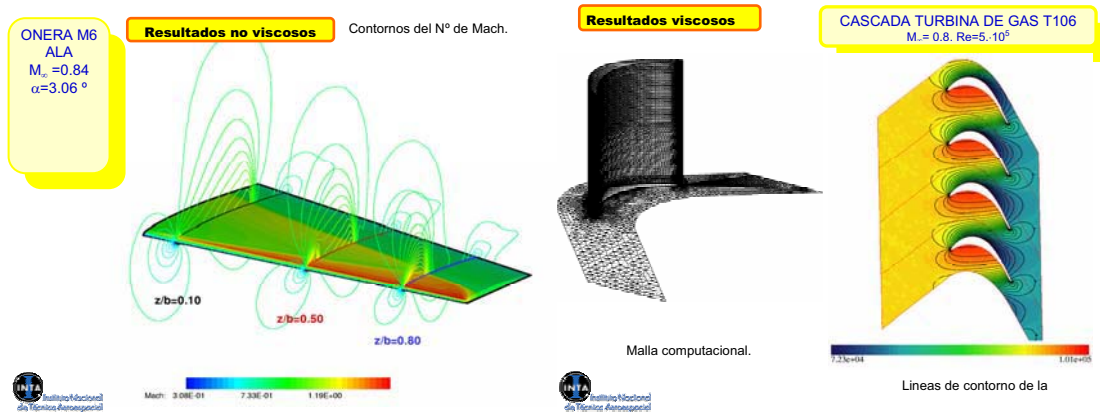
En las figuras siguientes se representa el análisis CFD realizado para el estudio del cambio acústico producido en una aeronave en la que se han incorporado nuevos elementos exteriores, en ellas se puede observar los niveles de presión obtenidos y la complejidad del mallado utilizado para su resolución.



*Contours de absolute pressure*

### **Programa de investigación en termofluidodinámica**

Se ha desarrollado el Programa de Mecánica de Fluidos Computacional (CFD) BERTA, que permite la resolución de problemas tridimensionales para flujos externos e internos. Su estructura de datos minimiza la memoria requerida y las operaciones de acceso a la misma, proporcionando una gran eficiencia computacional (menores tiempos de ejecución). El resolutor es transparente a la malla. La validación del código se ha llevado a cabo mediante un análisis de los resultados obtenidos para diferentes casos, tanto para configuraciones externas como internas, así como para flujos viscosos y no viscosos con muy buenos resultados al comparar, tanto con resultados experimentales como con resultados numéricos obtenidos con otros códigos.



Resultados no viscosos

Resultados viscosos

### Investigación en combustión

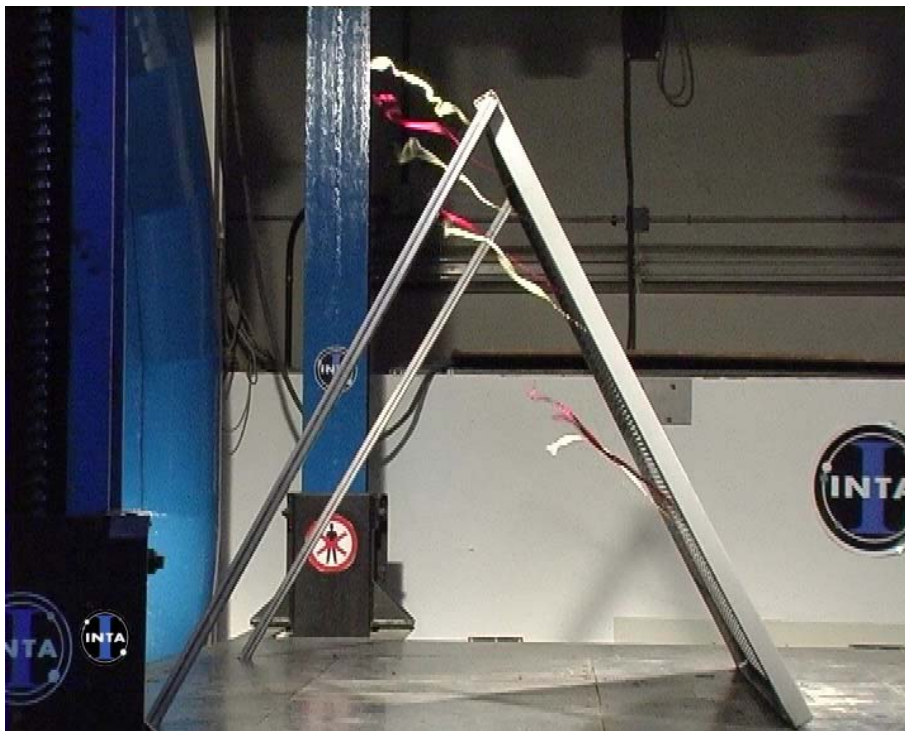
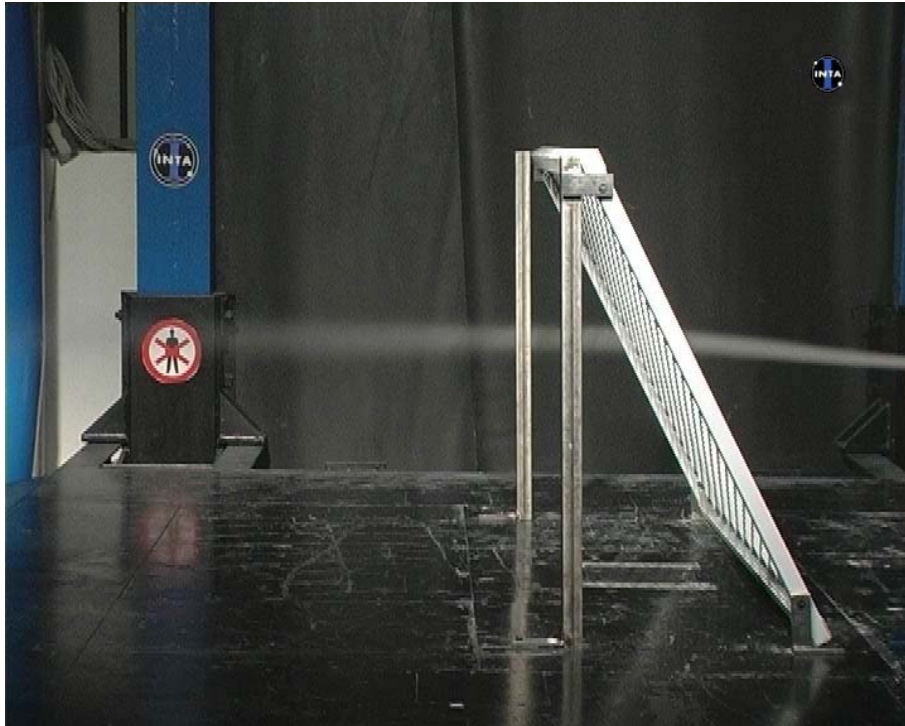
En el Área de Propulsión y en el marco del Proyecto “*Estudio Aerodinámico de Problemas de Ignición*”, se desarrolla la metodología para el análisis de la dinámica de los fluidos reactivos, en particular los frentes de las llamas de difusión. Se ha desarrollado una cinética reducida que reproduce adecuadamente tanto la propagación de las llamas premezcladas como la extinción de las llamas de difusión. Actualmente esta cinética está siendo utilizada para obtener la estructura de las llamas de difusión ancladas cerca del inyector, así como las condiciones críticas de levitación (*lift-off*) y de soplado (*blow-off*) de la llama, aspectos esenciales para el adecuado diseño de cámaras de combustión más eficientes.

### ENSAYOS AERODINÁMICOS

Se muestran seguidamente, de forma gráfica, algunos de los ensayos realizados con una clara aplicación a la sociedad civil.



*Verificación del comportamiento y estabilidad de antena de telefonía móvil para líneas ferroviarias de alta velocidad de la empresa CITEF.*



*Verificación de la efectividad de una barrera deflectora del chorro de aeronaves para diferentes velocidades de incidencia. Dichos ensayos han sido solicitados por la empresa STOPSON ESPAÑOLA S.A.*



*Verificación de la resistencia y estabilidad de una antena en geometría de pino mimetizado para cubiertas de la empresa IBELCA S.A.*





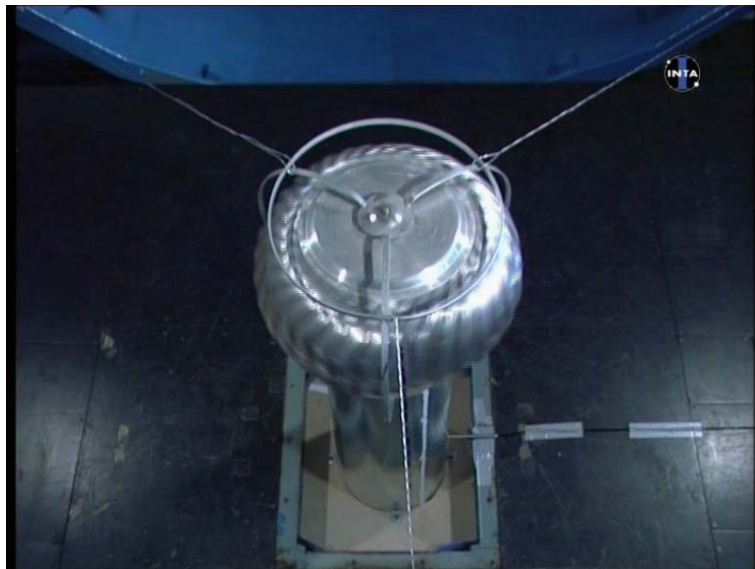
*Verificación la resistencia y estabilidad de un cartel de señalización ferroviaria de líneas de alta velocidad para la empresa TECNIVIAL*



*Ensayos de o señales luminosas ferroviarias para la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial. Laboratorio Central Oficina de Electrotecnia E.T.S.I. Industriales de Madrid.*



*Determinación de la influencia del viento y su dirección en distintos tipos de chimeneas para la empresa Deflectores Modernos, S.L*



*Determinar de la influencia del viento en extractores ecológicos para la empresa ECCO.*



*Ensayos adaptación piloto carenado para el equipo DERBI del campeonato del mundo de motociclismo.*

## TELEDETECCIÓN

### ***Tecnología hiperspectral para aplicaciones medioambientales de observación de La Tierra***

En el marco del Programa de desarrollo e implantación de Tecnologías y Aplicaciones Duales de Observación de la Tierra (TOT), que financia el INTA, se ha trabajado para poner a punto un método para dar respuesta operativa a la explotación por los usuarios de la información hiperspectral. Se trata, en otras palabras, de preparar las imágenes para que el usuario pueda explotarlas con la mayor eficiencia y sencillez, con mínimos conocimientos del instrumento AHS, e independientemente de la aplicación particular de las imágenes.

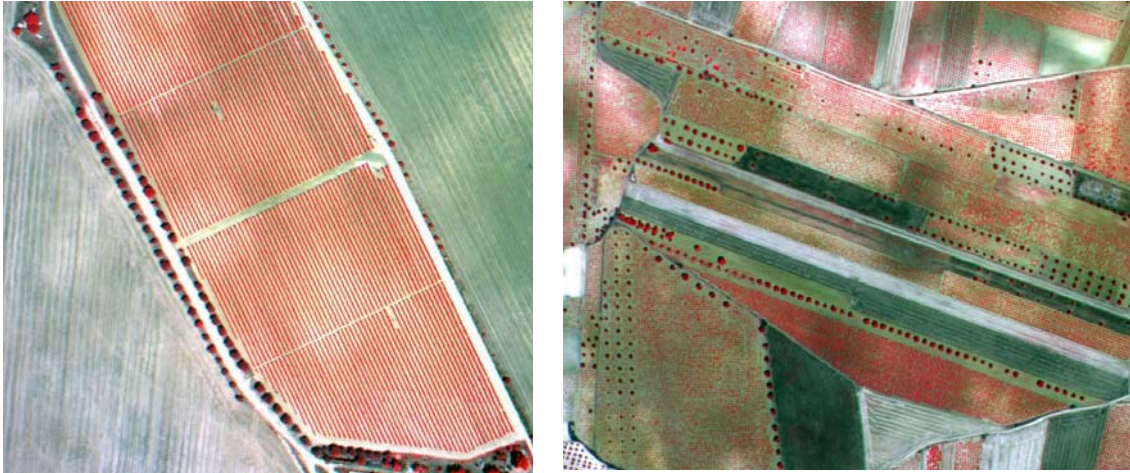
El método recoge las imágenes, evalúa la calidad en cada banda (a partir de estadísticos imagen), extrae la signatura espectral de elementos seleccionados, la caracteriza mediante determinados parámetros (sobre la forma de la signatura, puntos singulares y estadísticos) y seleccionará para el usuario las bandas con mayor información.

### **BACCHUS**

El desarrollo metodológico para el inventario y gestión de viñedos es un proyecto de investigación, cofinanciado por la Comisión Europea, desarrollado por 14 instituciones (compañías privadas, institutos de investigación, agencias públicas y organismos reguladores) que pertenecen a algunas de las principales regiones productoras de Europa.

El objetivo de BACCHUS es proporcionar una solución amplia e integrada a las organizaciones que gestionan los viñedos, basada en sistemas de observación de La Tierra de alta resolución. La tarea del Área de Teledetección del INTA ha sido la adquisición de imágenes de teledetección desde nuestra plataforma aérea utilizando la cámara AMDC. El

tratamiento de las imágenes adquiridas ha permitido la localización de viñas, la identificación de parcelas y la especificación de las características de los viñedos.



## ATMÓSFERA

### ***POLAR (Programa de Ozono en la Antártida y el Ártico)***

Los objetivos del Programa POLAR consisten en dar cobertura a los proyectos sobre ozono a escala global con especial incidencia en las regiones polares en el marco del Protocolo de Montreal, llevar a cabo programas de observación, estudios y campañas, dar apoyo a logística e infraestructura, etc.



*Foto del ártico*

En concreto se pretende:

- Observar y caracterizar la evolución espacial y temporal del  $O_3$ ,  $NO_2$  y OCIO en la región antártica y subantártica durante el periodo 2001-2003.
- Realizar un estudio dinámico del vórtice polar antártico en el que se analice cómo la evolución diaria de éste afecta al  $O_3$ ,  $NO_2$  y OCIO prestando especial atención a regiones pobladas del hemisferio Sur (Ushuaia en Argentina).
- Realizar un exhaustivo control de calidad de los datos obtenidos por los instrumentos que nos aseguren poder utilizar las medidas obtenidas por los mismos para abordar estudios de tendencias en los próximos años.
- Explicar las discrepancias que existen entre la destrucción de ozono prevista por los modelos y la experimental obtenida a partir de observaciones sobre el terreno.

- Mejorar el conocimiento de la distribución espacial y estacional de gases (halógenos y compuestos nitrogenados) que interviene en la destrucción del ozono. Incorporar BrO e IO a la base de datos. Mejorar la consistencia de la serie de datos.
- Desarrollar e instalar en la base antártica de Marambio (Argentina) un espectrómetro para la observación de compuestos halogenados.

### ***Obtención de perfiles verticales de ozono***

Lanzamiento anual de ozonosondas desde la estación antártica de Belgrano. Esta estación es una de las siete estaciones que tienen un programa permanente de ozonosondeos en la Antártida. Los perfiles obtenidos se envían a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) para la elaboración del boletín mensual que la OMM elabora sobre el episodio de agujero de ozono.

Se han realizado análisis de los resultados obtenidos en años anteriores y se ha trabajado en la comparación de las proporciones de destrucción de ozono obtenidas por el modelo SLIMCAT y las obtenidas a partir de los ozonosondeos.

### ***Determinación y predicción de la radiación ultravioleta solar en España: influencia de la columna de ozono, partículas aerosoles y nubosidad.***

En este proyecto, dentro del Plan Nacional del Clima, el INTA participa como investigador principal del subproyecto nº 8 “Intercomparación y calibración de radiómetros modelos de predicción de ozono y ultravioleta” que pretende validar los datos de los equipos de medida disponibles en la red nacional establecida y coordinada por el Instituto Nacional de Meteorología (INM), de los instrumentos de los otros grupos participantes y en el desarrollo de modelos de transferencia radiativa y de predicción del índice ultravioleta (UVI).

Se han realizado las siguientes actividades:

- Monitorización continuada de ozono total, aerosoles, irradiancia espectral ultravioleta, irradiancia integrada en las regiones UV.B, UV.A y PAR. La instrumentación implicada en esta actividad son espectrofotómetro Dobson, espectrofotómetro Brewer, Yankee MFR-7, Yankee UVB-1, Eldonet y Cimel.
- Control de calidad de las bases de datos y distribución a bancos de datos y centros de investigación.
- Campañas de intercomparación previa y posteriormente una campañas de medidas y puesta en marcha de un laboratorio en la Estación de Sondeos Atmosféricos El Arenosillo (ESAt) en Huelva, para la calibración y caracterización.

### ***Proyecto de Red Piloto de UV y Fotoprotección. Red andaluza de medida de radiación UV y fotoprotección***



*Intercomparación de radiómetros  
Eldonet en El Arenosillo*

Se han realizado las siguientes actividades:

- Mantenimiento operativo de los instrumentos de medida para la monitorización continuada, tratamiento, análisis y difusión de datos.
- Se han investigado las limitaciones técnicas del instrumento Eldonet para la medida en el canal UV.B y se han intercomparado los Eldonet de la red UVIFAN con otros radiómetros disponibles en la ESAI (Brewer MK-III y YES UVB-1).
- Se han enviado los equipos del INTA y la UHU a Erlangen (Alemania) para su calibración correspondiente.
- Se han celebrado reuniones de coordinación con la Junta de Andalucía, Universidad de Málaga y Universidad de Huelva.

### ***Monitorización continuada de la radiación solar en el rango UV.B en Andalucía***

El objetivo del programa consiste en crear una base de datos de los niveles de irradiancia UV.B para su uso por parte de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.



*Intercomparación de espectrofotómetros  
Brewer en El Arenosillo*

Se han realizado las siguientes actividades: Monitorización continuada, tratamiento y difusión de datos sistemáticamente a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, al INM, WOUDC y base de datos de UVI europea, coordinada por el Instituto Meteorológico Finlandés.

La ESAI es sede internacional de calibraciones e intercomparaciones de instrumentación para la medida de ozono total en columna y radiación UV. Cuenta con el único laboratorio de calibraciones radiométricas en UV en España reconocido internacionalmente y con trazabilidad al PMOD/WRC. Dispone de la serie más larga de medidas de ozono en columna con el único espectrofotómetro Dobson en territorio nacional operativo desde 1980.

### ***Red de medidas de ozono troposférico en la provincia de Huelva: caracterización y comportamiento del ozono superficial***

El objetivo del programa consiste en caracterizar y conocer el comportamiento que presenta el ozono superficial en la zona de Huelva, para ello se necesita analizar las concentraciones de ozono en diferentes puntos de la provincia, y relacionarlos con las condiciones meteorológicas, así como con otros contaminantes.



Se han realizado las siguientes actividades:

- Mantenimiento y calibración de la instrumentación utilizada (Dasibi 1008.RS).
- Tratamiento y análisis de las concentraciones de ozono.
- Estudio de las características más relevantes que presenta el entorno meteorológico: análisis del régimen de viento, estudio del fenómeno de brisa, tipos de masas de aire, fenómenos de intrusión sahariana, etc.
- Realización de publicaciones científicas y exposiciones de los resultados obtenidos en seminarios, conferencias y congresos.
- Reuniones con la CMAJA para la integración de la red local del INTA en la red de vigilancia de la Comunidad.

### ***Estudio climatológico local de aerosoles atmosféricos***

El objetivo del programa consiste en la calibración, caracterización y desarrollo de instrumentación para la medida y posterior estudio climatológico local de los aerosoles atmosféricos en el Golfo de Cádiz.



*Espectrómetro de partículas SMPS*

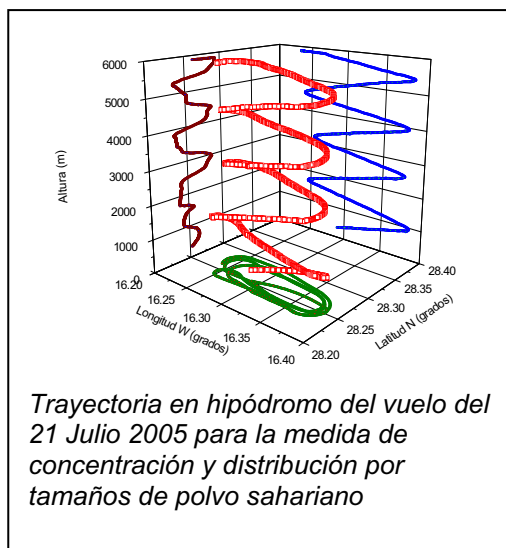
Cimel polarizado y un espectrómetro de partículas SMPS disponibles en la ESAt para la determinación de la granulometría de las partículas.

Se han realizado las siguientes actividades:

- Instalación y puesta en marcha del equipo SMPS.
- Caracterización del equipo SMPS, para determinar cuáles son los parámetros para la correcta adquisición de datos.
- Mantenimiento del espectrofotómetro Cimel y del espectrómetro de partículas SMPS.
- Análisis de los datos de ambos instrumentos.

## **Proyecto TROMPETA (Tropical Monitoring Phase in the Atmosphere)**

Financiado con fondos del Plan Nacional de I+D+i, tiene como principal objetivo caracterizar las intrusiones saharianas sobre el Atlántico midiendo las propiedades físicas y ópticas de los aerosoles con la intención de determinar el grado de perturbación que las partículas en suspensión en áreas extensas producen sobre las medidas de ozono desde satélites al nadir. Para ello se diseñó una campaña, multiinstrumentalizada desde distintas plataformas, que tuvo lugar en julio de 2005. Participaron instrumentos desde satélite, tierra, globo y avión. La campaña aeroportada se estructuró alrededor de 3 vuelos del C-212 del INTA entre Gran Canaria y Tenerife proporcionando perfiles de concentraciones y distribución de tamaño de partículas con una gran resolución vertical entre 300 y 6.000 m.



## **ENERGÍAS RENOVABLES**

### **Participación en foros nacionales e internacionales.**

En primer lugar hay que mencionar la participación del INTA en foros donde se asume un papel de representación tanto de ámbito nacional como internacional. Se citan las siguientes:

- **Agencia Internacional de la Energía**

El INTA mantiene la representación española, por delegación del antiguo Ministerio de Industria y Energía, en el programa sobre Tecnología del Hidrógeno de la Agencia Internacional de la Energía desde 1995. En la actualidad el INTA asume la vicepresidencia del Comité Ejecutivo del programa.



- **Asociación Española del Hidrógeno y Asociación Europea**  
Desde su fundación en mayo de 2002, el INTA mantiene la presidencia de la Asociación Española del Hidrógeno y, en base a esta función, participa como vocal en el Comité de Dirección de la Asociación Europea del Hidrógeno, donde desde la última asamblea general celebrada en el mes de junio se ha asumido una de las vice-presidencias, la correspondiente a las asociaciones nacionales.
- **Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible**  
El INTA se encuentra en el grupo de cinco empresas e instituciones que proponen, ante el Ministerio de Educación y Ciencia, la formación de una Plataforma Tecnológica dedicada a la tecnología del hidrógeno y las pilas de combustible (Asociación Española del Hidrógeno, Elcogas, Hynergreen, Ikerlan e INTA). La gestión de la Plataforma la realiza la Asociación Española del Hidrógeno, en donde el INTA ocupa la presidencia, como se ha mencionado, apoyada por subvenciones del MEC de la convocatoria de formación de redes.
- **Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías del Hidrógeno y las Pilas de Combustible**  
Dentro del mapa de Instalaciones Científicas y Técnicas singulares aprobado en la reunión de presidentes de Comunidades Autónomas de enero de 2007, se incluye la creación de un Centro Nacional dedicado a la experimentación de tecnologías del hidrógeno y pilas de combustible, a ubicar en Puertollano (Ciudad Real). Desde el inicio de actuaciones de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (JCCM) con el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) para la creación del Centro, el INTA ha actuado como asesor de la JCCM mediante convenios específicos de colaboración establecidos entre la Consejería de Educación y Ciencia de la JCCM y el INTA, basados en el protocolo general de colaboración suscrito por ambas entidades en noviembre de 2006.  
En la actualidad, la JCCM y el INTA están en proceso de firmar un nuevo convenio por el que se regulan las condiciones mediante las cuales el INTA llevará a cabo actividades de dirección ejecutiva provisional del Centro, hasta su constitución formal como consorcio público entre el MEC y la JCCM.

Por otra parte, también hay que mencionar las actividades y proyectos en los que participa el INTA en el campo de las energías renovables y tecnologías energéticas emergentes, tales como las pilas de combustible y el hidrógeno.

### **Convenio INTA-AENA sobre energías renovables**



El 16 de noviembre de 1998 se firmó, entre el INTA y Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA), un Convenio de colaboración para el asesoramiento por parte del INTA a AENA en temas referentes a energías renovables y eficiencia energética con objeto de introducir tecnologías innovadoras en los aeropuertos y centros de control españoles. Al amparo de este Convenio se han firmado dos Pliegos de Condiciones Específicas de Actuación (PCEA) para la realización de trabajos en distintos aeropuertos. El primero se firmó en la misma fecha que el Convenio para la realización de actuaciones en los aeropuertos de La Palma, Palma de Mallorca e Ibiza, y en la actualidad este PCEA está finalizado. El Segundo PCEA se firmó en abril de 2001 y se incluían actuaciones en los aeropuertos de Madrid-Cuatro Vientos, Valladolid, Jerez de la Frontera, Melilla, Tenerife Sur, Lanzarote y el nuevo Centro de Control de Barcelona, teniendo una duración prevista de seis años, finalizando, por lo tanto, en 2007.

Posteriormente, el 31 de marzo de 2002, se firmó un Convenio Marco de Colaboración entre el INTA y AENA cuyo objeto es establecer los principios básicos de la relación entre el INTA y AENA consistentes en la colaboración de ambas entidades en los proyectos y programas de interés mutuo, recogiendo, entre otras, las actividades que ya se estaban desarrollando al amparo del Convenio firmado el 16 de noviembre de 1998 citado anteriormente. Bajo este nuevo Convenio Marco ya se han firmado cuatro Convenios Específicos de Colaboración (CEC) para realizar estudios y actuaciones en otros aeropuertos.



*Instalación ACS Palma de Mallorca*

Estos Convenios Específicos de Colaboración han sido:

- El 30 de octubre de 2003 se firmó un CEC para realizar una toma de datos meteorológicos y evaluar el potencial eólico y de radiación solar para el nuevo aeropuerto de Madrid en Campo Real, siendo la duración de este CEC de cuatro años, terminando las actuaciones en 2007.
- El 5 de noviembre de 2003 se firmó un CEC para realizar un estudio sobre la interferencia producida por aerogeneradores situados en las proximidades de un DVOR. Estos trabajos ya están concluidos.
- El 13 de enero de 2005 se firmó un nuevo CEC para realizar un estudio de viabilidad para instalar un sistema de energía eólica en el aeropuerto de Almería, con una duración prevista de un año. Esta actuación ha finalizado en enero de 2006.
- El 11 de mayo de 2005 se firmó un nuevo CEC para realizar la evaluación de resultados en las instalaciones de energía eólica en el aeropuerto de La Palma y de energía solar térmica en el aeropuerto de Palma de Mallorca. La duración estimada de este CEC es de 15 meses, por lo que esta actuación terminó en agosto de 2006.
- El 22 de noviembre de 2005 se firmó un nuevo CEC para la implantación de energías renovables y técnicas de eficiencia energética en el aeropuerto de Santander, con una duración prevista de 2 años, estando prevista su terminación para noviembre de 2007.
- El 20 de marzo de 2007 se ha firmado un nuevo CEC para el asesoramiento en la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico en el aeropuerto de Jerez, siendo su duración de 6 meses, estando prevista su terminación en septiembre de 2007.

En la actualidad, y bajo dicho Convenio Marco de Colaboración, se están preparando tres nuevos CEC para realizar actuaciones en los aeropuertos de La Gomera, Zaragoza y La Coruña. El CEC de La Gomera incluye un estudio de viabilidad de un sistema de energía solar fotovoltaico y los CEC de Zaragoza y La Coruña incluyen estudios de energía eólica, climatización solar y de ahorro y eficiencia energética.

### ***Ensayo de captadores solares térmicos***

El Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre (LSET) del INTA se crea con el principal objetivo de promover e impulsar el desarrollo de las energías renovables y, en concreto, la tecnología solar en España. En 1978 se inicia la construcción de sus instalaciones en el Centro de Experimentación de "El Arenosillo" (Huelva), orientadas al desarrollo tecnológico de componentes y sistemas para conversión de la energía solar. A partir de 1979, se inician las actividades de ensayo de captadores solares térmicos, y posteriormente de sistemas solares prefabricados (SSP).

Actualmente, las principales líneas de trabajo que se desarrollan en el área de la energía solar son las siguientes:

- Ensayo de captadores solares térmicos.
- Ensayo de sistemas solares prefabricados.
- Actividades de normalización y proyectos.
- Acuerdos de colaboración con empresas para asesoramiento y/o apoyo técnico en el desarrollo de nuevos sistemas.

En el año 2005, el LSET se acredita como laboratorio de ensayo según EN ISO/IEC 17025, implantando un eficiente sistema de gestión de calidad, para el ensayo de captadores solares térmicos según la norma europea UNE-EN 12975. Los principales objetivos que impulsaron al LSET a esta labor fue la previsión de la modificación de la Orden Ministerial ITC/71/2007 (homologación de paneles solares), así como la previsión de modificación del Código Técnico de la Edificación, por el que se obliga a los fabricantes a la realización de los ensayos bajo la citada norma.

A partir de ese momento, los ensayos que se pueden realizar son: presión interna del absorbedor, resistencia a alta temperatura, exposición, choque térmico externo, choque térmico interno, penetración de agua de lluvia, rendimiento térmico e inspección final.



*Banco de ensayo de rendimiento de captadores solares térmicos*

Actualmente se trabaja en la labor de ampliación de esta acreditación, incluyendo el ensayo de cargas mecánicas, con el objetivo de poder ofrecer al mercado la realización de todos los ensayos recogidos en la norma a finales de 2007.

### ***Ensayo de sistemas solares prefabricados***

En el LSET de “El Arenosillo” se llevan a cabo desde hace más de diez años los ensayos de rendimiento térmico a sistemas solares prefabricados (SSP) según el procedimiento de ensayos de eficiencia energética de Equipos Solares Domésticos desarrollado por el INTA. Para ello, se cuenta con ocho bancadas de ensayo, donde se instalan los equipos para ser ensayados. Cada bancada está compuesta por un circuito hidráulico necesario para realizar los ensayos de rendimiento térmico.



*Bancada de ensayo de SSP rendimiento térmico*

El procedimiento consta de un número de ensayos independientes de un día de duración. Cada día de ensayo el sistema funciona al exterior y se realiza una sola extracción al final del período de ensayo. A partir de los resultados de los días de ensayo, tomando Q (Radiación global diaria en plano de captación) y H (Máxima energía diaria acumulada por ESD), y realizando una regresión lineal por el método de mínimos cuadrados para una variable independiente se obtiene la ecuación característica del SSP.

Debido a la publicación del nuevo código de la edificación publicado en España, y por consiguiente al aumento de mercado de los SSP, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio publicó la ORDEN ITC/2007, de 26 de enero, en la cual se enunciaría que para certificar un SSP, éste debía estar ensayado por la Norma UNE EN-12976 en un laboratorio acreditado.

En estos momentos se está trabajando para acreditar el banco de SSP, y poder realizar todos los ensayos según la norma europea. Para ello, se están realizando una serie de modificaciones en las instalaciones, ya que aumenta el número de ensayos a realizar en los equipos. Además del ensayo de rendimiento térmico, los SSP tendrán que ser sometidos a ensayos de protección contra sobretensiones y de resistencia a la presión. También se están realizando los procedimientos necesarios para la adecuada gestión de calidad del laboratorio.

### ***HYAPPROVAL (Handbook for Approval of hydrogen refuelling stations)***

El principal objetivo del proyecto "HyApproval" es desarrollar un manual para la aprobación de estaciones de servicio de hidrógeno. El proyecto será llevado a cabo por un grupo de 25 socios (industrias, PYMES y centros de investigación) que aseguran el conocimiento requerido y suficiente para desarrollar el proyecto. La mayoría de los socios ya tienen experiencia en este campo por proyectos similares. Existen además una serie de socios de China y EE.UU. que proporcionarán los vínculos necesarios en las actividades internacionales. El presupuesto total inicial para los 24 meses del proyecto fue de 5.035.654 euros, de los cuales se solicitaban 2.536.302 Euros a la UE. Tras la negociación con la UE, el proyecto va a recibir un total de 1.900.000 euros de ayuda por parte de la UE.

Como objetivos concretos se persigue:

1. Finalizar el borrador de Reglamentación sobre Estaciones de Llenado de Hidrógeno, empezado bajo el proyecto EIHP2 y desarrollado por el ISO TC197 incorporando

recomendaciones a los suministradores de esta tecnología.

2. Desarrollar un procedimiento para asistir a las empresas y organizaciones implicadas en la construcción y operación de estaciones de servicio de H<sub>2</sub>. Se implementarán para ello unas buenas prácticas que reflejen la regulación técnica y medioambiental existente y que permitan a su vez cierta flexibilidad para actualizarla, si fuese necesario. Se parte de la experiencia acumulada en proyectos relacionados (CUTE, EIHP, HySafe, CEP, etc.) y en la propia de los socios implicados, que son:

- LBST
- INTA
- Air Liquide
- Air Product
- GM/Opel
- BP
- CAS
- CEA
- NCSR
- DNV
- ET
- FZK
- FAST
- Hydro
- INE
- INERIS
- EC-JRC
- Linde
- Total
- HYGS
- SHELL
- TNO
- NREL
- HSE
- ENAA

El INTA participa en los paquetes de trabajo WP2 *Handbook Compilation*, WP3 *Infrastructure & Deployment* y WP5 *Dissemination*, con una carga de trabajo de cinco personas/mes en los 24 meses del proyecto.

### ***NEGST (New Generation of Solar Termal Systems)***

El proyecto europeo "New Generation of Solar Termal Systems" es una propuesta realizada dentro del Sexto Programa Marco en investigación, desarrollo tecnológico y demostración, dentro de la línea de trabajo de Energía Solar Térmica del Área de Energías renovables.

Los socios son institutos, universidades y empresas con tareas similares al INTA en el campo de la energía solar térmica, tales como ITW de la universidad de Stuttgart, TENEO de Holanda, SP de Suecia, INETI de Portugal, Demokritos de Grecia, etc., formando un consorcio de un total de 18 socios que abarcan prácticamente todos los países de la UE.

El presente proyecto tiene por objetivo introducir en el mercado sistemas solares térmicos de menor coste y mayor rendimiento, principalmente destinados a la preparación de agua caliente sanitaria y refrigeración, para contribuir con las metas marcadas por la UE respecto a la reducción de emisiones de dióxido de carbono y el uso de energías renovables. En concreto, el proyecto desarrollará actividades en el campo de: estandarización de sistemas y nuevos modelos, integración de los sistemas solares en la edificación, en métodos de ensayo para la nueva generación de sistemas, los sistemas de refrigeración solar.

La tarea del INTA se centrará fundamentalmente en ensayos de sistemas solares domésticos de nueva creación, normalización de estos nuevos sistemas continuando con las labores que el INTA viene desarrollando en AENOR y el CEN, en tecnologías de sistemas de refrigeración solar por absorción.

### ***Pilas de combustible. Aplicaciones para Defensa.***

Este proyecto se inició en 2003 y surgió como consecuencia de las actuaciones realizadas para la Jefatura de Apoyo Logístico de la Armada plasmadas en el documento SET/RPT/4451/001/INTA/02 "Análisis Preliminar de Sistemas AIP para el Proyecto S-80", de julio de 2002.

El objetivo del mismo es analizar el estado actual de la tecnología de pilas de combustible y reformadores, así como analizar y propiciar su integración en aplicaciones tanto fijas como móviles para Defensa.

Las líneas de actuación están agrupadas en cuatro subprogramas:

- Pilas de combustibles: estado del arte y requerimientos operacionales.
- Desarrollo y construcción de reformadores para producción de hidrógeno.
- Modelizado y análisis de sistemas.
- Acoplamiento e integración de sistemas.

Para algunas de las acciones desarrolladas, se han identificado a socios nacionales con intereses comunes, con los cuales se han suscrito acuerdos específicos bajo la fórmula de costes compartidos, habiendo financiado el INTA el 50% de los desarrollos y el resto ha sido financiado proporcionalmente por los socios implicados que son la Escuela de Ingenieros de Sevilla (representada por AICIA), Instituto de Catálisis y Petroleoquímica del CSIC y el Centro de Investigación y Desarrollo del Automóvil (CIDAUT).

Se ha realizado el diseño, integración y puesta en operación de un reformador diesel de 5 kW para su acoplamiento a una pila PEM. En la actualidad se está llevando a efecto el diseño de un reformador a mayor escala, de 25 kW.

#### ***Desarrollo en España de pilas de combustibles (proyecto EpiCo)***

Desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología se ha observado durante los últimos años el fuerte incremento del interés en desarrollar proyectos tecnológicos relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible, especialmente de tipo PEM. Esta concentración de interés en el hidrógeno y las pilas de combustible viene motivada, entre otros factores, por el fuerte impulso que desde los estamentos políticos se está dirigiendo a este sector y que tienen su motivación en factores estratégicos relacionados con la fuerte dependencia energética exterior, el carácter agotable de los recursos energéticos sobre los que se basa la estructura y factores relacionados con la conservación del medio ambiente y el control de preocupantes efectos ambientales como el cambio climático y el calentamiento global. Son los primeros pasos hacia la llamada *economía del hidrógeno*.

Recogiendo el mencionado interés estratégico, observando la abundancia creciente de proyectos y que en todos los proyectos que se proponen está incluida la adquisición de pilas de combustible fabricadas en otros países, principalmente EEUU y Canadá, el Ministerio de Ciencia y Tecnología ha propuesto la iniciativa de emprender una Acción Estratégica con el objetivo de hacer realidad la construcción de un sistema de pilas de combustible PEM totalmente español.

El nivel tecnológico alcanzado en España en esta tecnología por varias empresas (principalmente INTA, Ajusa, Cegasa, Abengoa y Cidetec) permite acometer la acción con elevadas garantías de éxito. En un plan a cuatro años, el colectivo de empresas españolas debería tener acceso a un sistema PEMFC fabricado en España capaz de producir potencias que irán progresivamente evolucionando desde los 250 W hasta los 2 kW.

#### ***FCOTESQA (Fuel Cell Testing Safety Quality Assurance)***

El proyecto "*Fuel Cell Testing Safety Quality Assurance*" ha sido presentado, y aceptado, en la segunda convocatoria del programa de energía del Sexto Programa Marco, correspondiente a diciembre de 2004. Este proyecto se basa en los trabajos realizados en un proyecto europeo anterior (FCTESTNET), en el que ha participado el INTA y en el que se han desarrollado procedimientos de ensayo de pilas de combustible con vistas a su utilización de forma coordinada en laboratorios y centros de ensayo no sólo europeos, sino también

norteamericanos y japoneses. El siguiente paso sería la validación de estos procedimientos y la realización de ensayos siguiendo sus indicaciones en diversos laboratorios representativos de Europa, EEUU y Japón.

El coordinador del proyecto es el centro europeo de investigación JRC (*Joint Research Center*). Además del INTA, otros socios importantes del consorcio son CEA, FZJ, DLR, ZSW, ENEA, ECN, Opel, US DOE, Japan NEDO, etc.

El proyecto FCTESQA se centra en los aspectos de investigación pre-normativa y validación de los procedimientos de ensayo de pilas de combustible desarrollado en el marco del proyecto FCTESTNET. Esto se llevará a cabo a través de la realización de ensayos consensuados y de amplia aceptación por el sector de las pilas de combustible en muestras que irán circulando por diversos laboratorios a fin de comparar los resultados y la metodología de ensayos.

### **Proyecto Hércules**

El Proyecto Hércules persigue demostrar la viabilidad técnica y económica de la producción de hidrogeno renovable a partir de energía solar y, por otro lado, validar el binomio hidrógeno-pilas de combustible como método limpio y eficiente para la transformación de hidrógeno en electricidad en el transporte terrestre.

Así, el Proyecto plantea, por un lado, la utilización de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, que será empleada en un electrolizador para la producción de hidrógeno renovable. Se consideran también en este apartado la instalación de los sistemas pertinentes de adecuación del gas, el transporte y almacenamiento del mismo, así como los sistemas dispensadores necesarios para suministrar el hidrógeno a vehículos eléctricos que funcionen con este gas, es decir, el desarrollo de una estación de servicio de hidrógeno renovable.

Por otra parte, el segundo de los objetivos consiste en el diseño, desarrollo y construcción de un vehículo eléctrico propulsado mediante pilas de combustible alimentadas con hidrógeno puro. Este vehículo estará diseñado de manera que pueda repostar en la estación de servicio anteriormente mencionada.

El coordinador de la propuesta es Hynergreen, empresa perteneciente a ABENGOA. Además del INTA, participan Solucar R&D, también perteneciente a ABENGOA, Carburos Metálicos, AICIA, Greenpower, Santana Motor y la Agencia Andaluza de la Energía.

El proyecto cuenta con la financiación del Ministerio de Educación y Ciencia en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i 2004-2007). Adicionalmente, la Agencia de Innovación y Desarrollo de la Junta de Andalucía (IDEA) y la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) cofinancian las actividades de algunas de las empresas participantes.

### **Proyecto StorHy**

El proyecto integrado "StorHy" ha sido presentado, y aceptado, en primera convocatoria del programa de energía del Sexto Programa Marco, correspondiente a diciembre de 2002 y que se cerró en marzo de 2003.

El coordinador del proyecto es la empresa austriaca Magna Steyr, dedicada a la fabricación de componentes para la industria del automóvil. Además del INTA, otros socios importantes del consorcio son DaimlerChrysler AG, BMW, Volvo, CEA, JRC, Air Liquide, Linde, Ford, Dynetek, MAN, Grupo PSA, Messer, etc.

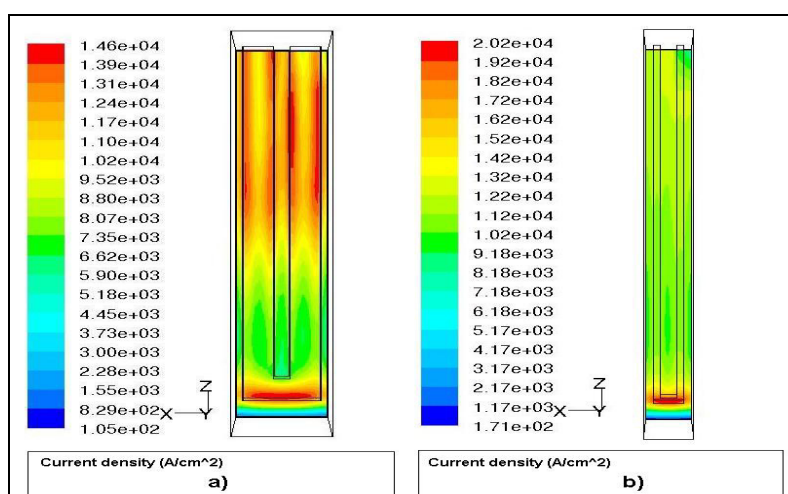
El almacenamiento de hidrógeno es una tecnología clave en la difusión del uso del mismo como vector energético. De hecho, una de las grandes barreras tecnológicas detectadas para esta difusión es la eficiencia y seguridad de los métodos de almacenamiento de hidrógeno disponibles en la actualidad. En este sentido, los principales objetivos del proyecto integrado “StorHy” son proporcionar soluciones atractivas, desde el punto de vista económico y medioambiental, para los tres métodos de almacenamiento de hidrógeno utilizados en la industria automovilística (a presión, líquido o en hidruros metálicos), así como reforzar la competitividad en este campo de la industria europea.

Junto con los desarrollos puramente tecnológicos, uno de los subproyectos se centrará en los aspectos de seguridad y aspectos prenormativos. El INTA participará en esta tarea, en colaboración con el BAM (Instituto Federal de Investigación y Ensayo de Materiales alemán).

Optimización de placas bipolares para pilas tipo PEM utilizando simulaciones CFD

El INTA, en colaboración con la empresa CESA (Compañía Española de Sistemas Aeronáuticos), ha desarrollado un proyecto de optimización de la geometría de las placas bipolares de una pila tipo PEM, mediante simulaciones fluido-dinámicas y electroquímicas. Para ello se ha usado el programa comercial *Fluent*, versión 6.2, que incluye un módulo de pilas PEM. Con él se han analizado distintas geometrías de placa bipolar: configuración de canales en paralelo (geometría de la pila comercial que se tiene en el laboratorio), modelo simplificado de un único canal en serpentín y configuración completa de un serpentín de doble paso (prototipo diseñado a partir de los resultados obtenidos en las simulaciones).

Con el modelo simplificado de un único canal en serpentín se ha hecho un estudio de la influencia de los parámetros geométricos, variando el ancho del canal, y el efecto en el funcionamiento de la pila de la variación de las condiciones de operación, como por ejemplo la variación de la humedad de los reactantes y variación del flujo de alimentación.



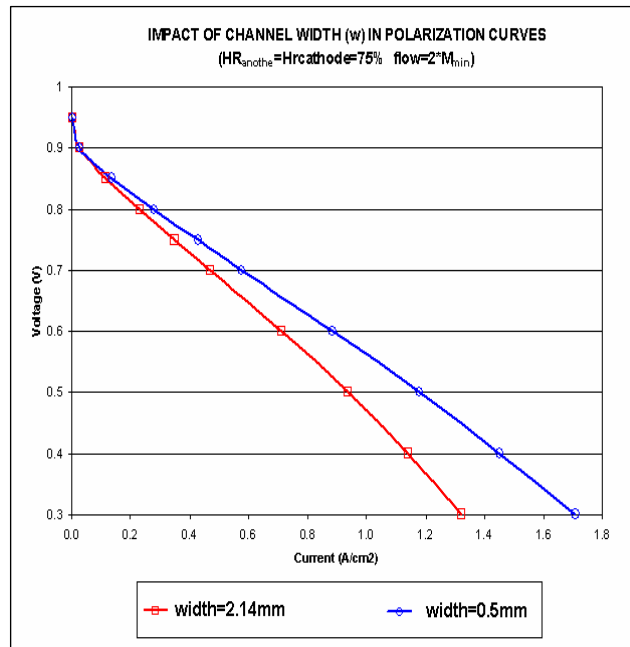
Distribución de la densidad de corriente para distintos anchos de canal: a) 2.14mm y b) 0.5mm.

Atendiendo a los resultados de las simulaciones se han fabricado en grafito 12 placas bipolares y 4 terminales con una geometría de serpentín de dos canales, para la construcción de una monocelda y de un *stack* de 10 MEAS, y dos placas terminales y una placa bipolar en acero.



Actualmente se está trabajando en las simulaciones electroquímicas de la geometría en serpentin completa. También se está empezando un plan de ensayos experimentales para validar los resultados obtenidos con las simulaciones.

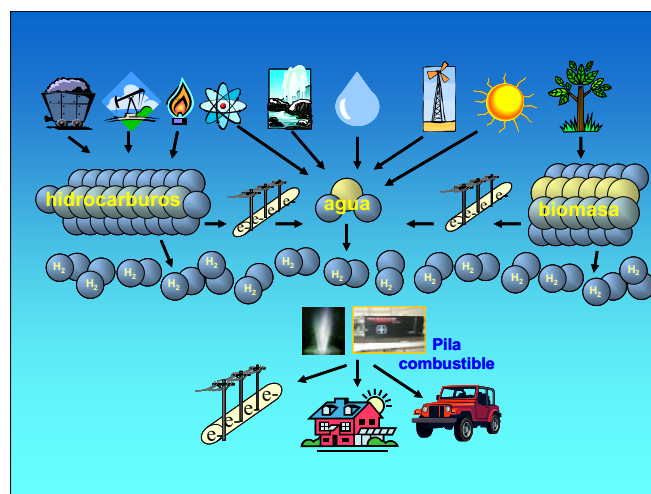
Estos trabajos de simulación continúan dentro del proyecto Cenit DEIMOS, en el que el INTA participa en la tarea de desarrollar un *stack* de pila PEM de alta temperatura para aplicaciones aeronáuticas.



Influencia del ancho del canal en las curvas de polarización de la pila

### Proyecto PHISICO2

El proyecto PHISICO2 (Producción Limpia de Hidrógeno: alternativa Sin emisiones de CO<sub>2</sub>) es un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico presentado a la convocatoria de ayudas para la realización de programas de actividades de I+D entre grupos de investigación de la Comunidad de Madrid, al cual le ha sido concedida una ayuda para su ejecución por un valor total de 925.285 euros.



El objetivo fundamental del proyecto es el estudio de diferentes procesos limpios de producción de hidrógeno, a fin de avanzar en la resolución de las limitaciones tecnológicas y económicas que se presentan actualmente en este campo para poder llevar a cabo una futura transición hacia la *economía del hidrógeno*. Las alternativas contempladas en este proyecto se caracterizan por evitar la formación de CO<sub>2</sub> como coproducto del hidrógeno y utilizar fuentes renovables para proporcionar la energía consumida en la formación y liberación del hidrógeno.

Las diferentes líneas de investigación que se incluyen en este proyecto son las siguientes:

- a) Producción de hidrógeno a partir del agua por foto-descomposición.
- b) Producción de hidrógeno a partir de agua mediante procesos solar-térmicos basados en ciclos termoquímicos.
- c) Producción a partir de gas natural mediante descarbonización catalítica.

El coordinador es la Universidad Rey Juan Carlos y junto al INTA también participan el CIEMAT, el CSIC-ICP, REPSOL y Hynergreen. El proyecto ha comenzado el 1 Enero del año 2006 con una duración de 4 años.

### **Proyecto HIDROSOLAR H<sub>2</sub>**

La energía solar fotovoltaica resulta hoy en día la más indicada para el suministro de energía eléctrica a pequeñas instalaciones alejadas de la red de distribución. Este tipo de instalaciones está sobredimensionado para asegurar una alta disponibilidad debido a las diferencias de radiación solar entre invierno y verano. Para evitar el sobredimensionado de la instalación se empiezan a considerar otras opciones, menos evolucionadas pero con buenas perspectivas de futuro, como pueda ser el hidrógeno solar. Esta nueva configuración implica la



utilización del hidrógeno como una novedosa técnica de almacenamiento de energía que nos permite aprovechar toda la energía producida por los módulos solares fotovoltaicos en épocas de gran cantidad de horas de sol para posteriormente utilizar el hidrógeno almacenado en la producción de energía eléctrica en épocas de escasa radiación solar.

El objetivo del proyecto es la creación de un sistema autónomo basado en dos líneas de suministro de energía que se complementan. La primera línea incluye paneles solares fotovoltaicos y un sistema de baterías plomo-ácido. En la segunda línea se dispone del mismo sistema pero además se incluye un dispositivo de producción de hidrógeno mediante un electrolizador, hidrógeno que posteriormente será almacenado en hidruros metálicos para su posterior conversión en electricidad mediante una pila de combustible PEM.



El sistema se encuentra controlado en todo momento por un autómata programable que dispone de un amplio rango de datos con los que dirige el funcionamiento del sistema según los parámetros previamente configurados. El autómata tiene el objetivo de proporcionar energía eléctrica a la carga. Para ello debe tener en todo momento cubierta la demanda energética de la misma. Para ello se encarga de elegir la línea de suministro de energía. La línea elegida corresponde con el almacenamiento de energía disponible, rotándose en caso de escasez.

La instalación dispone de un sistema de sensores de medida de los diferentes parámetros, desde la temperatura de los diferentes equipos hasta la radiación solar ó la presión de hidrógeno. El resultado del estudio del sistema supondrá la optimización del mismo para obtener el mayor rendimiento energético.

### ***Proyecto Peixe Verde***

El proyecto “Peixe Verde” es un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico aprobado en la convocatoria de ayudas del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i 2004-2007), en la parte dedicada al fomento de la investigación técnica para proyectos científico-tecnológicos singulares y de carácter estratégico.

El objetivo fundamental del proyecto es la búsqueda, a través de la I+D, de soluciones al aumento del coste del gasoil para barcos de pesca. Para ello se estudiaran múltiples soluciones integradas en diferentes subproyectos: Toma de datos, Navegación y Pesca, Modificaciones en los barcos, Generación de energía mecánica y eléctrica, Ahorro y eficiencia energética, Gestión energética y sistemas de control, Combustibles alternativos y energías de apoyo, GNL, GLP, H2, solar, eólica y Laboratorio Flotante.

El coordinador es la Sociedad Puerto de Celeiro y cuenta con la participación de diferentes organismos públicos y de la Administración como universidades (La Coruña, UPM, Rovira i Virgili, Santiago de Compostela), la Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia, IDAE, CETPEC, INTA, así como la participación de empresas privadas como Repsol-Ypf, Elcogas, Guascor, ARIEMA, Pescanova, Astilleros, Imix, Altum, Armón y otras.

El proyecto tiene una duración de 4 años. La participación del INTA se centra en dos subproyectos, Sub-2 y Sub-8.

Sub-2: Toma de Datos.

El INTA participa en el estudio de las valoraciones energéticas y en la validación, tratamiento y análisis de los datos adquiridos.

Sub-8: Combustibles alternativos y energías de apoyo:GNL, GLP, H2, solar, eólica.

El INTA participa en el montaje de una estación meteorológica y la determinación del potencial eólico en el puerto de Celeiro para su posible aplicación a la producción de hidrógeno y como alternativa al suministro eléctrico en las instalaciones portuarias.

### ***Proyecto BANCO DE ENSAYOS 0-1 kW***

El Proyecto “BANCO DE ENSAYOS 0-1 kW” es un proyecto interno, desarrollado por el Área de Energías Renovables del INTA, en el cual se pretende desarrollar un banco de ensayos capaz de realizar pruebas de funcionamiento a pilas de combustible tipo PEM con una potencia que varía entre 5 W y 1 kW.

El Área de Energías Renovables del INTA tiene experiencia desde el año 1991 en la tecnología de pilas de combustible. Ha montado instalaciones y operado sistemas de pilas de combustible de tecnología alcalina, de membrana polimérica, (PEM) y de ácido fosfórico en el rango de potencia de 0,5 a 10 kW; participando en diferentes proyectos europeos entre los que

se pueden destacar FIRST, FEBUSS, FCTESTNET, HYSOCIETY, EIHP I & II, RES2H2, StorHy, etc.

El objetivo fundamental del Proyecto es el desarrollo de una unidad de ensayo desarrollada íntegramente en el INTA para la realización de diferentes ensayos pudiendo de este modo avanzar en la caracterización y evaluación de este tipo de componentes.

El sistema estará compuesto básicamente por:

- Dos medidores/controladores de caudal másico de líquidos, (ánodo y cátodo), los cuales llevarán asociado un evaporador-mezclador, mediante el cual se regulará el porcentaje de humedad relativa para cada una de las vías (ánodo y cátodo).
- Un controlador de temperatura, el cual trabajará conjuntamente con los medidores/controladores de caudal másico de líquidos, de manera que ayudará tanto a la regulación de la temperatura de los gases de entrada a la pila, como al control de la humedad relativa de los mismos.
- Dos medidores/controladores de la presión de salida de los gases que serán capaces de fijar la presión de trabajo y que incluirán los accesorios necesarios para su utilización y mantenimiento en condiciones adecuadas.
- Dos medidores de caudal másico de gas (ánodo y cátodo) por medio de los que se controlará la cantidad de gas en ambas vías a la salida de la pila de combustible, evaluando de este modo el rendimiento de la misma.



## SEGURIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Dentro de este campo de actividad, el INTA dispone del único centro acreditado en España para evaluar la seguridad de las Tecnologías de la Información.

### ***Creación del Centro Evaluador de las Tecnologías de la Información del INTA (CESTI) y su contexto internacional***

#### *Creación del CESTI*



El CESTI fue creado en 1999, siguiendo instrucciones del Secretario de Estado de Defensa, para que España pudiera evaluar y certificar el GSS del EF-2000 así como futuros sistemas o productos de interés para la Defensa.

El CESTI fue creado por el Director del INTA el día 12 de mayo de 1999, dando instrucciones para que hiciera lo conveniente para su desarrollo, implantación, puesta en funcionamiento y acreditación del centro. Por resolución 323/38524/2000, de 27 de noviembre de 2000, de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), se *acredita* al CESTI como Entidad Evaluadora de la Seguridad de las Tecnologías de la Información (EESTI). Con fecha de entrada en vigor de 22 de junio del 2001 de la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), *acredita* al CESTI con el nº 283/LE595 para la Evaluación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información.

#### *España versus Europa en el momento de creación del CESTI*

En Europa existía un Marco de Referencia para la evaluación y certificación de la seguridad de las Tecnologías de la Información basado en Esquemas, Organismos de Certificación y Laboratorios, todos nacionales. Los criterios a aplicar y los métodos a seguir en las evaluaciones y certificaciones estaban recogidas en los documentos europeos ITSEC e ITSEM.

Existía un Acuerdo Mutuo de reconocimiento de certificados por los que España reconocía los certificados emitidos por Alemania, Francia e Inglaterra. Para que los países anteriores y otros firmantes el Acuerdo reconocieran los certificados españoles se tenían que dar dos circunstancias.

- España tenía que tener un Esquema, con su Organismo de Certificación y sus Laboratorios
- España tenía que someterse y superar un examen delante de los países cuyos certificados gozaban de reconocimiento internacional.

#### *España versus países OTAN en el momento de creación del CESTI*

La situación puede considerarse parecida al caso anterior. Existía un Marco de Referencia al nivel internacional para la evaluación y certificación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información basado en Esquemas, Organismos de Certificación y Laboratorios, todos nacionales. Los criterios a aplicar y los métodos a seguir en las evaluaciones y certificaciones estaban recogidas en los documentos internacionales CC y CEM (posteriormente se recogieron en una norma ISO 15408).

Existía un Arreglo Internacional (firmado por España a través del Ministerio de Administraciones Públicas) de reconocimiento de certificados por los que España reconocía los certificados emitidos por los países con Organismos de Certificación Cualificados; que en aquel eran Alemania, Francia, Inglaterra, EEUU y Canadá.

Para que los países anteriores y los otros firmantes el Arreglo reconocieran los certificados españoles se tenían que dar dos circunstancias.

- España tenía que tener un Esquema, con su Organismo de Certificación y sus Laboratorios
- España tenía que someterse y superar un examen delante de los países con Organismos de Certificación Cualificados.

#### *Razones que aconsejaron la creación del CESTI*

Las cuestiones de Seguridad de la Información se tenían en cuenta en los programas internacionales de desarrollo y/o adquisición de nuevos sistemas de armas en los que participaba España.

Al carecer España de Esquema, Organismo de Certificación y Laboratorios, y tener firmados el Acuerdo y el Arreglo mencionados, se encontraba en una situación de inferioridad

clara, teniendo que reconocer los certificados emitidos por otros países participantes y sin tener la infraestructura para poder emitir sus propios certificados.

### *Primeros pasos*

Para superar la situación anterior dentro del sector de Defensa (no a nivel Estado), se adoptaron las acciones y medidas oportunas, entre las cuales:

- Se creó un Esquema de Evaluación y Certificación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información dentro del ámbito de la Defensa, amparándose en las atribuciones que el Reglamento de Homologación de la Defensa daba a la Junta de Homologación.
- Dentro del Esquema, la Junta de Homologación se constituía en Organismo de Certificación y el Director General de Armamento y Material la autoridad de Certificación.
- Se creó un Laboratorio de Evaluación adscrito al Ministerio de Defensa, el CESTI.
- La DGAM, a través de la Junta de Homologación, *acreditó* al CESTI dentro del Esquema.
- El CESTI se acreditó a su vez con ENAC como Laboratorio de Evaluación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información, con criterios ITSEC y método ITSEM.
- España (la DGAM a través de la Junta de Homologación) no se sometió al examen internacional para que sus certificados tuvieran reconocimiento internacional, pero sí pudo negociar de igual a igual en los programas internacionales de desarrollo de sistemas de armas en los que participaba y exigir trato de igual a igual, lo que significó realizar evaluaciones y certificaciones dentro de dichos programas y que las mismas fueran reconocidas por todos los países participantes como válidas dentro de sus propios países.

### *Evolución de la situación. Fase de maduración*

La Agencia NETMA decidió que la seguridad de las tecnologías de la información del *Ground Support System* (GSS) del EF-2000, fuera certificada (por la DGAM) en España y evaluada (por el CESTI).

El CESTI comenzó otras evaluaciones con vista a la certificación de productos (PKIs, tarjetas criptológicas, cifradores y otros productos de seguridad) de interés para la Defensa (Estado Mayor Conjunto y Centro Nacional de Inteligencia).

El Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Secretaria de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, Subdirección General de Servicios de la Sociedad de la Información, consideró que el CESTI fuera un Organismo oficial evaluador de las "Entidades Proveedoras de Servicios de Certificación de Firma Electrónica".

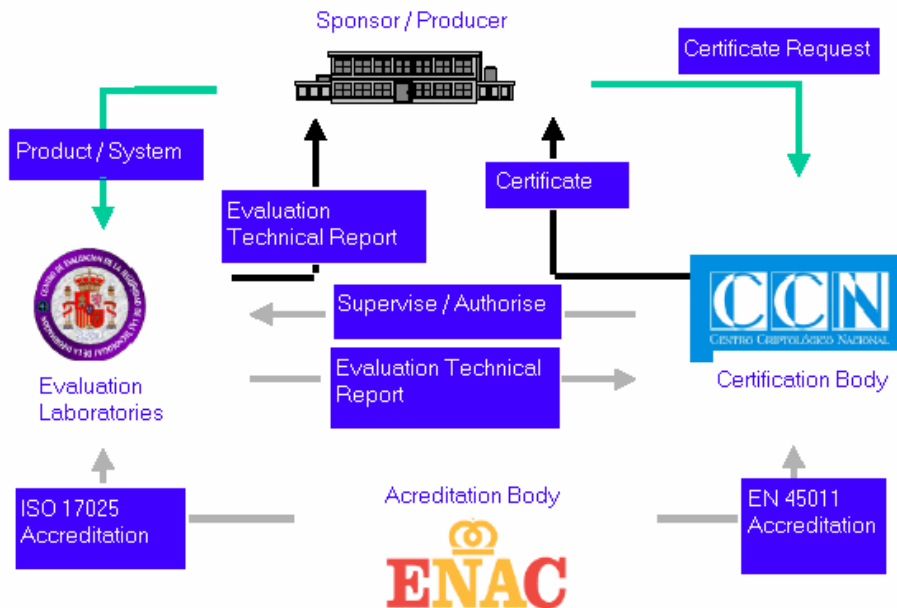
El hecho de que en España hubiera un Esquema Departamental (MINISDEF) funcionando y reconocido internacionalmente hizo de catalizador para:

- Que las empresas que sentían la necesidad de certificar la seguridad de las Tecnologías de la Información de productos y/o sistemas (grandes como Microsoft o Telefónica, y pequeñas y muy pequeñas con productos para dar soluciones específicas de problemas concretos de seguridad) acudieran al CESTI, único laboratorio existente entonces, para intentar evaluarse y certificarse. Lamentablemente para algunas de estas empresas, el Esquema del MINISDEF era únicamente válido para productos de Defensa.
- Que aumentara la conciencia al nivel del Estado de la necesidad de tener un Esquema Nacional que gozara de reconocimiento internacional y de que España estaba suficientemente madura para hacerlo.

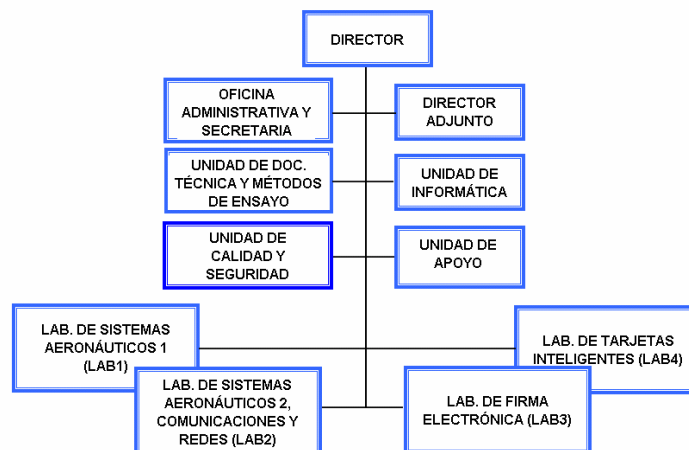
*Evolución de la situación. Fase de resultados*

En el año 2004 se crea el Esquema Nacional de Evaluación y Certificación de la Seguridad de las Tecnologías de la Información:

- El Organismo de Certificación es el CCN del Centro Nacional de Inteligencia.
- Los Laboratorios, el CESTI.
- Los criterios y métodos los europeos ITEC e ITSEM y los internacionales CC (ISO 15408) y CEM.



*Estructura del CESTI*



24 titulados (17 afectos a los laboratorios) y 2 no titulados

La situación actual en 2007 es la siguiente:

- El Esquema Nacional español solicitó y superó el examen internacional para ser Organismo de Certificación cualificado y como consecuencia sus certificados gozan de reconocimiento internacional.
- España dispone de DNI digital, el CESTI ha evaluado y el CCN-CNI ha certificado el DNI digital español.
- La firma electrónica realizada con dispositivos seguros de creación de firma se equipara a la manuscrita.
- Las demandas de evaluaciones y certificaciones aumenta.
- Hay dos nuevos laboratorios (no del Estado) acreditándose.
- El CESTI sigue evaluando de forma prioritaria productos y sistemas de interés para la Defensa, el CNI y la Administración, pero está abierto también a la evaluación de productos comerciales.

## **CONCLUSIONES**

Después de esta breve introducción al INTA y a sus actividades de carácter o aplicación civil, se puede concluir que:

- El INTA, estando adscrito al Ministerio de Defensa del que proviene su presupuesto, tiene unas responsabilidades que exceden claramente el ámbito de la Defensa como Instituto Nacional y Organismo Público de Investigación, y debe por tanto cubrir también con sus actividades las necesidades del ámbito aeroespacial civil.
- La actividad de carácter civil en el INTA se cifra en el entorno de un 77% del total.
- El INTA, participa en programas internacionales con otras Agencias, que tienen un claro beneficio social.
- También con la industria realiza y participa en programas nacionales e internacionales, ensayos y otros trabajos de marcado interés en el impacto en la sociedad civil.

En definitiva, el INTA constituye un claro ejemplo de cómo las inversiones de Defensa en I+D+i tienen un beneficio social y un notable índice de aplicación civil.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Estatuto del INTA (RD 88/2001, de 2 febrero, BOE nº 32).
- Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica (Ley de la Ciencia) (Ley 13/1986, de 14 de abril, BOE de 18 de abril).
- Presupuestos Generales del Estado 2006 –Sección 14.- Ministerio de Defensa.
- Memorias Anuales del INTA 2004, 2005 y 2006.
- <http://www.inta.es>





## EL CANAL DE EXPERIENCIA HIDRODINÁMICAS DE EL PARDO: UN INSTITUTO DE I+D+i DEL MINISTERIO DE DEFENSA

*José Manuel Sevilla López*  
*Vicealmirante Ingeniero Naval*  
*Director del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo - CEHIPAR*

### 1. INTRODUCCIÓN

El Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR), es un centro público de investigación, desarrollo tecnológico y asistencia técnica de alto nivel, configurado como Organismo Autónomo de los previstos en el artículo 43.1.a) de la Ley 6/1.997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado.

Se rige por lo dispuesto en el Real Decreto 451/1995, de 24 de marzo, por el que se reorganiza el CEHIPAR, en la Ley 6/1.997, de 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado (LOFAGE), y en lo que sea aplicable, por la Ley 13/1986, de 14 de abril, de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica y demás disposiciones legales.

El Canal está adscrito al Ministerio de Defensa a través de la Dirección General de Armamento y Material.

La misión fundamental del CEHIPAR es el estudio, la experimentación y la investigación de los aspectos hidrodinámicos de la construcción naval militar, mercante, pesquera y deportiva, actuando en el marco de las prioridades señaladas por el Ministerio de Defensa.

Esta misión está recogida en el Real Decreto de reorganización 451/1995 de 24 de marzo, en el que se definen también las principales funciones para el cumplimiento de la misión y que se relacionan a continuación:

- a. La experimentación con modelos para el estudio y proyecto de buques, equipos y artefactos en sus aspectos hidrodinámicos.
- b. La investigación y experimentación encaminada al ahorro energético de los buques.
- c. La certificación de las velocidades previsibles para el buque y otros parámetros o características hidrodinámicas deducidas de los resultados obtenidos en sus pruebas de mar y la homologación de dichas pruebas, así como las de otros sistemas y equipos cuando se requiera.
- d. El estudio de cuestiones hidrodinámicas que pueden ser de aplicación a otras ramas de la técnica y especialidades científicas.
- e. La colaboración con entidades nacionales e internacionales de I+D, sirviendo de elemento de transferencia de tecnología española, dentro de sus competencias.
- f. La promoción de la colaboración e intercambios en trabajos científicos y técnicos de I+D con centros análogos extranjeros.
- g. La formación de personal técnico especializado, colaborando con universidades y empresas.

### 2. CAMPOS TECNOLÓGICOS EN LOS QUE ACTUA DEL CEHIPAR

La actividad del CEHIPAR durante los años 2005, 2006 y 2007, medida por el importe de sus ingresos por servicios e investigaciones, puede ser desglosada por campos tecnológicos,

según la clasificación de objetivos socioeconómicos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en los siguientes porcentajes:

|   | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|------|------|------|
| Protección del Medio Ambiente                     | 8    |      | 11   |
| Sistemas de Transporte (Construcción naval civil) | 66   | 70   | 53   |
| Producción racional de la energía                 |      |      | 22   |
| Defensa (Construcción naval militar)              | 26   | 30   | 14   |

El cuadro anterior muestra que la actividad del CEHIPAR relacionada con Defensa (buques de guerra) varía, de acuerdo con los planes de construcción militar, alrededor del 25 %, mientras que la relacionada con los buques civiles (mercantes, pesqueros y de recreo), se mantiene alrededor del 60 %, quedando el 15 % restante dedicado a diversos campos como el medio ambiente (contaminación marina), la producción de energía (obtención de energías renovables del mar), etc.

### 3. ACTIVIDADES DEL CEHIPAR

La actividad tecnológica del CEHIPAR puede descomponerse en dos grandes campos: “Proyectos y experimentación hidrodinámica” y “Programas de I+D”. A continuación se realiza un breve resumen de las actividades más significativas en ambas categorías.

#### 3.1 Proyectos y experimentación hidrodinámica

##### Buque de Proyección Estratégica (BPE) para la Armada española

Se ha realizado un completo estudio hidrodinámico sobre este buque, el más grande e importante de la Armada española, en diversas fases: proyecto de formas, ensayos de propulsión, ensayos de cavitación de la hélice, ensayos de comportamiento en la mar y ensayos de maniobrabilidad en aguas libres y en puerto. En las diferentes etapas del estudio se ha colaborado con la Jefatura del Apoyo Logístico (JAL) y con la empresa constructora del buque, NAVANTIA, S.A.



##### Buque de Acción Marítima (BAM), para la Armada española

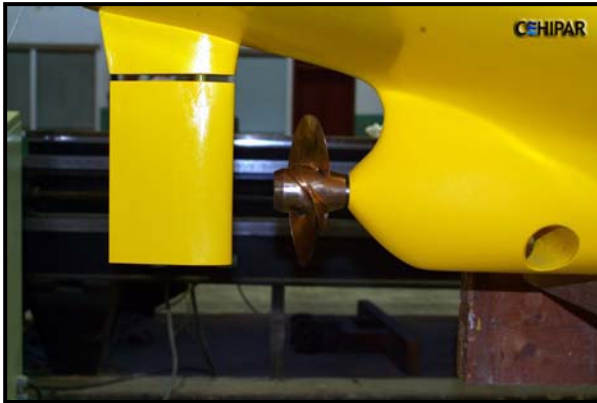


El CEHIPAR ha realizado un amplio estudio hidrodinámico para este buque incluyendo estudio de formas, ensayos en el Canal de aguas tranquilas y ensayos en el túnel de cavitación

- **Desafío Copa América**

Como en otras oportunidades, el CEHIPAR ha participado activamente en los estudios hidrodinámicos para la regata más prestigiosa del mundo celebrada recientemente en Valencia, la Copa América. La mayor parte de las actividades ha estado centrada en ensayos y estudios para el buque español en dicha regata, pero también se han realizado ensayos para el buque suizo (finalmente ganador) y para el buque norteamericano.

- **Buque cementero para Juliana Constructora Gijonesa**

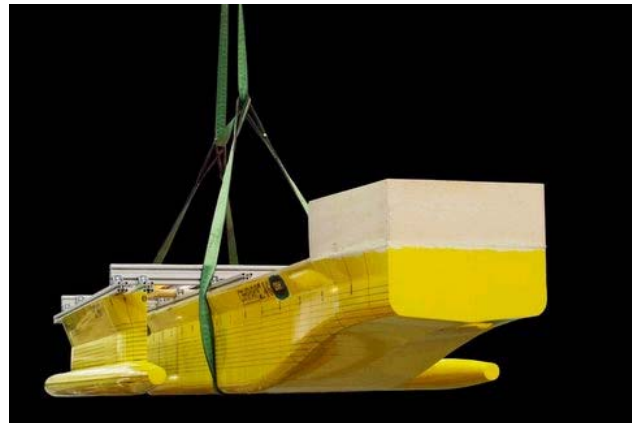


Ha consistido en una optimización de de las formas por ordenador, mediante métodos de Hidrodinámica Numérica (CFD) y un completo paquete de ensayos con modelos, tanto para la carena como para el propulsor.

### 3.2. Programas de I+D

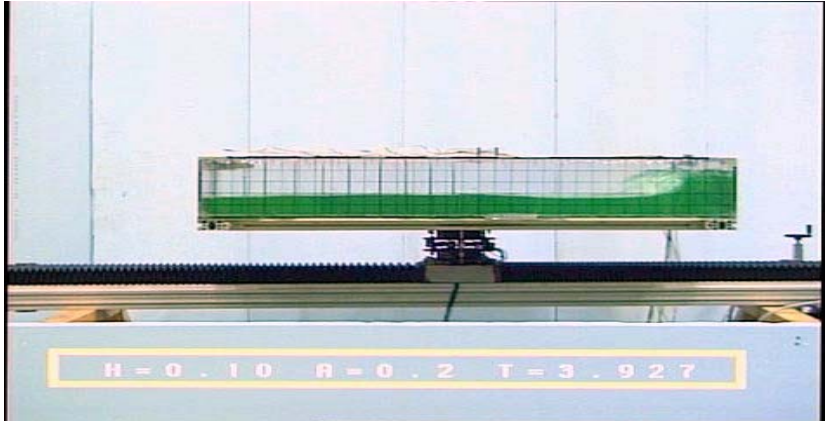
- **Proyecto OIL SEA HARVESTER. Buque anti-contaminación”**

Este programa se lleva a cabo dentro del 6º Programa Marco de la Comunidad Europea. Los Socios más importantes del CEHIPAR en esta investigación son Chantiers de l’Atlantique, Lloyds Register, Bassin des Carènes y SIREHNA. Se trata de realizar un proyecto de un novedoso buque recogedor de vertidos marinos contaminantes. Se ha seleccionado un buque multicasco relativamente rápido y que habrá de operar en la mar con alturas de olas superiores a las máximas permitidas en los buques anticontaminación existentes. La participación del CEHIPAR ha consistido en la realización de ensayos en aguas tranquilas y en olas a distintas velocidades y con distintos estados de mar, así como estudios específicos de agitación en la zona de los recogedores del vertido. Se han construido dos modelos del buque, geoméricamente semejantes y a distintas escalas para realizar los ensayos en el canal de aguas tranquilas y en el canal de olas respectivamente.



- **Proyecto CARENA. Cálculo de la resistencia de estructuras navales”**

Este programa ha sido subvencionado por el programa PROFIT del Ministerio de Industria. El socio del CEHIPAR en esta investigación ha sido la empresa NEXT LIMIT, especializada en simulación de movimientos de fluidos por ordenador para películas de Cine, y reciente ganadora de un Oscar de Hollywood a los mejores Efectos Especiales en 2008. Se trataba de elaborar unos programas de cálculo numérico de movimiento de fluidos (tanto confinados como libres) según el método SPH (“Smooth Particles Hydrodynamics”). La tarea



del CEHIPAR ha sido llevar a cabo la validación experimental de los programas de ordenador mediante ensayos. A lo largo de más de dos años se han realizado numerosos ensayos de oscilaciones forzadas laterales en tanques con agua en su interior, así como ensayos de oscilaciones en un tanque dividido mediante un mamparo flexible.

Posteriormente se han efectuado ensayos de impacto en caída libre (“drop test”) con un modelo de forma tipo torpedo. Todos estos resultados experimentales han servido como validación de los cálculos numéricos llevados a cabo con los programas desarrollados por la empresa NEXT LIMIT.

- **Proyecto SHIPSURV. Medida de esfuerzos estructurales en buques con averías**

Programa del C.R.S. (Cooperative Research Ships), organismo internacional de investigación cooperativa en el que se encuentra encuadrado el CEHIPAR, en el que se ha estudiado el comportamiento en estabilidad y los esfuerzos estructurales en buques con averías y espacios inundados en olas. Se trataba de comparar los resultados de unos programas de cálculo numérico existentes en el C.R.S. con ensayos con modelos en olas. En esta investigación han participado también otros Institutos de investigación miembros del CRS, como MARIN



(Holanda), TNO (Holanda), Bassin d'Essais des Carènes (Francia), Cetena (Italia), etc. Los ensayos con modelos fueron adjudicados al CEHIPAR y se han llevado a cabo en un modelo segmentado (para medir esfuerzos), de un buque petrolero. Dentro de este programa, el CEHIPAR ha realizado ensayos en olas con los tanques del modelo vacíos, y con distintas alturas de agua. Asimismo el CEHIPAR llevó a cabo un estudio experimental que sirvió para descartar la técnica de ensayos de “péndulo equivalente”, que ha sido utilizada en ocasiones para estudios de agua en tanques con superficie libre.

- **HYDRALAB III. Acceso a Grandes Instalaciones europeas.**

Este proyecto forma parte del subprograma “Transnational Access” del 6º Programa Marco de la U.E. e incluye una Red Temática con una configuración de “Iniciativa Integrada de Infraestructuras (I3)”. Dentro de la misma figuran una treintena de Laboratorios especializados en Hidráulica e Hidrodinámica, de los que ocho (entre ellos el CEHIPAR), forman el núcleo principal con programas de acceso para investigadores europeos. Los investigadores extranjeros proponen al CEHIPAR proyectos específicos para ser llevados a cabo conjuntamente, teniendo lugar todos los trabajos experimentales en las instalaciones del CEHIPAR. Las investigaciones aprobadas por el Panel de Expertos Internacionales, hasta el momento, para su realización en el CEHIPAR, son las siguientes:

- *“Experimental study of the wave run-up along a vertical plate”* con la Universidad de Marsella (Francia). Trata de estudiar los efectos generados por las olas al chocar contra una pared vertical (reflexión, elevación, etc).
- *“Investigation of parametric roll of ships in irregular head seas”*, con la Universidad Técnica de Atenas (Grecia). Se pretende estudiar el indeseable movimiento de balance generado en determinados buques por el movimiento de cabeceo.
- *“Determination of relevant parameters for the alternative assessment of intact stability weather criterion on experimental basis”*, con la Universidad de Trieste (Italia).
- *“Hydrodynamic drag measurements of Riparian Woodland trees and shrubs”* con la Universidad de Cardiff (Gran Bretaña). Se estudiará la resistencia hidrodinámica de un determinado tipo de árboles (mimosas), así como sus deformaciones con el flujo, con el fin de evaluar su comportamiento frente a inundaciones. Se realizarán ensayos de remolque de árboles reales colocados invertidos en el Canal de aguas tranquilas.
- *“Hydrodynamic loads on inflated floaters planning on water”*, con la Universidad de Marsella (Francia)
- *“Parametric Rolling Tests”*, con la Universidad Técnica de Lisboa
- *“Measurements of hydrodynamics forces and motions on concentric vertical cylinders”*, con la Universidad Técnica de Atenas
- *“WAVE ROTOR- Experimental testing of the combined Welss Darrieus rotor in waves and currents”*, de Ecofys (The Netherlands)

El desarrollo de todas estas investigaciones se llevará a cabo a lo largo de 2008 y de 2009.



## COMPOSICIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

### PRESIDENTE

*D. FERNANDO MOSQUERA SILVÉN  
Teniente General del Ejército del Aire (Retirado)  
Asesor Militar de la compañía ITP. (Industria de Turbo Propulsores S.A.)*

### COORDINADOR

*D. JOSÉ SÁNCHEZ MÉNDEZ  
General de División del Ejército del Aire (Reserva)  
Secretario General de EuroDefense-España*

### VOCAL SECRETARIO

*D. ÁNGEL MARÍA RINCÓN LÓPEZ  
Coronel del CGA, Ejército de Tierra, Diplomado de Estado Mayor  
Profesor del CESEDEN*

### VOCALES

*D. RAMÓN HERRERO ARBIZU  
Ingeniero de Minas del Estado  
Subdirector General de Programas Estratégicos  
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio*

*D. LUIS MARTÍNEZ MÍGUEZ  
Director de Tecnología  
Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España - ISDEFE*

*D. ÁLVARO AZCÁRRAGA  
Consultor de SENER Ingeniería y Espacio S.A.  
Presidente de la Fundación Aeroespacio  
Miembro del Consejo Director del Instituto de Política Espacial Europea (ESPI)*

*D. JESÚS REDONDO LAVÍN  
Vicepresidente de Nuevos Negocios y Alianzas  
General Dynamics/Santa Bárbara Sistemas S.A.  
Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Comercial de Deusto*

*D. ANTONIO DE CARVAJAL  
Ingeniero Aeronáutico  
Director de Innovación  
INDRA*

*D. ANTONIO PÉREZ DE LUCAS  
Director Técnico  
Navantia*

*D<sup>a</sup> SILVIA SORIANO ARÉVALO  
Directora de Defensa  
SUN MICROSYSTEMS Inc.*



*D. ÁNGEL ORENES CAYUELA  
General de Brigada Ingeniero Aeronáutico  
Subdirector de Investigación y Programas  
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial - INTA*

*D. JOSÉ MANUEL SEVILLA LÓPEZ  
Vicealmirante Ingeniero Naval  
Director del Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR)*

*D. ABEL LOZANO CALLEJA  
Suboficial Mayor del CESEDEN  
Adjunto a Secretario General EuroDefense-España  
Abogado*