

TEMAS PROFESIONALES



EL PROGRAMA DE FRAGATAS F-100. UN CONCEPTO DE FRAGATA PARA EL SIGLO XXI (II)

Ingenioso arte y peregrino modo fue la fábrica de navíos, y cuanto mayores, más admirables; pues una máquina tan grande, compuesta de tantos pedazos de madera ligada y abrazada con curvas, bulárcamas, buzardas, y clavadas con pernos y cabillas de fierro y clavazón, quede tan fuerte, que se oponga y resista a las hinchadas y furiosas olas del mar y a los soberbios vientos; y que en ellos se atraviesen con seguridad tan dilatadas mares y diferentes regiones como las que se comunican y buscan con este modo, no dejando parte, por larga y remota que sea, que no esté hollada de los naturales de nuestra Europa, particularmente de nuestros españoles, primeros descubridores de los nuevos mundos de las Indias orientales y occidentales.

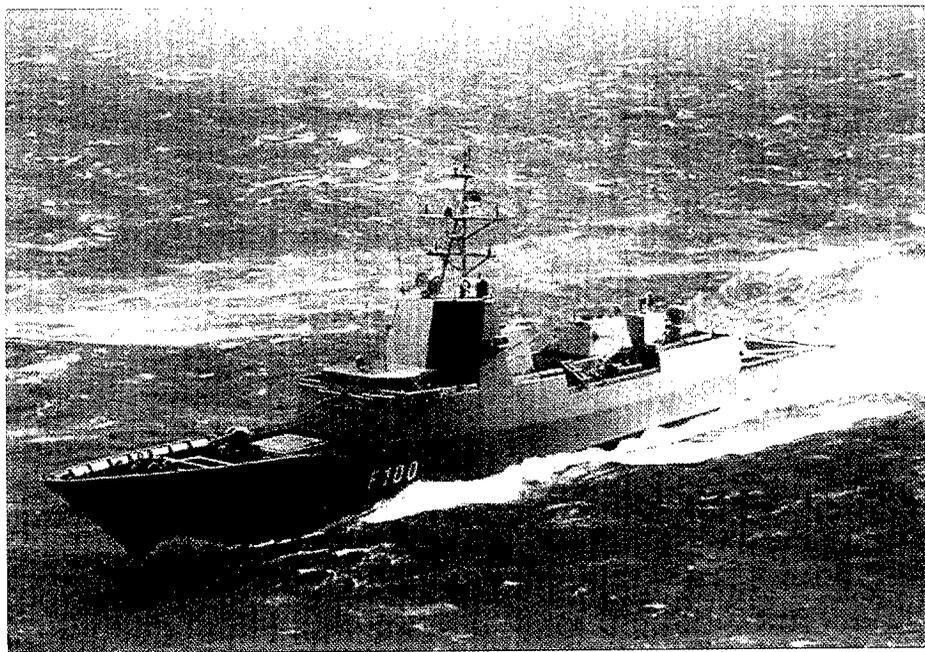
*Diálogo anónimo sobre construcción de naves.
«Disquisiciones náuticas». Cesáreo Fernández Duro.*

Introducción



ON el Programa de las fragatas F-100, la Armada se enfrenta al reto de dotar a la Fuerza con cuatro fragatas armadas con un sistema de combate de altas prestaciones operativas, en un tiempo relativamente corto y con un estricto objetivo de coste.

El reto es aún mayor si se tiene en cuenta que se ha fijado como objetivo estratégico industrial alcanzar la máxima participación —compatible con las prestaciones operativas y los riesgos técnicos— de la



industria nacional en la concepción, desarrollo, integración y construcción del «sistema buque».

Éste es un escenario básicamente diferente al de los programas anteriores de las fragatas *Baleares* y *Santa María*, en los cuales, los buques y sus sistemas de combate estaban ya desarrollados y en servicio en la Marina de los Estados Unidos. En ellos, la participación nacional fue más en la construcción y pruebas que en la concepción y el diseño e integración. No hay que olvidar, sin embargo, que esos dos programas dotaron a «Bazán» de la capacidad de instalar, integrar y probar a bordo sistemas de combate que en su día eran de los más avanzados que existían; capacidad y experiencia sin la cual sería ahora impensable abordar el Programa de la clase F-100.

También hay que recordar que al amparo de estos programas se formó personal de la Armada, cuya experiencia y contribución ha sido esencial, no sólo en la construcción, sino en mantener operativa con medios limitados una flota de la que podemos, sin triunfalismos, sentirnos orgullosos.

La empresa de diseñar, construir una fragata totalmente nacional, instalar e integrar el sistema de armas navales más avanzado que existe actualmente y desarrollar un subsistema nacional de mando y control, es un esfuerzo sin precedentes en nuestra historia naval reciente, que va a poner a prueba la capacidad tecnológica de nuestra industria y la capacidad técnica y de gestión de la Armada.

Semejante empresa va a requerir la movilización y utilización de los mejores recursos humanos disponibles —no solamente para el programa de construcción—, sino para la asimilación táctica y tecnológica del sistema, de tal manera que su incorporación a la Fuerza se realice en las condiciones óptimas de operatividad. Estamos ante una oportunidad histórica en la que no deben escatimarse esfuerzos.

Evolución del proyecto

En 1989 se cancela el proyecto NFR-90 (*NATO Frigate Replacement*) y la Armada, ante la necesidad de contar con un nuevo tipo de fragatas, arranca un proyecto nacional basado en los estudios de la NFR-90. Entre 1991 y 1996 se realizan estudios de Previabilidad, Viabilidad y Definición del Proyecto. El 31 de enero de 1997 comienza la Fase de Construcción.

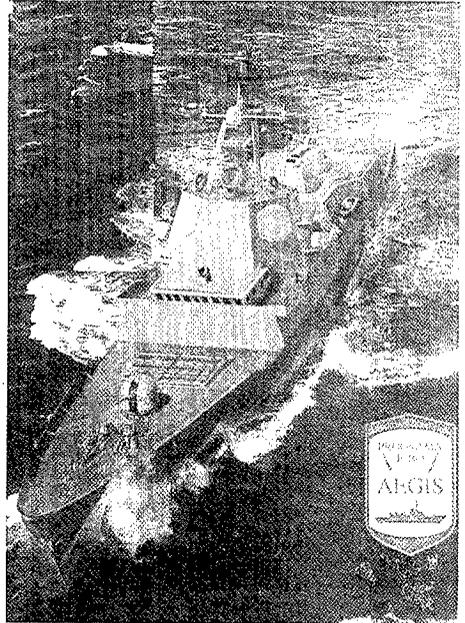
A lo largo de todos estos años, y a medida que el programa pasaba por distintas fases, el concepto de la fragata ha sufrido una constante evolución, hasta el presente.

La evolución ha sido modulada, por una parte, por los importantes cambios en el panorama internacional (desaparición de la URSS, unificación de Alemania, etc.) y, consecuentemente, por la modificación de la amenaza, el escenario estratégico y táctico —cambios de los que lógicamente un programa de este tipo no podía mantenerse al margen— y, por la otra, por los cambios tecnológicos producidos desde el comienzo del programa.

Inicialmente los Requisitos Operativos del Programa conducían hacia el diseño de una fragata antisubmarina. Durante la Fase de Viabilidad se realizó una profunda revisión de requisitos y se orientó la fragata hacia un diseño antiaéreo.

Una vez definida la fragata como eminentemente antiaérea, el segmento antiaéreo pasó a ser el elemento predominante en la definición del sistema de combate.

El segmento antiaéreo, a su vez, sufrió una profunda evolución, en parte impulsada por los cambios tecnológicos en el «estado del arte» y, en parte, por el cumplimiento de los requisitos operativos.



Al final de la Fase de Viabilidad, año 1992, el segmento antiaéreo estaba constituido por radares convencionales rotativos e iluminadores para el control de misiles Standard SM-2 y Sparrow.

Al comienzo de la Fase de Definición, al desarrollar el concepto se identifica que el diseño de un nuevo sistema de control de misiles Standard (SM-2) basado en radares rotativos no permitía la utilización total de la capacidad de este misil e implicaba importantes riesgos técnicos, quedando claro que la única solución técnica viable era dotar al buque con un radar multifunción.

En la búsqueda de esta solución, durante el año 1993, se establecen contactos con la Marina holandesa —que durante estos años ha continuado profundizando en el concepto nacido del programa NAAWS— y se orienta el diseño a la utilización de un radar multifunción, el APAR, por aquel entonces en su estado inicial de definición.

Durante la Fase de Definición, años 1994 y 1995, se estudia en detalle la solución basada en el APAR para finalmente descartarla, por diversas consideraciones técnicas y programáticas. Durante el año 1995, enmarcado en el plan de gestión de riesgos del proceso de Ingeniería de Sistemas implantado, se estudia en paralelo una solución alternativa que los redujese y asegurara el cumplimiento de los Requisitos Operativos y el calendario de construcción. La solución estudiada se basaba en el único radar naval multifunción en servicio, el radar AN/SPY-1D del sistema AEGIS montado a bordo de los destructores DDG-51 *Arleigh Burke* de la Marina de los Estados Unidos. Esta configuración fue la finalmente aprobada.

En el gráfico de la figura 1 se resume esquemáticamente la evolución del proyecto.

La necesidad

Las necesidades de la defensa nacional están dictadas por la defensa de nuestros intereses, nuestra situación geoestratégica y los compromisos internacionales derivados de los acuerdos y de las organizaciones de las que somos miembros. En cuanto a la Armada se refiere, el número de fragatas operativas en un momento dado es un elemento crítico de su capacidad operativa y, por tanto, de su capacidad de hacer frente a las necesidades de la defensa.

Si se estudia la evolución que el número de escoltas operativos ha seguido durante los últimos 25 años, se encuentra que en 1975 se alcanza un máximo de 18 y que, desde este año, su número disminuye constantemente hasta los 11 actuales —seis fragatas de la clase *Santa María* y cinco de la clase *Baleares*— (ver figura 2). Paradójicamente, en este mismo período de tiempo, la participación en ejercicios y misiones internacionales y en grupos aliados ha aumentado progresivamente, hasta alcanzar actualmente una carga operativa considerable para estas unidades.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO
FRAGATA F-100

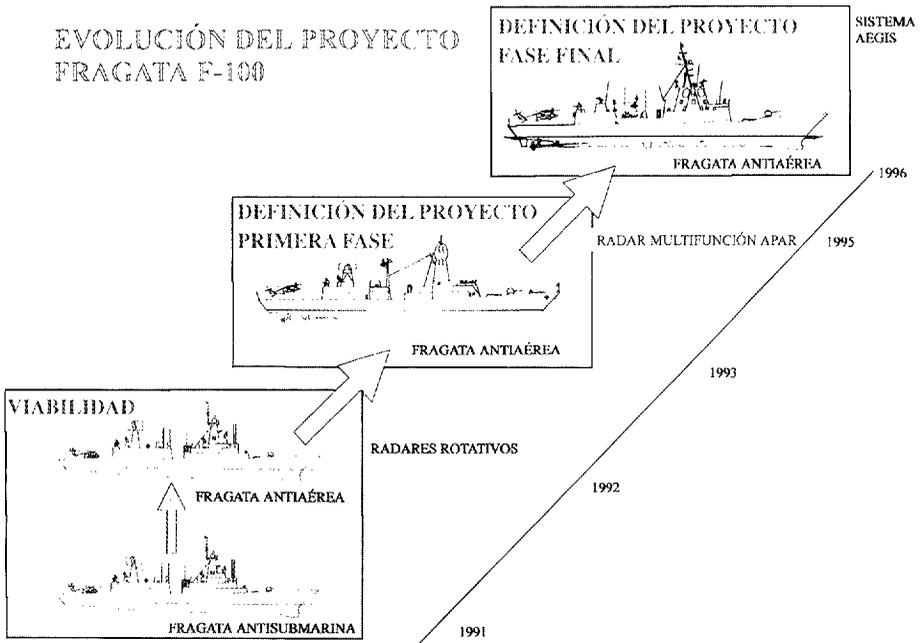


Figura 1.

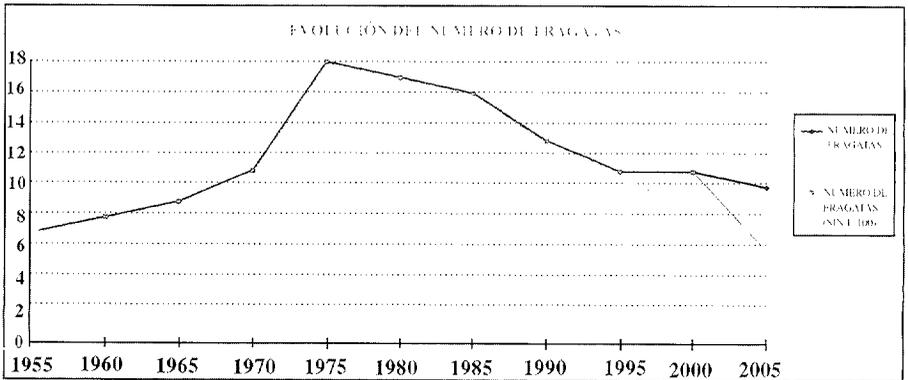


Figura 2.

Pero, cuando se habla de operatividad, el número no lo es todo, la vida media de las unidades de la Fuerza es otro factor crítico. El envejecimiento de la Fuerza más allá de ciertos límites —por muy eficaz que sea su mantenimiento— implica inevitablemente un deterioro de su capacidad operativa, bien porque sus sistemas de armas acusan su obsolescencia, bien porque su disponibilidad disminuye con el tiempo. El envejecimiento tiene también un claro efecto económico; si se permitiese que un número elevado de unidades alcanzasen el límite de su vida operativa, cuando se quisiese en su día remontar esta situación, el esfuerzo presupuestario podría resultar prohibitivo.

Por tanto, la entrada en servicio en las fechas previstas de las cuatro F-100 es imprescindible no ya para aumentar, sino para que al menos no disminuya el número de escoltas actuales más allá del año 2000 y para rejuvenecer la edad media de la fuerza de escoltas —piénsese que para entonces las *Baleares* ya empezarán a aproximarse al límite teórico de vida operativa—.

Si bien la operatividad de la fuerza debe ser la consideración fundamental, existe un aspecto de estrategia industrial que no puede ignorarse. La base industrial que hace posible la construcción, y en cierta manera el apoyo de la fuerza, la constituye «Bazán» y un grupo de empresas del sector de defensa. La salud de este entramado industrial depende de la continuidad de los programas de construcción; si se produce una interrupción demasiado prolongada de la actividad, la capacidad industrial se deteriora y puede llegarse a la pérdida de la tecnología correspondiente. En este aspecto el Programa F-100 viene a paliar la falta de actividad en este sector, desde la entrega de la *Canarias* y supondrá un importante impulso para las empresas implicadas.

Capacidad operativa

Nada más lejos de la realidad que el famoso e insidioso dicho de que los militares siempre nos preparamos para la guerra pasada. En la concepción de una nueva unidad como ésta, el factor determinante y fundamental es lograr un diseño que permita operar eficazmente en las condiciones que se prevén puedan darse en un futuro conflicto.

Ni la materia lo permite, ni desde luego entra dentro de las pretensiones de este artículo, realizar un análisis de cuál sería el escenario más probable de un futuro conflicto en el que tuviese que operar la F-100; sin embargo, a cualquier lector atento a la evolución de la política internacional no se le escapa que estamos abandonando una época de la historia basada en la política de bloques, con una amenaza Este-Oeste claramente definida —y hasta cierto punto predecible—, y entrando en otra con una amenaza Sur-Norte más difusa, menos definida y más impredecible, consecuencia de la disolución— al menos parcial— de uno de los bloques. Esta nueva situación trae consigo el

traslado de la zona potencial de crisis desde Centro Europa y el Atlántico al Mediterráneo y otras áreas en las que están en juego intereses vitales.

Las consecuencias estratégicas y tácticas de este cambio no son banales; hasta hace pocos años las unidades se diseñaban pensando en operaciones navales oceánicas enmarcadas en lo que probablemente sería un enfrentamiento global a gran escala —en las que el componente antisubmarino jugaría un papel determinante—, mientras que la tendencia actual es pensar más en operaciones navales en aguas restringidas próximas a costa, con un fuerte componente antiaéreo y de proyección de fuerza hacia la costa, como parte de lo que se ha venido en llamar conflictos de bajo y medio nivel.

Sin desprestigiar la amenaza submarina y de superficie, las operaciones en zonas costeras implican una mayor vulnerabilidad a ataques aéreos de cazabombarderos, armados con misiles antibuque, a misiles crucero lanzados desde costa e incluso misiles balísticos de alcance medio (TBM), amenaza esta última no tanto para la fuerza naval como para las tropas e instalaciones logísticas en el teatro de operaciones. Así, las futuras fragatas, conservando las capacidades antisuperficie y antisubmarina típicas de este tipo de buques, deben disponer de una gran capacidad antiaérea en alcance y número de canales de fuego que le permitan proporcionar defensa de área a un grupo aeronaval, de transporte o anfibia, y defensa de área local contra ataque de misiles antibuque a unidades de alto valor táctico (*High Value Unit*, HVU).

El otro aspecto que hay que considerar es que en la gestión de las crisis que tienden a proliferar en este nuevo orden mundial —el lector no tiene más que repasar los acontecimientos más recientes—, las operaciones navales recaen en grupos navales compuestos de unidades de diferentes naciones. La consecuencia inmediata es que las unidades del futuro deben ser perfectamente interoperables con las de los demás aliados, deben estar dotadas de elementos C3I (*Command, Control, Communications and Intelligence*) que permitan ejercer eficazmente el mando y control de la fuerza y disponer de medios para albergar y apoyar un estado mayor conjunto.

Es decir, en síntesis, la fragata de la próxima generación, y desde luego la F-100, debe ser capaz de:

- Contribuir a la protección antisubmarina y antisuperficie de un grupo naval.
- Dar protección aérea de área a un grupo naval y protección antimisil a determinadas unidades de la misma.
- Flexibilidad táctica a la hora de utilizar sus armas de manera proporcional a la intensidad del conflicto.
- Operar integrada en flotas combinadas.
- Alojarse a un estado mayor aliado y operar como buque de mando de un grupo naval nacional o aliado (EUROCONMANFOR, STANAVFORLANT, STANAVFORMED).

El proceso de definición

¿Cuál fue el proceso que se siguió en la definición de la configuración de la fragata F-100?

El proceso de búsqueda sistemática de la solución técnica óptima que satisfaga los requisitos es una especie de navegación a través de las diferentes opciones —no siempre blancas o negras— que van surgiendo a medida que se avanza en el análisis de requisitos partiendo de lo general (nivel sistema) y profundizando hacia lo particular (niveles de elementos, subsistemas, componentes, ...etc.), en la que se van descartando diferentes alternativas. Esta metodología, mediante la cual partiendo de los requisitos llegaremos finalmente a un producto terminado —en nuestro caso, un buque totalmente operativo y apoyado— es lo que se denomina Ingeniería de Sistemas, que como se verá más adelante fue la que en todo momento se ha utilizado durante el proceso de definición de la fragata F-100.

Como es lógico, el criterio fundamental que rigió el proceso de definición fue el cumplimiento de los Requisitos Operativos del Programa, es decir, en los numerosos estudios de alternativas, en todo momento se dio prioridad absoluta a mejorar la capacidad de combate del buque, no sólo en el área del sistema de combate, sino también en lo concerniente a vulnerabilidad, supervivencia, detectabilidad, ...etc. Este principio se tradujo en la práctica en una disciplina de «diseño a las prestaciones».

Sin embargo, el problema no era únicamente cumplir los requisitos operativo; el calendario de entrega del primer buque era de hecho una limitación importante a la hora de seleccionar posibles soluciones técnicas. Esta limitación suponía excluir como alternativa viable cualquier solución que implicase riesgos e, indirectamente, descartar aquellas que requiriesen desarrollos importantes (por la incertidumbre de calendario siempre inherente a una actividad de este tipo). Este criterio dio lugar durante la definición a la práctica de «diseño al menor riesgo». Es decir, tratar de incorporar en lo posible soluciones de diseño ya existentes, comunes a otras marinas que encajasen fácilmente en nuestro programa, que como mucho requiriesen alguna adaptación y que además facilitasen el futuro apoyo logístico.

El otro criterio importante fue la política de contención tanto de los costes recurrentes como de los no recurrentes. La práctica que aplicó esta política fue la de «diseño al coste».

Estas tres políticas se conjugaron siguiendo una estricta metodología de ingeniería de sistemas conducente a buscar el punto óptimo de equilibrio coste-capacidad de combate dentro del entorno de riesgo que se consideraba aceptable. Durante todo el proceso —especialmente en el área del sistema de combate— se les exigió a todas las industrias participantes, venciendo lógicas reticencias iniciales, no sólo que implantasen la misma metodología de traba-

jo, sino, como parte integrante de ella, la estandarización de toda la documentación técnica generada y la manera de gestionar ingeniería de sistemas similares.

Asimismo se le prestó una atención especial a la «gestión de riesgos». Todos los riesgos (programáticos, técnicos, y económicos) se analizaron y calibraron con rigor y para aquellas soluciones a las que se les asignó un riesgo alto o medio se prepararon rutas alternativas de definición. La gestión de riesgos resultó al final ser una herramienta fundamental en la definición final del «sistema buque».

El esquema que se incluye como figura 3 intenta únicamente dar al lector una idea muy somera de los factores que determinan la configuración del sistema buque. Se sale de la intención de este artículo la descripción del proceso iterativo que conduce a la solución final óptima (que es en sí la esencia de la ingeniería de sistemas), pero sí pone de manifiesto la complejidad del proceso y deja entrever la interrelación entre diferentes requisitos, limitaciones y criterios de diseño.

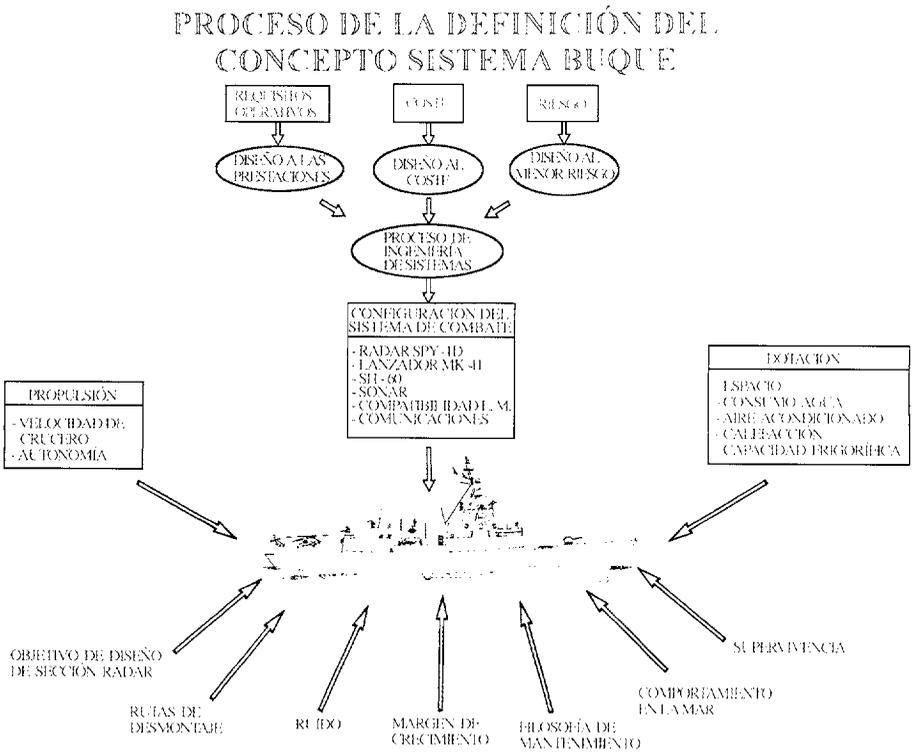


Figura 3.

El buque resultante

No nos extenderemos en la descripción exhaustiva de la plataforma de la F-100, ya que podría ser tema para un artículo monográfico en la REVISTA GENERAL DE MARINA; solamente se comentarán aquí unas nociones básicas que le proporcionen el lector una idea general del buque.

Lo primero que seguramente llamará la atención al lector, a la vista del montaje fotográfico del modelo del buque que se incluye en este artículo, es el imponente volumen octogonal que domina la superestructura. Esta estructura tan característica de la fragata F-100, aloja las cuatro caras estáticas y una buena parte de los equipos del radar multifunción SPY-1D, verdadera pieza angular del sistema de combate. A pesar de la clara diferencia entre las 8.500 toneladas de los destructores de la clase *Arleigh Burke* (DDG-51) y las 5.700 de nuestras fragatas, el diseño de la superestructura consigue la misma altura de antena y cobertura que en aquéllos.

Una vez que se fijó la altura de antena (como la mayoría de nuestros lectores conocen, existe una estrecha dependencia entre las prestaciones del radar y este parámetro), quedaba indirectamente definida la disposición espacial de la mayoría de equipos del radar, ya que era esencial, por razones obvias, respetar dentro de lo posible el trazado de guías de ondas existente en los destructores DDG-51. La posición espacial relativa de las cuatro caras —que fue lo que dictó la manga requerida del buque— quedó determinada en parte por el requisito anterior y por consideraciones de cobertura e interferencia mutua.

Aunque su influencia no es tan evidente, el otro elemento que también ha desempeñado un papel importante en el diseño es el lanzador vertical Mk-41. El lanzador, bajo cubierta, es un volumen piramidal de considerable altura y peso. Dadas las limitaciones de espacio disponible en la superestructura, el único lugar lógico para el lanzador era la proa, y el más conflictivo, ya que en esta zona las formas de la fragata se estilizan considerablemente y el volumen interior disponible disminuye rápidamente.

Por otra parte, en la ubicación del lanzador vertical siempre hay que considerar dos aspectos: que la pluma del misil durante su fase de *fly out* no produzca ningún daño en la superestructura, antenas, etc., y que el misil libre la superestructura sin ningún problema en el peor caso de lanzamiento. Es evidente que ambas consideraciones desempeñan un papel fundamental en el diseño de la superestructura y el de la posición relativa del lanzador con respecto a ella.

No citaremos como elemento también influyente en el diseño de la superestructura la cubierta de vuelo, ya que ésta es ya habitual en nuestras fragatas.

Lo que sí quizá es llamativo es la limpieza de líneas del buque. Aunque pensamos que la estética en el diseño de un buque es siempre importante, las líneas del buque no están dictadas por el sentido de la estética, siempre subjetivo, sino por los requisitos de sección radar y firma infrarroja, evidentemente

mucho más objetivos y que han dado como resultado este aspecto, que por otra parte no es tan distinto de recientes diseños de otras naciones.

A los aspectos de supervivencia se les ha prestado atención especial; toda la superestructura del buque es de acero de alta resistencia, al igual que el resto de la estructura, y los locales operativos, potencialmente vulnerables, van provistos de un sistema de protección balística.

Para defensa NBQ se ha recurrido al concepto «ciudadela», que capacita al buque a operar en áreas contaminadas por agentes radiactivos, químicos o biológicos.

El requisito de autonomía a la velocidad de crucero ha sido uno de los determinantes en la elección de la configuración de la planta propulsora. Ésta es una configuración CODOG, es decir, el buque puede navegar con motores diesel o turbinas de gas. Razones de supervivencia han aconsejado una solución de dos ejes y distribuir la planta en dos compartimentos independientes.

Algo que inevitablemente surge una y otra vez en las diferentes presentaciones de la fragata es el tema del desplazamiento. Una lección que creo hemos aprendido en el programa de las *Santa María* es que hoy en día es prácticamente imposible instalar un sistema de combate moderno en una plataforma por debajo de las 4.000 toneladas; si el requisito es además el de un sistema antiaéreo de altas prestaciones —que inevitablemente supone sensores de elevado peso a la mayor altura posible—, nos encontramos ante un desplazamiento en torno a las 6.000 toneladas.

Otra consideración que hay que tener en cuenta es que las dotaciones que servirán en estos buques están acostumbradas a un nivel de vida relativamente alto; muchas de las comodidades que hace años nos parecerían lujos, hoy son normales en muchísimos hogares y no queda más remedio que ofrecerle al marinero —dentro de los márgenes lógicos— mejor habitabilidad, mejores «servicios de hotel», ¡y eso significa desplazamiento!

Por otro lado, la fragata F-100 es un barco diseñado desde el principio para que su dotación esté compuesta de hombres y de mujeres, circunstancia que tiene implicaciones en la disposición de los locales de habitabilidad. El ser un buque de mando también tiene servidumbres de espacio, ya que hay que proporcionar alojamiento y locales exclusivos a un mando táctico (normalmente un oficial general) y a su correspondiente estado mayor.

Por la combinación de las circunstancias anteriores y desde luego por las exigencias del sistema de combate, el desplazamiento de las fragatas —al menos en Europa— se desplazará del umbral de las 3.000 toneladas al de las 6.000; de hecho la siguiente generación de fragatas (la holandesa LCF, la alemana F-124 y la franco-italo-inglesa *Horizon*) están todas rondando, e incluso en algunos casos sobrepasando, ampliamente este desplazamiento.

Existen dos circunstancias, con implicación en el diseño de la fragata, que merecen la pena comentar: una que, con independencia del modelo de servicio

militar que exista para entonces, el personal embarcado en el tipo de buques tendrá que ser profesional y, por tanto, reducido; la otra es que la previsible evolución de la pirámide demográfica en España nos colocará ante una situación de escasez de recursos humanos. Así, los requisitos de la fragata establecen un tamaño de dotación que podría parecer reducido si se compara con la de buques similares actualmente en servicio.

La implicación para el diseño es que hay que incorporar la automatización en todas las áreas del buque, sopesando en todo momento la seguridad y el coste. Además del área del sistema de combate, en que el grado de automatización ha alcanzado niveles ya muy altos, la otra área en la que se han volcado grandes esfuerzos es la de «control de la plataforma», en la que se persigue un concepto integrado de vigilancia y control que permita manejar eficazmente y con absoluta seguridad la planta propulsora, la planta eléctrica y los distintos circuitos de seguridad interior con una dotación mínima.

El sistema de combate

Es conveniente aclarar, a modo de introducción, que cuando nos referimos a sistema de combate estamos realmente englobando al conjunto de sensores, ordenadores (*hardware*) y sus programas operativos (*software*), sistemas de distribución y presentación de la información, sistemas de recepción y transmisión, armas, operadores y procedimientos, que integrados permiten al buque cumplir su misión.

Como ya se expuso anteriormente, la fragata F-100 debe disponer de capacidad antiaérea para cumplir el requisito de defensa de área y de defensa de área local en un ambiente de saturación y elevados niveles de contramedidas electrónicas (ECM). Para cumplir este requisito —que condicionó el diseño del sistema de combate en su totalidad— resultaba imprescindible dotar al buque de un radar multifunción que proporcionase un elevado número de canales de fuego y fuese compatible con los modos de guía de los misiles SM-2 y ESSM (*Evolved Sea Sparrow*). Los estudios realizados durante la Fase de Definición concluyeron que la solución óptima, concordante con el calendario de construcción, era el radar SPY-1D que montan los destructores de la clase DDG-51. Esta solución garantizaba además conseguir las máximas prestaciones del misil SM-2, ya que no hay que olvidar que este misil se diseñó para optimarlo con las prestaciones del SPY, y poder integrar en el futuro las evoluciones de estos dos misiles y, consiguientemente, incrementar la capacidad del buque.

Dado que la capacidad antiaérea es el requisito distintivo de la F-100, el segmento antiaéreo requiere ser comentado con cierto detalle.

El SPY-1D es la piedra angular no solamente del segmento antiaéreo, sino de todo el sistema de combate. Este radar es responsable de realizar la explo-

ración, seguimiento y las funciones de apoyo a la interceptación, exceptuando la iluminación, que queda a cargo de los iluminadores Mk-99. Si se observa la superestructura y se la compara con la de las fragatas tradicionales, se echa en falta la antena del radar de exploración, función que en nuestra configuración, como ya se indicó, realiza el SPY.

Durante el vuelo, tanto el misil SM-2 como el ESSM están controlados en lazo cerrado por el Sistema de Control de Armas (WCS) y el SPY mediante *Links*, no requiriendo iluminación hasta los últimos instantes de la interceptación. Esta solución permite disponer en un momento dado de un elevado número de canales de fuego y poder hacer frente a un ataque de saturación.

Dado que el radar multifunción requiere operar con un IFF de haz de barrido electrónico, el buque irá dotado con uno de desarrollo nacional, funcionalmente equivalente al instalado en los buques *Aegis*.

Los dos misiles antiaéreos se lanzarán desde el lanzador vertical VLS Mk-41, también en este caso en la misma configuración que la que montará el destructor DDG-51 que se entregue por la misma época.

Los otros elementos del segmento antiaéreo son familiares en la Armada, por lo que no nos entretendremos más con ellos.

En la figura 4 se presenta un esquema del Segmento Antiaéreo.

SEGMENTO ANTIAÉREO

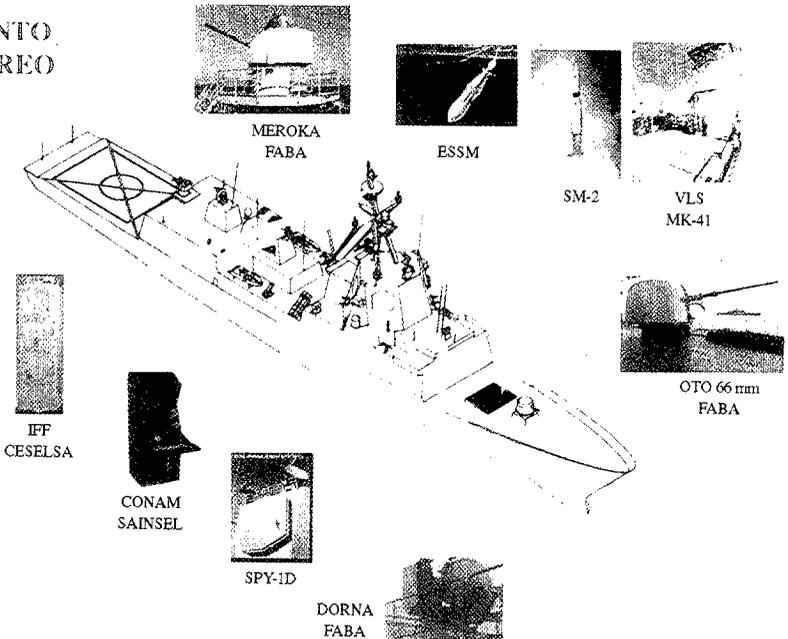


Figura 4.

La elección de muchas de las armas y sensores de los segmentos antisubmarino y antisuperficie fue bastante inmediata, ya que los requisitos operativos fijados dejaban poco margen de maniobra; todos ellos están ya en servicio en la Armada, con la excepción del radar de superficie AN/SPS-67 y el sistema de guerra electrónica nacional ALDEBARÁN.

Debido a la tendencia actual en operaciones cerca del litoral y a las mejoras que se están alcanzando en las prestaciones de los cañones de 5", durante el desarrollo de la Fase de Definición del Proyecto se decidió que la plataforma del buque se preparase, desde el punto de vista estructural, para instalar tanto el cañón de 5" como el de 76 mm.

En la figura 5 se presenta un esquema del Segmento Antisuperficie.

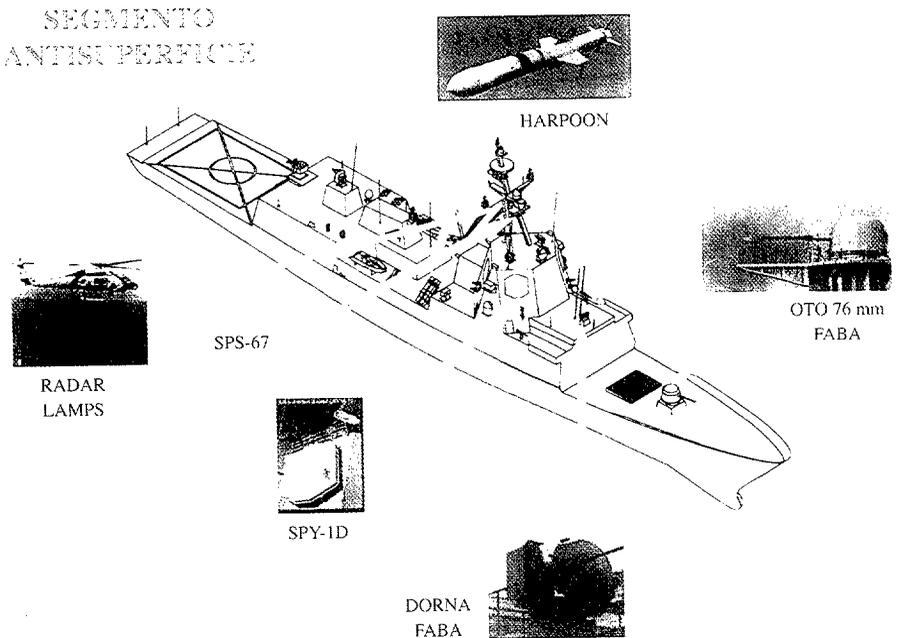


Figura 5.

El sonar de casco será una versión actualizada del DE-1160 LF, que en su día se complementará con un sonar remolcado del tipo ATAS.

Como en nuestras fragatas anteriores, el helicóptero orgánico seguirá jugando un papel importante, tanto en la guerra antisubmarina como en la antisuperficie. El helicóptero elegido es el SH-60R, evolución del actual LAMPS estándar en nuestra Armada. En la figura 6 se presenta un esquema del Segmento Antisubmarino.

SEGMENTO
ANTISUBMARINO

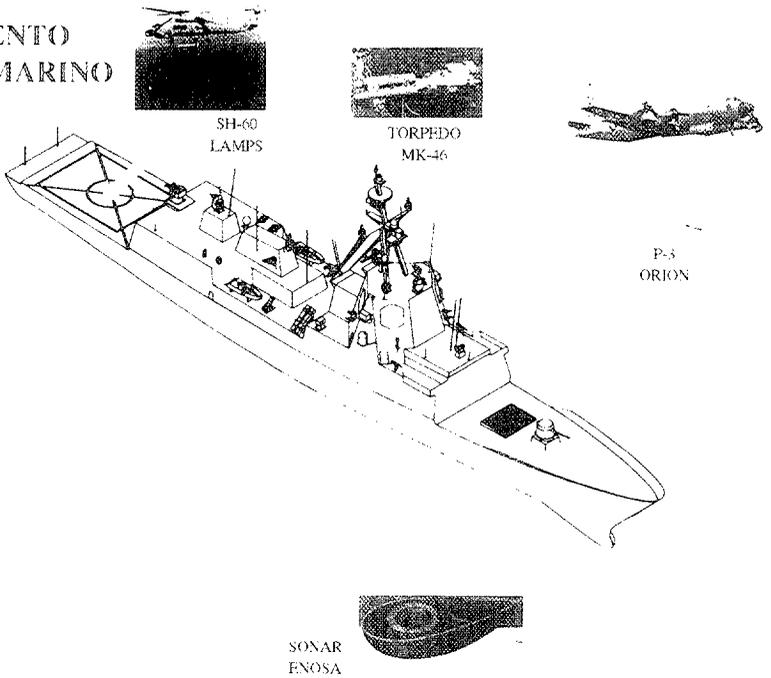


Figura 5.

Un problema arduo de resolver fue la definición de la arquitectura del segmento de control que debería integrar todos estos elementos y la topología de redes y ordenadores que tendría proporcionar la necesaria infraestructura.

A la hora de definir la arquitectura del sistema de combate y del segmento que tiene que darle apoyo a un buque como la fragata F-100, que prestará servicio durante buena parte de la primera mitad del próximo siglo, no es suficiente prestar atención únicamente a cumplir los requisitos operativos (de hecho siempre hemos sostenido que las prestaciones operativas de un sistema de combate son bastante independientes del diseño de la arquitectura del sistema de mando y control, opinión que debemos advertir es considerada heterodoxa en muchos medios), es además imprescindible asegurar que tendrá la suficiente flexibilidad y capacidad para adaptarse a la evolución de la tecnología en el campo de los ordenadores y la evolución de las distintas armas de la fragata.

¿Qué cualidades se deberían exigir a nuestra arquitectura? Dando por sentado que las prestaciones operativas eran irrenunciables, había que considerar varios aspectos.

Uno de ellos era el riesgo asociado a la solución; no se olvide que el mayor riesgo en el desarrollo de un sistema de combate radica siempre en el diseño de su *software*. Cualquier solución que supusiese la utilización de *software* ya desarrollado disminuiría drásticamente el riesgo del programa.

El otro aspecto que no se podía ignorar es que el *software* del sistema de combate de la F-100 en su totalidad podría estar rondando los 4.000.000 de líneas de código. Intentar un desarrollo de esta envergadura en cinco años sería una tarea que requeriría recursos económicos y humanos fuera del alcance del programa.

La otra consideración a tener en cuenta fue puramente logística; dar un giro radical en la arquitectura supondría tener que realizar inversiones importantes en el CPT/CIA si queríamos mantener al menos la misma capacidad de mantenimiento de *software* que tenemos actualmente; sin embargo, y en clara contradicción con lo anterior, era inevitable abrir la arquitectura a la utilización de COTS (*Commercial Off the Shelf*).

En resumen, se necesitaba una solución que permitiese reutilizar en la máxima extensión posible *software* ya existente, que no resultase un cambio radical a los sistemas actualmente en la flota y que al mismo tiempo permitiese la evolución en el futuro a COTS.

De las opciones consideradas, la solución elegida fue un diseño basado en la arquitectura del sistema Aegis que tendrán los destructores de la clase DDG-51 que entren en servicio en la misma fecha que la F-100.

En el diagrama de bloques de la figura 7, el lector puede apreciar que en la F-100 conviven así dos arquitecturas radicalmente distintas pero mutuamente complementarias. Por una parte, una topología federada basada en tres calculadores UYK-43 que alojan, respectivamente, el proceso del radar SPY-1D, el Mando y Decisión (*Command & Decisión*, C&D) y el Control de Armas (*Weapon Control System*, WCS), unidos entre sí punto a punto. Por otra, una topología de redes de área local (LAN) que básicamente conectan los elementos de proceso del Mando y Control (*Combat Direction System*, CDS), las consolas multifunción y las pantallas resumen. Ésta es la parte de arquitectura abierta, que permitirá el día de mañana la migración de aplicaciones de la topología federada a la distribuida, o incorporar fácilmente futuras capacidades operativas.

En el apartado de capacidades operativas, se hizo hincapié en dos aspectos, el de interoperatividad y el de la capacidad de mando de fuerza.

Desde el punto de vista puramente de diseño, la interoperatividad se traduce en dotar a la fragata de medios para intercambiar información táctica con otras unidades aliadas. En este sentido, la F-100 irá dotada de enlaces tácticos *Link 11* y *Link 16*; éste, a través de un terminal MIDS, controlados por un ordenador C2P (ver diagrama de bloques) encargado del procesamiento, direccionamiento y comunicación con el Sistema de Mando y Decisión (C&D) del Aegis.

SISTEMA DE COMBATE F-100

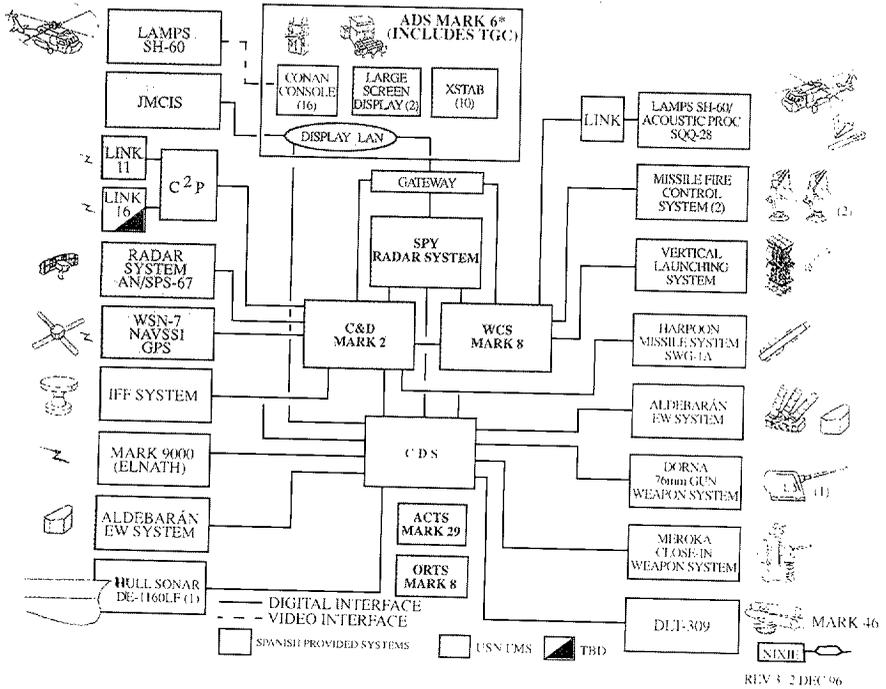


Figura 5.

Toda la funcionalidad relacionada con lo que se entiende por mando de fuerza está distribuida entre el Mando y Decisión del AEGIS, el CDS y el sistema JMCIS (*Joint Maritime Command and Information System*), que como el lector puede observar en el diagrama de bloques que se incluye en este artículo está integrado al resto del sistema.

En el diseño de la disposición del CIC y el local de insignia se ha tenido muy presente el requisito de buque de mando, pantallas murales resumen que podrán no sólo presentar la situación táctica propia del buque, sino la proporcionada por el sistema JMCIS.

Otra área a la que se ha prestado especial atención durante el proceso de definición, no sólo desde el punto de vista operativo sino desde el tecnológico, fue la de las comunicaciones. Una vez más, la interoperabilidad y el requisito de buque de mando dictaron muchas de las especificaciones técnicas del segmento de comunicaciones. Para cumplir el requisito de mando, el número de canales en las distintas bandas se definió de acuerdo con la normativa OTAN que fija los requisitos para buques de mando.

El concepto de diseño seguido ha sido el de un segmento de comunicaciones que integre las comunicaciones interiores, las exteriores y el sistema automático de proceso de mensajes (MHS, *Message Handling System*). El elemento integrador que permitirá el control de todo el segmento, basado en fibra óptica, proporcionará a la dotación un medio seguro y flexible de empleo táctico de todas las comunicaciones.

En lo que son comunicaciones exteriores se ha hecho especial hincapié en dotar al buque de una importante capacidad de comunicaciones por satélite. Así, irá dotado de dos sistemas, uno SHF y otro UHF, que asegurarán la interoperabilidad con otras Marinas a través de enlaces OTAN y con los centros de mando nacional a través del satélite HISPASAT.

Uno de los aspectos a los que se prestó muy especial atención es el del alistamiento del sistema de combate; además de las estrategias normales de diseño para mantener la disponibilidad y fiabilidad, el buque está dotado de dos sistemas para incrementar su nivel de eficacia operativa. Uno es el sistema de adiestramiento de la dotación a bordo ACTS (*Aegis Combat Training System*) (ver diagrama de bloques). El ACTS es un potente sistema de simulación de escenarios y análisis de resultados del ejercicio, diseñado para mantener el nivel de adiestramiento operativo a bordo de la dotación del CIC minimizando el adiestramiento en tierra.

El otro sistema es el ORTS (*Operational Readiness Test System*) (ver diagrama de bloques). El ORTS es un sistema responsable de la supervisión continua y en tiempo real del estado de funcionamiento de todo el sistema de combate, que permite configurar el sistema para obtener en todo momento las máximas prestaciones y aislar cualquier avería que se produzca. Algo similar a lo que sería una central de control de plataforma, pero aplicado al sistema de combate. El sistema de combate tiene de esta manera dos centros de control: el de control táctico, es decir, el clásico CIC, y otro para control técnico.

Resumen

La aprobación del Programa F-100 es la culminación del esfuerzo de varios años para encontrar el tipo de fragata que debería entrar en servicio a comienzos del próximo siglo. El programa permitirá, si no aumentar el número de escoltas, sí al menos mantener el número actual y rejuvenecer la edad media de la fuerza.

Desde el punto de vista operativo, la F-100 supondrá para la Armada la incorporación a la Flota de un tipo de buque con una capacidad de defensa aérea similar a la de los destructores de la clase DDG-51, y también para ejercer el mando de una fuerza nacional o conjunta y perfectamente comparable a las fragatas que por la misma época entrarán en servicio en las marinas de nuestro entorno político y económico.

Para «Bazán» y el resto de la base industrial, el programa viene a dar la tan necesitada continuidad que permita mantener e incrementar el nivel tecnológico adquirido en anteriores programas y del que los recientes éxitos en la exportación son un claro exponente. Al mismo tiempo, es una oportunidad histórica para situarse en la vanguardia de la construcción naval.

Tanto para la Armada como para la industria, la F-100 es un verdadero reto sin precedente en los últimos programas, no tanto porque sea un concepto revolucionario, sino por el hecho que el diseño e integración del sistema buque será una responsabilidad nacional, ya que se va a instalar por primera vez en una fragata el sistema de combate más capaz actualmente en servicio, por la inserción de varias nuevas tecnologías y por la inclusión de importantes desarrollos nacionales.

Aun entendiendo que el reto técnico es importante, todavía lo es más el reto de gestión, sobre todo si se tiene en cuenta el corto período de tiempo hasta la entrega, y el presupuesto estricto con el que tenemos que ejecutar el programa.

José Manuel SANJURJO JUL



Ing.
(IAN)

Antonio SÁNCHEZ GODÍNEZ



Ing.
(IAN)

