



Instituto Panamericano de Ingeniería Naval

Instituto Pan-americano de Engenharia Naval

Pan-american Institute of Naval Engineering

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL, TRANSPORTE MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA.

EL DISEÑO FRANCES DE SUBMARINOS CONVENCIONALES

PAPER N° **34**

JEAN PIERRE SALON
Ingeniero PRONAV-FRANCE
FRANCIA

EL DISEÑO FRANCÉS DE SUBMARINOS CONVENCIONALES

Por

Salon J.P

Resumen :

A pesar de lo que ha sido ampliamente difundido, no existe antinomia entre el diseño de submarinos nucleares y el diseño de submarinos convencionales.

Encargada no solamente de estudiar, construir y mantener los submarinos nucleares del actual programa naval, sino también de tener al día unos proyectos de submarinos convencionales que le permitan contestar a un posible requerimiento de la Marina, la D.C.N. (Dirección de Construcciones Navales del Ministerio de Defensa Francés) aprovecha para el diseño de estos últimos toda la experiencia que le proporciona la vida operativa de los submarinos nucleares. Esa experiencia en campos como son las grandes potencias propulsivas, el pilotaje o la escucha submarina a velocidades altas, la fiabilidad de los equipos y el mantenimiento de las dotaciones al nivel requerido durante patrullas de larga duración es de suma importancia a la hora de diseñar los submarinos convencionales modernos.

Jean-Pierre SALON
Ingeniero
PRONAV.FRANCE
RN 186 - La Boursidière
BP 152
92357 LE PLESSIS ROBINSON
FRANCIA

1- INTRODUCCION

- 1.1 En años recientes la prensa ha publicado diversos artículos relacionados con la concepción de submarinos.

Dichos artículos no sólo comparan los submarinos convencionales de propulsión diesel eléctrica y los submarinos de propulsión nuclear, utilizando generalmente argumentos que son más subjetivos que objetivos, sino que tratan de inclinarse en favor de una u otra de estas soluciones.

Mi objetivo, hoy, no es alimentar esta polémica. Sin embargo en lo que concierne al problema general de la concepción de los submarinos, ya sea convencionales o nucleares, quisiera refutar la afirmación según la cual existe una antinomia inevitable entre la concepción de uno y otro tipo de submarinos.

Más aún, trataré de convencerlos de que actualmente los conceptores de submarinos nucleares son entre los más adecuados para diseñar los submarinos convencionales que entrarán en servicio en el transcurso de los próximos diez años.

- 1.2 Antes de entrar de lleno en la materia me parece oportuno presentarme rápidamente :

trabajé durante tres décadas, de las cuales 20 años como ingeniero, en la Dirección de Construcciones Navales del Ministerio Francés de la Defensa (DCN), organismo al que haré referencia posteriormente; actualmente trabajo para el grupo PRONAV.FRANCE. Esta organización fue creada hace cuatro años por la Dirección de Construcciones Navales y la compañía THOMSON-CSF para promover el material naval desarrollado para la Marina Francesa que pueda satisfacer, eventualmente después de ser adaptado, las necesidades de la Marinas extranjeras.

Como ingeniero militar participé primero a los estudios de anteproyecto para los submarinos del tipo "LE REDOUTABLE", primera generación francesa de submarinos nucleares balísticos, y posteriormente participé a los estudios de anteproyecto para submarinos convencionales del tipo "AGOSTA".

De 1972 a 1980 tuve el honor de dirigir un pequeño equipo de asistencia técnica y de cooperación organizado por la DCN con motivo de la construcción, en los astilleros EN BAZAN de Cartagena, de cuatro unidades de cada uno de los tipos de submarinos franceses "DAPHNE" y "AGOSTA" para la Marina Española.

- 2- Ahora quisiera referirme brevemente a la DCN, organismo que como ya dije anteriormente es el que concibe los submarinos franceses, a sus misiones y a sus medios.

La Dirección de Construcciones Navales (DCN) forma parte del Ministerio de la Defensa y sus objetivos, vinculados a los objetivos de la Marina Nacional, son definidos por el Gobierno.

Dichos objetivos incluyen el estudio, la construcción, las pruebas y el mantenimiento de los buques de la Marina Francesa así como de sus equipos, armas y municiones.

La DCN depende del Delegado General para el Armamento para lo relacionado con el estudio y la construcción y del Jefe del Estado Mayor de la Marina para lo relacionado con el mantenimiento y la modernización de los buques en servicio.

Para perseguir estas metas la DCN cuenta con aproximadamente 30 000 personas, repartidas esencialmente en un conjunto de servicios de investigación en el STCAN en París, en cuatro grupos industriales localizados en los arsenales y en tres establecimientos industriales especializados situados fuera de los puertos militares.

Su potencial humano y sus recursos industriales contribuyen a hacer de la DCN uno de los líderes industriales de Francia.

- 3- Así la DCN tiene a su cargo la concepción, la construcción y el mantenimiento de los submarinos que requiere o vendría a requerir el Estado Mayor de la Marina Francesa.

- 3.1 Ahora bien, y este es punto capital, aun cuando los últimos pedidos del Estado Mayor han sido de submarinos nucleares, la Marina Francesa nunca declaró que renunciaba definitivamente a la posibilidad de encargar algún día una nueva serie de submarinos convencionales.

Por consiguiente la DCN, garante de la competencia francesa en materia de submarinos (independientemente de cualquier consideración relacionada con la cooperación con Marinas amigas), debe mantener y desarrollar su "know how" en el área de la concepción y la realización de submarinos convencionales para satisfacer así los posibles requerimientos de la "Marine Nationale".

Esta situación no presenta, por otra parte mayores dificultades, ya que la filosofía que gobierna la concepción de los submarinos nucleares y convencionales es fundamentalmente la misma. Ambos tipos de submarinos deben ser fiables y discretos, tener un sistema de combate eficaz, y poseer "interfaces" hombre-máquina cuidadosamente estudiados para facilitar el trabajo de las dotaciones a lo largo de una patrulla.

- 3.2 Mantener esta competencia de concepción al nivel más alto supone contar con equipos de ingenieros y técnicos experimentados y de gran rigor profesional. Sin embargo, y con todas las reservas del caso, es necesario decir que el número de tales especialistas es limitado; sería por lo tanto absurdo para un país como Francia que trabajaran en equipos herméticos dedicados exclusivamente a la concepción de submarinos nucleares o convencionales.

Quando me presenté, dije que personalmente había participado tanto en la concepción de submarinos convencionales de tipo "AGOSTA" como en la concepción de submarinos nucleares de tipo "LE REDOUTABLE". Esto era válido entonces y sigue siéndolo ahora : los mismos equipos y los mismos individuos trabajan, en función de las necesidades, en la concepción de todos los submarinos franceses, ya sea convencionales o nucleares.

El hecho que los proyectos desarrollados desde hace algunos años para submarinos convencionales no hayan alcanzado la fase final de realización no influye en el fondo mismo de este asunto.

Puede decirse lo mismo de un equipo y de un individuo : cuando trabajan en la concepción de un submarino, no utilizan su competencia de manera diferente si éste es convencional o nuclear.

Lo que es más, aún si quisieran trabajar de manera diferente, inconscientemente se produciría un fenómeno de ósmosis entre ambos proyectos.

Quiero como prueba de eso que los E.E.U.U., por ejemplo, no permiten que se conciban y realicen en sus astilleros submarinos convencionales destinados a la exportación.

Se ha dicho que tal vez esto provenía del temor de la NAVY que se le impusiera utilizar ella misma tales submarinos que estimaba no convenientes. Tal vez.

Sin embargo. No creen que antes que nada esto se debe a querer evitar, a cualquier precio, la difusión aun involuntaria a través de la exportación de submarinos convencionales, de avances tecnológicos adquiridos durante la concepción y la realización de submarinos nucleares ?

3.3 Analicemos como en general el hecho de concebir, desarrollar, construir, mantener y refundir submarinos nucleares permite a la DCN continuar progresando en el dominio convencional :

Para ser creíble, la amenaza suscitada en la mar por una fuerza submarina debe ser permanente.

Los submarinos nucleares deben operar prácticamente en todos los mares del globo, siendo discretos en cualquier circunstancia y durante patrullas de larga o muy larga duración.

Para respetar estos imperativos la DCN y la mayoría de la industrias francesas que colaboran con ella tuvieron que concebir, desarrollar, calificar, administrar, controlar durante el servicio y modificar de ser necesario, decenas o aun centenas de equipos y decenas de millares de artículos elementales.

Esto supuso una inversión considerable de medios y tiempo de estudios, de cálculos y de pruebas, sobre todo de resistencia, para dotar al material con el nivel de fiabilidad exigido por la duración de la patrullas de los submarinos nucleares balísticos. Con frecuencia el equipo debe funcionar, sin fallo ninguno entre cada revisión mayor, durante 30 000 horas o más.

Para un buen número de estos equipos se han fijado a niveles mas severos las condiciones ambientales límites (originadas no solamente por las características extremas de las aguas de navegación sino también por las condiciones de choques, vibraciones, etc.) en que debe asegurarse su funcionamiento.

Si se tiene en cuenta que la Marina Francesa es una de las dos Marinas del mundo occidental que utilizan simultaneamente submarinos nucleares y convencionales, se podrá apreciar su interes por poseer una amplia base de datos constituida por la recolección y explotación de los eventos técnicos relacionados con el comportamiento en servicio de los equipos montados a bordo de ambos tipos de submarinos. Eso representa una auténtica ventaja cuando la DCN tiene que discutir con sus habituales asociados industriales sobre la concepción de nuevos equipos destinados a un proyecto de submarino, ya sea nuclear o convencional.

La puesta en servicio de submarinos nucleares con un elevado ritmo de actividad ha llevado a integrar cada vez más el apoyo logístico, sobre todo para tomar en cuenta, desde la concepción de los equipos, todos los aspectos ligados al mantenimiento.

Así, por ejemplo, en los submarinos tipo DAPHNE, construidos inmediatamente antes de los SSBN tipo LE REDOUTABLE, el ciclo operativo entre dos grandes carenas era de 40/48 meses y el ritmo de actividad comprendía 4 semanas de disponibilidad seguidas de 4 semanas de mantenimiento. Para los submarinos del tipo AGOSTA, concebidos a continuación del LE REDOUTABLE el ciclo operativo es de 60 meses y el ritmo de actividad es de 10 semanas de disponibilidad seguidas de 5 semanas de mantenimiento.

Las nuevas tecnologías utilizadas en el SSBN LE TRIOMPHANT, actualmente en curso de construcción permiten sin optimismos prever ciclos operativos de 72 meses para los submarinos convencionales ahora en periodo conceptual.

Pero, preguntarán algunos, cual es la importancia de esto si debido a la diferencia que existe entre sus respectivos tonelajes y a su utilización operacional, los submarinos nucleares y convencionales montan equipos muy diferentes ?

Esto sería desconocer los muchos puntos comunes que existen entre los equipos existentes en los submarinos nucleares y convencionales diseñados por la DCN durante un período tecnológico dado. Y sin llegar, fuera del sistema de propulsión, hasta aproximadamente 70 por ciento de puntos comunes entre los materiales que equipan los submarinos nucleares de tipo "RUBIS AMETHYSTE" y convencionales de tipo "CD 2000" (a tal grado que éste último puede presentarse como la versión convencional del primero), estos puntos comunes siempre son importantes y no deben desdeñarse al comparar submarinos de tipos tan diferentes como el nuevo SSBN tipo "LE TRIOMPHANT" y el CA 2000.

Recapitulando y para terminar con los generalidades, creo que la llegada de los submarinos nucleares a la Marina Francesa permitió a la DCN, sin perder su competencia en el ramo de los submarinos convencionales, dotarse de medios de estudio, de construcción y de mantenimiento considerables y sobre todo de instrumentos de concepción poderosos que le permiten abordar en las mejores condiciones, cualquier problema relativo al estudio y al desarrollo de proyectos para submarinos modernos, ya sea convencionales o nucleares.

- 4- Tomando como ejemplo algunos servicios o instalaciones de un submarino, trataré de mostrar con más detalle cuales son los invariables sea cual sea el sistema de propulsión, cuales son las repercusiones del dominio nuclear en el dominio convencional y, adicionalmente ya que existen para la DCN, cuales son las repercusiones del dominio convencional en el dominio nuclear.

Para mayor facilidad examinaremos sucesivamente la plataforma y el sistema de combate, aunque según su concepción actual, el submarino moderno sea de sí mismo un sistema de combate integrado.

4.1 Para la plataforma abordaré principal y sucesivamente los puntos relacionados con el casco, el sistema de propulsión y las instalaciones de seguridad de inmersión.

4.1.1 El principio de concepción del casco resistente para submarinos convencionales o nucleares es fundamentalmente el mismo. Tanto el aumento de la cota máxima de servicio como la generalización de la utilización del acero de tipo 80 HLES (equivalente francés del acero HY 100) se aplican a todos los proyectos recientes de submarinos. Sin embargo los programas de submarinos nucleares han llevado a desarrollar más rápidamente los medios, métodos y soft ware de cálculo de estructuras, así como los medios de prueba de modelos de casco.

Por lo que concierne al casco exterior y a las superestructuras, la experiencia de velocidades elevadas ha conducido a prestar particular atención a las formas del submarino y a reducir de forma considerable los ruidos hidrodinámicos, componente preponderante del ruido propio desde que la velocidad del submarino se exprese con dos dígitos.

4.1.2 Propulsion

- En lo concerniente al motor eléctrico de propulsión, los submarinos convencionales de tipo "AGOSTA" vieron la llegada del motor refrigerado por agua dulce. Para los submarinos nucleares de tipo "RUBIS" cuya potencia es definitivamente superior -- me permito recordarles que utilizan un sistema de propulsión turboeléctrica -- el constructor francés JEUMONT SCHNEIDER utilizó una solución más clásica de refrigeración por aire, ya que cuando se desarrolló el motor del "RUBIS" todavía no se disponía de la experiencia en servicio de refrigeración directa por agua.
- La experiencia ya adquirida en materia de grandes potencias así como en la refrigeración por agua nos llevan a conservar este tipo de motor de propulsión en todos los proyectos de submarinos de la gama 2000 con un riesgo tanto más reducido a medida que, progresivamente se incorpora la experiencia que aportan los motores de esta tecnología entregados por el constructor francés a los astilleros KOCKUMS con destino a las necesidades propias y de exportación de la Marina sueca.

- Por otra parte, y aun cuando el mercado sea desdeñable para los submarinos nucleares, la compañía PIELSTICK continuo desarrollando nuevos motores diesel para los submarinos.

A partir de su motor 12 PA4 200 VG utilizado por los submarinos holandeses de tipo "WALRUS", desarrolló una versión de doble sobrealimentación que permite un aumento significativo de potencia.

- La industria francesa tampoco ha interrumpido sus investigaciones sobre las baterías de acumuladores. Nuestros submarinos nucleares también están equipados con baterías, aun cuando estas tienen una función diferente que en los submarinos convencionales. Este motivo es suficiente para justificar que se trate de mejorar constantemente el rendimiento individual de los elementos de las baterías.

Incluso si este fuera diferente, no afectaría la voluntad y la capacidad de la DCN para concebir submarinos convencionales, en la medida que los elementos de las baterías son a la vez relativamente estandarizados y consumibles.

Corriendo el riesgo de comparar los submarinos y los automoviles, a priori no hay ninguna razón que impida a un constructor dirigirse al proveedor de baterías que le parezca el mejor del momento, o al utilizador, ya sea durante la construcción o en el momento del primer reemplazo, para adquirir la batería que más le convenga.

4.1.3 La seguridad de inmersión y el mando del buque

Exactamente los mismos principios de arquitectura de las instalaciones de aire y aceite de alta presión, de compensación, equilibrado, etc. que contribuyen a la seguridad de un submarino en inmersión, se aplican a la concepción de cualquier tipo de submarino.

Con relación al progreso alcanzado en Francia desde hace unas dos décadas en el campo de la seguridad en inmersión, debe hacerse énfasis en dos puntos : Efectivamente fue en los años 60 cuando se llevaban a cabo estudios para el submarino nuclear balístico "LE REDOUTABLE" que se introdujo por primera vez en un submarino francés (debido al tamaño de este buque) la utilización de telemandos eléctricos, hidráulicos o neumáticos para los órganos esenciales de seguridad de inmersión, como son las válvulas de ventilación o de soplado de alta presión de los lastres o las bombas de trimado, de achique o de la estación de aceite de alta presión.

Inmediatamente después se llevó a cabo el proyecto del submarino convencional "AGOSTA", cuyo tamaño es comparativamente reducido. Si bien es cierto que en algunos casos se prefirió utilizar mandos manuales, sobre todo debido al costo de los materiales, también se conservaron numerosos mandos a distancia.

Posteriormente estos primeros logros en el campo de los telemandos sirvieron de base para estudios más completos realizados para el proyecto de un submarino convencional CA de 950 t estandar en el cual se trataba de reducir la dotación, lo que impuso una mayor centralización de los mandos. A su vez los resultados de estos estudios se aplican ahora a la construcción del nuevo SSBN tipo le TRIOMPHANT cuyo tonelaje es mas de diez veces superior.

Por otra parte, la experiencia adquirida durante el servicio de los submarinos nucleares confirmó la extrema importancia que debe prestarse a los problemas de la relación hombre-máquina y la importancia que tiene que el conceutor del buque esté consciente, cuando define los puestos de mando de la plataforma (o del sistema de combate), de la disminución de las facultades de los operadores debido a la larga duración de las patrullas que puede alcanzar o sobrepasar las 10 semanas.

Por último, y siempre en lo concerniente a la seguridad de inmersión, quisiera hacer referencia al formidable volumen de estudios y de pruebas realizado en Francia desde finales de los años 60 después de la pérdida de dos submarinos convencionales de tipo "DAPHNE".

Como fue entonces el caso de Francia o de los E.E.U.U., hay que sufrir tales desgracias para invertir tanto tiempo y dinero en los estudios para mejorar la seguridad (seguridad de inmersión, seguridad snorkel, seguridad de los circuitos de agua de mar, etc...).

4.1.4 Otras instalaciones

La concepción de las otras instalaciones de plataformas convencionales no ha sido influenciada de manera significativa por la construcción, en Francia, de plataformas con sistemas de propulsión nuclear. No obstante, y esto ya es bastante positivo, han aprovechado el aumento del nivel general de fiabilidad de sus componentes.

En lo concerniente a las condiciones de habitación, la experiencia de las patrullas de larga duración de los SSN y sobre todo de los SSBN ha permitido realizar importantes progresos en la calidad de la vida a bordo.

Por otra parte, los diseñadores de submarinos nucleares han tenido que resolver desde hace tiempo, problemas de regeneración y control ambiental que podrían aparecer sobre plataformas convencionales el día en que unos sistemas de propulsión independientes del aire lleguen a estar verdaderamente operativos.

4.2 Sistema de combate

4.2.1 Al contrario de un submarino convencional, el SSN puede mantener casi indefinidamente una velocidad elevada.

Para valorizar esta velocidad de desplazamiento, los esfuerzos realizados en el campo del sistema de combate se han concentrado en aumentar correlativamente la velocidad táctica del submarino, es decir la velocidad máxima con la cual el submarino dispone todavía de una escucha de calidad suficiente para lanzar sus armas en condiciones adecuadas; en efecto el interés de una velocidad de desplazamiento elevada disminuye considerablemente si no se puede escuchar o lanzar las armas a dicha velocidad.

Estos esfuerzos han contribuido sobre todo a que se integren antenas de sonar de gran dimensión a la plataforma y a que se perfeccionen las formas del submarino, lo que provoca una reducción sensible de los ruidos de la corriente hidrodinámica.

También permitieron comprobar que los principios originales utilizados para el lanzamiento de armas siguen estando en vigor a pesar del aumento de la velocidad y de la cota de inmersión.

De esta forma se logró que las velocidades tácticas de los SSN se acercaran a las velocidades unihorarias que pueden esperarse de los submarinos convencionales. Sin embargo las mejoras obtenidas para los SSN, comprobadas por una indispensable experiencia en el mar, pueden hoy en día aplicarse directamente a los submarinos convencionales.

4.2.2 La navegación es otra área donde los conceptos de los submarinos convencionales aprovechan los avances alcanzados para los submarinos nucleares : el programa de submarinos AMETHYSTE fue utilizado por la compañía francesa SAGEM para desarrollar un Sistema Inercial de Navegación basado en una central de navegación llamada "MINICIN", especialmente eficiente a pesar de sus pequeñas dimensiones, y periscopios que conservan toda su precisión, gracias a una concepción original de la estabilización giroscópica en la cabeza del mástil, aun a velocidades que corresponden a las velocidades snorkel máximas de los submarinos convencionales.

4.2.3 Por último, los estudios realizados en Francia en el campo de la vigilancia y de la alarma ESM e infraroja para los SSBN de la nueva generación tipo "LE TRIOMPHANT" pueden aplicarse directamente a los submarinos convencionales para disminuir de manera significativa su vulnerabilidad sobre todo en caso de tránsito bajo amenaza aérea.

5- CONCLUSIONES

Formar parte del limitado grupo de países constructores de submarinos nucleares supone que se cuenta con conceptores, astilleros navales y una industria de armamento con un alto nivel de competencia.

Ser capaz de mantener navegando tales submarinos implica que se han superado los problemas generales de fiabilidad de los equipos y de la interfase hombre-máquina.

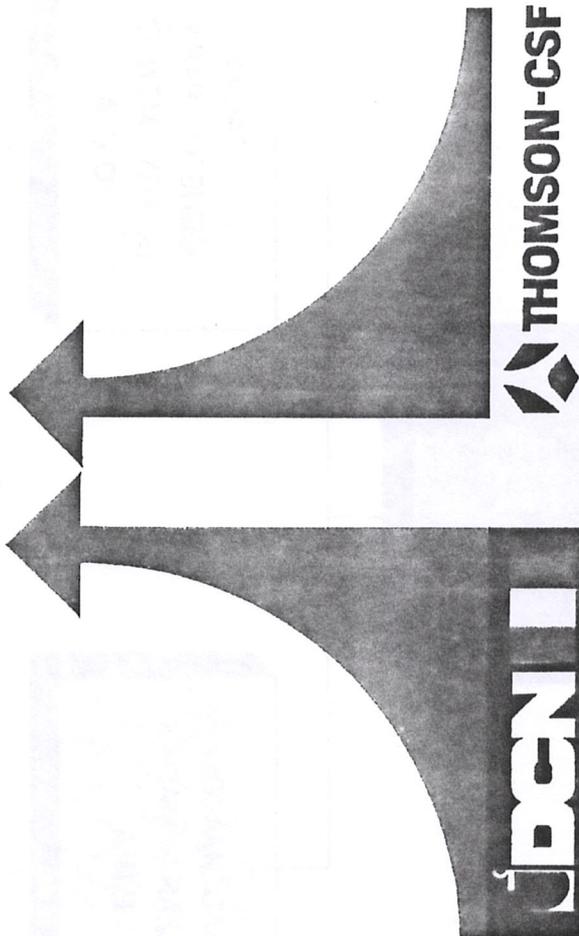
Dar mantenimiento simultáneamente a submarinos nucleares y convencionales significa disponer de una fuente inestimable de información sobre el comportamiento de los equipos que sirven de información de base para los nuevos desarrollos.

Obligada por sus estatutos a mantener un equipo altamente calificado en materia de concepción de submarinos tanto convencionales como nucleares para poder responder a las necesidades de la Marina Nacional, la DCN tiene por lo tanto cartas de triunfo en la mano.

Para la DCN y para las industrias que cooperan con ella el hecho haber concebido, construido, y ahora de mantener submarinos como los "RUBIS-AMETHYSTE", que debido a su tonelaje y a la originalidad de su propulsión turboeléctrica están próximos de numerosos submarinos oceánicos convencionales, no es ciertamente una de sus cartas menores a la hora de diseñar submarinos modernos.

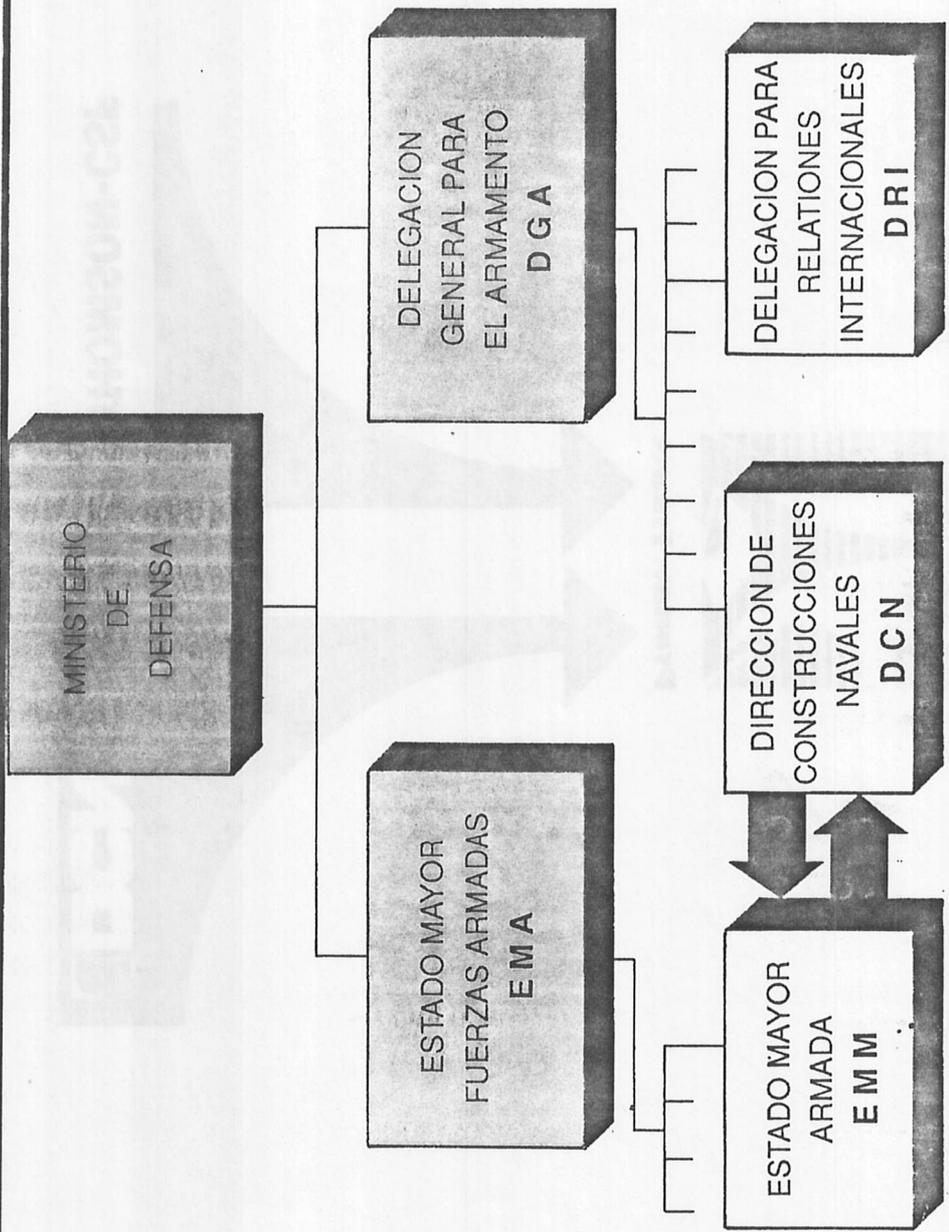


Pronav. France



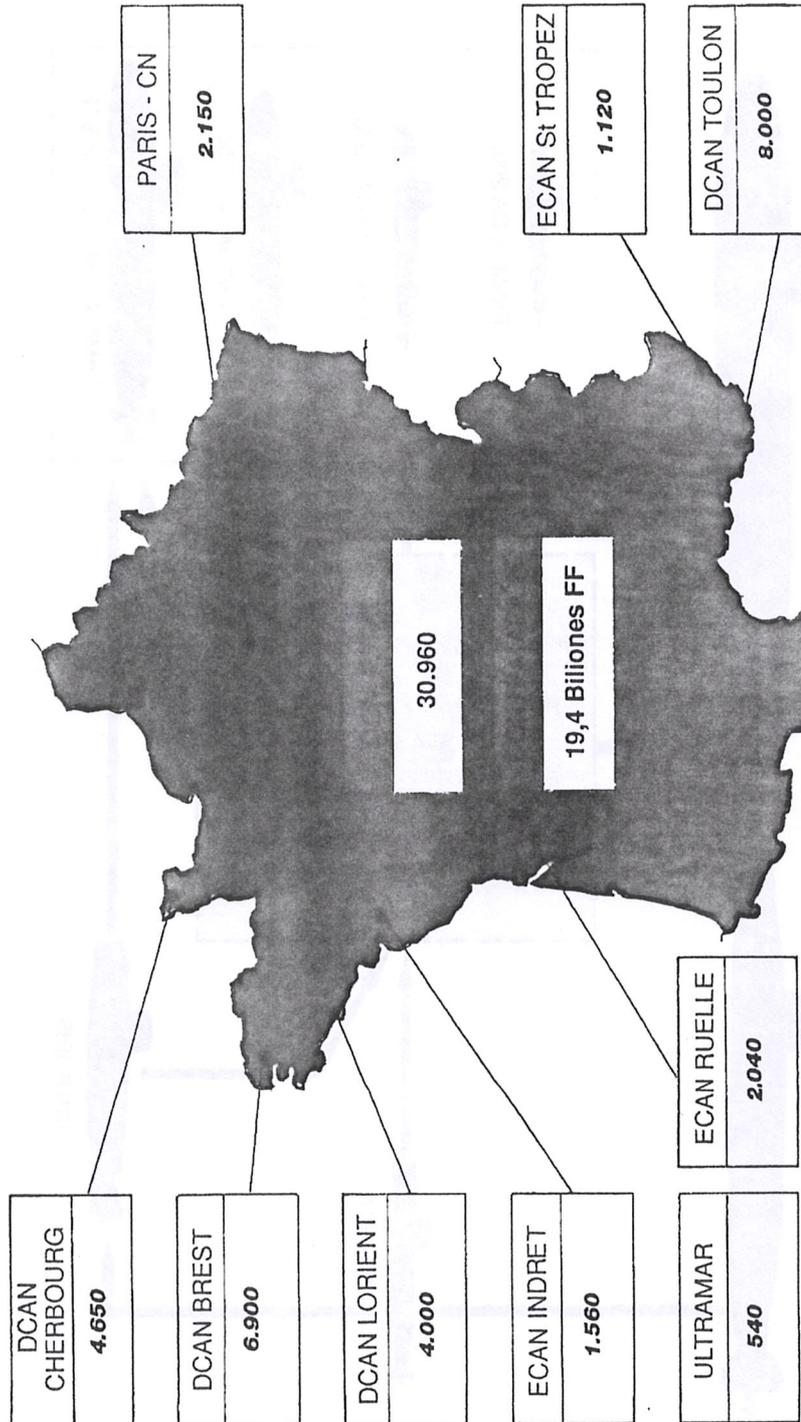
Pronav. France

RELACIONES ENTRE DCN Y ARMADA

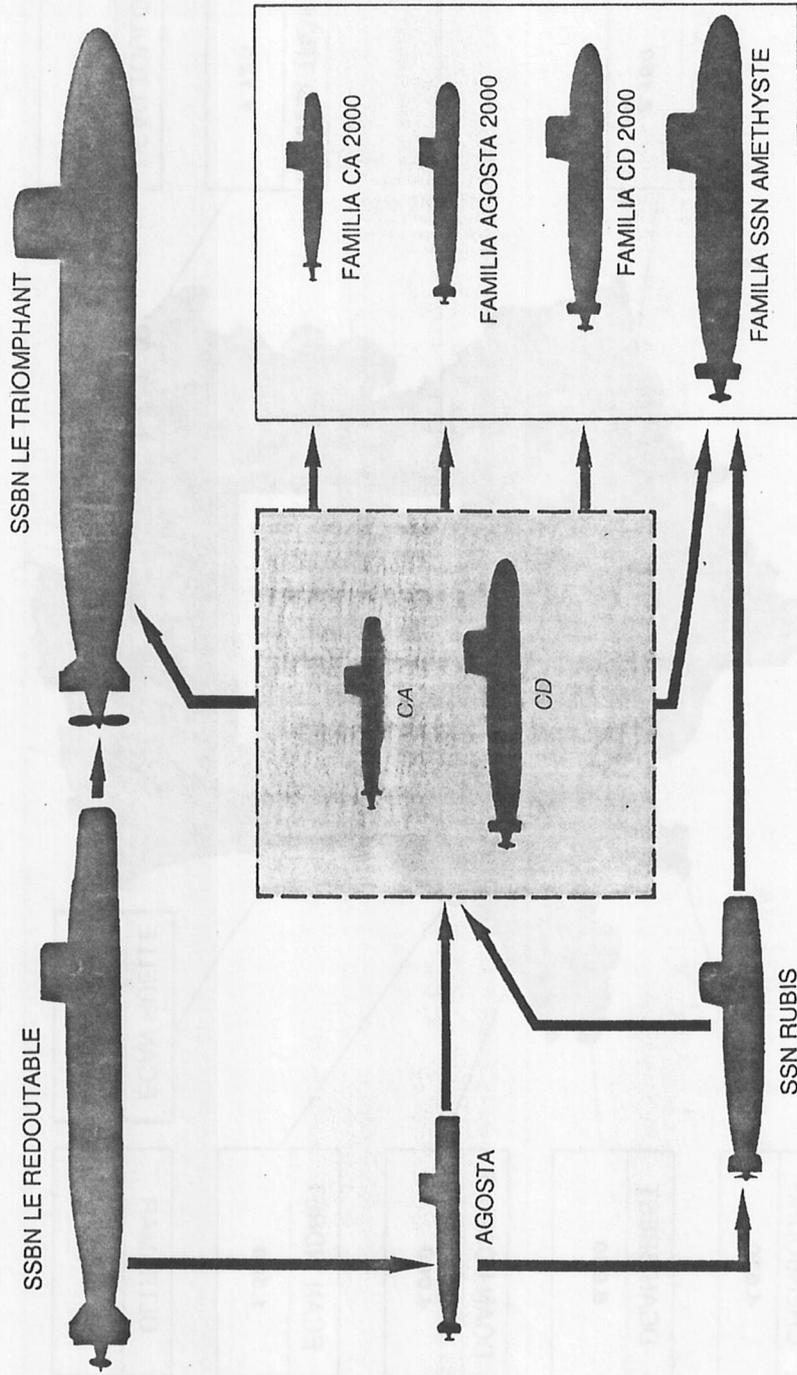


LA DIRECCION DE CONSTRUCCIONES NAVALES (DCN)

ARSENALES Y ESTABLECIMIENTOS (PLANTILLA)

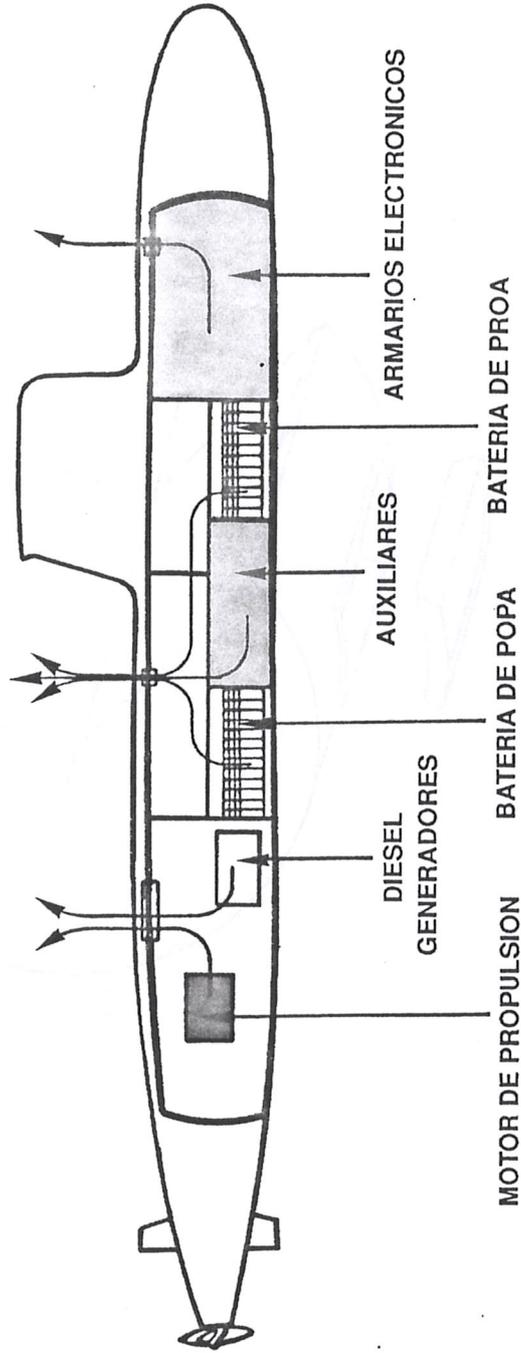


FILIACION TECNOLÓGICA DE LOS SUBMARINOS

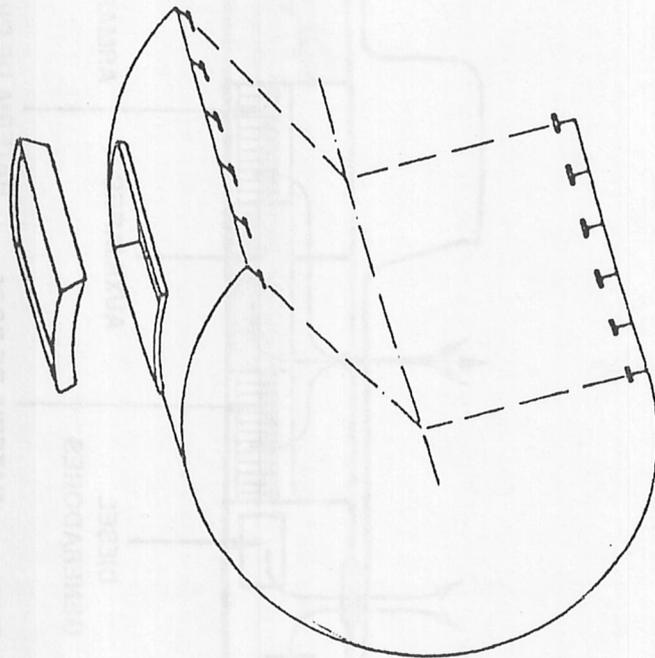


Pronav.France

RUTAS DE DESMONTAJE

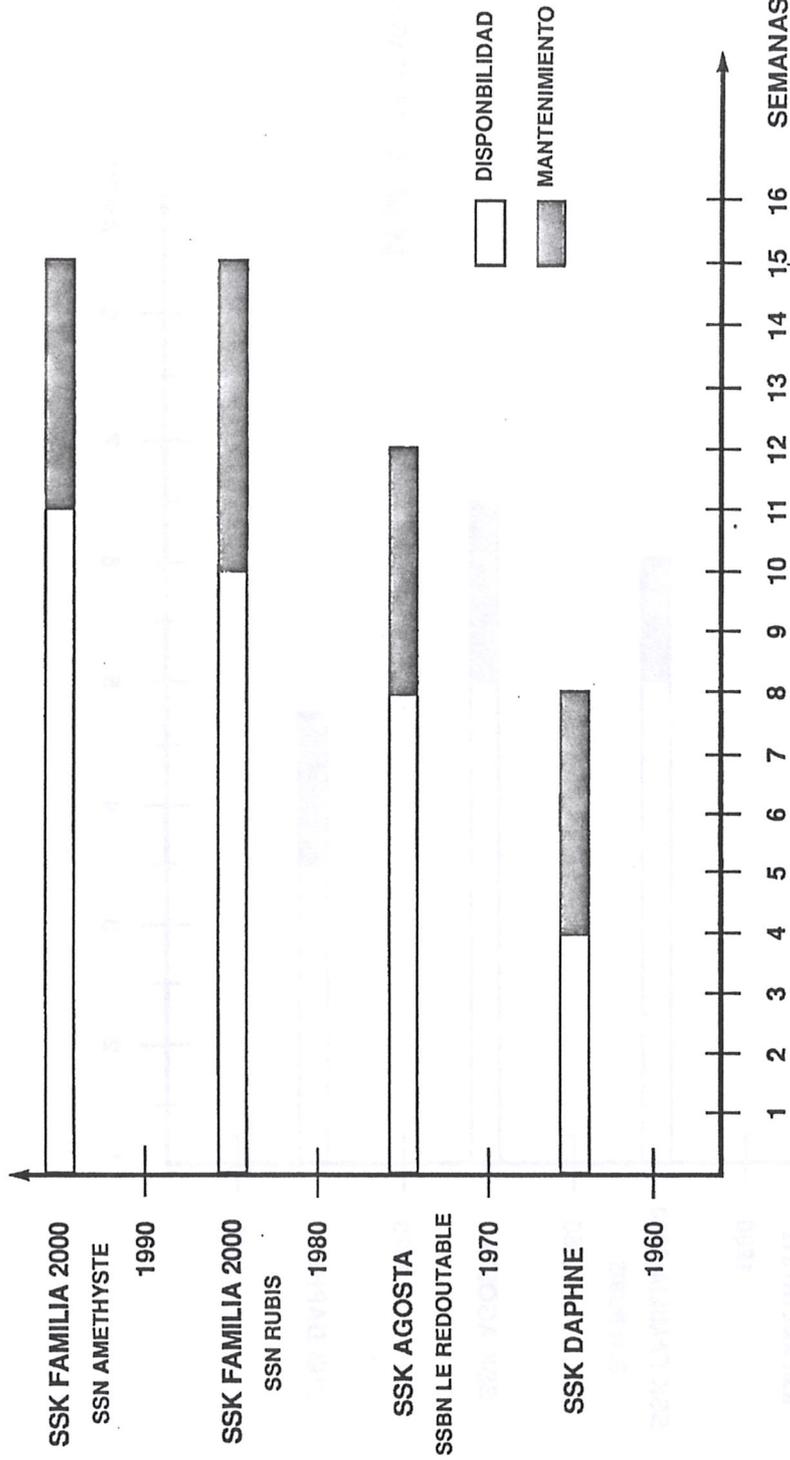


ESCOTILLA DE EMBARQUE



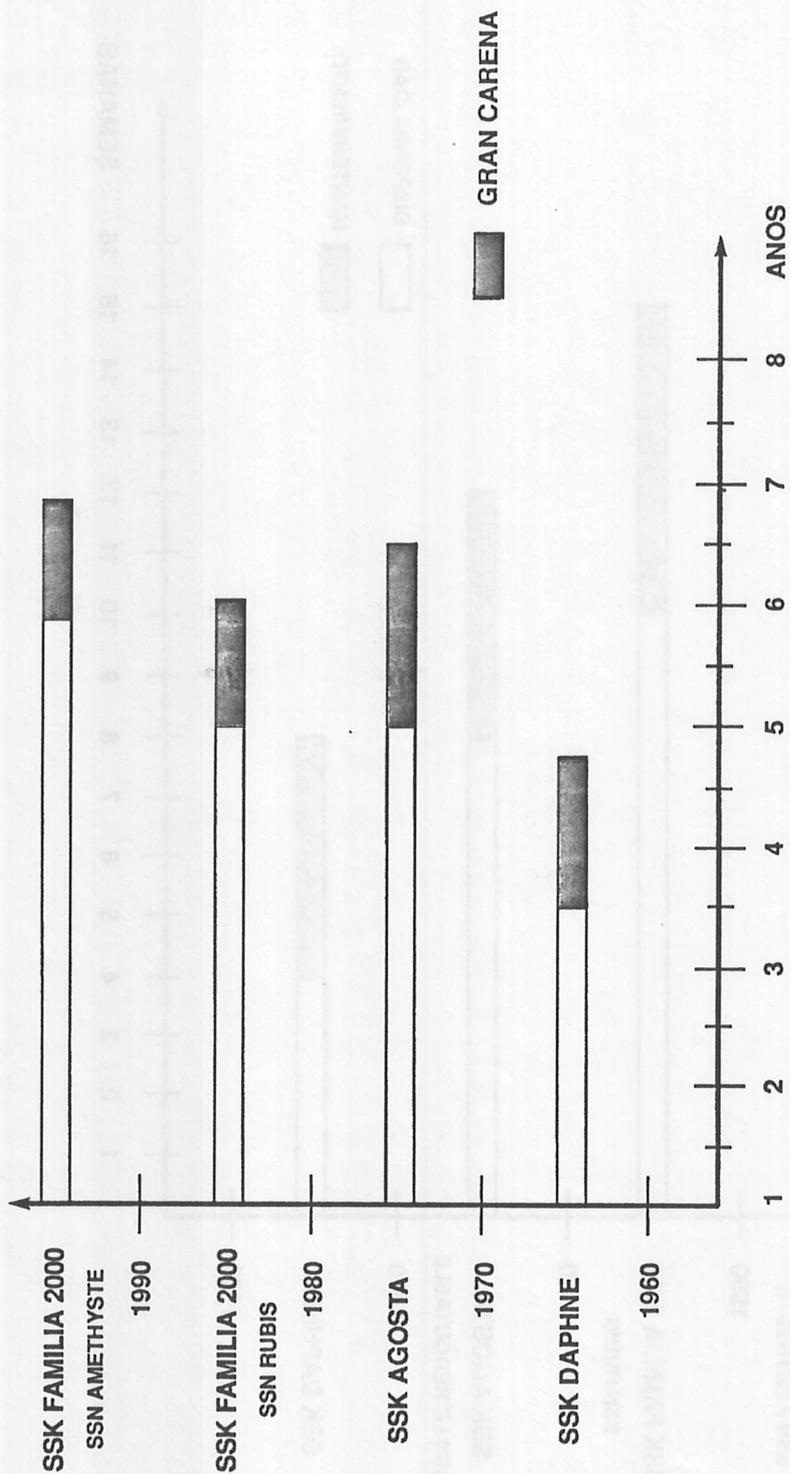
Pronav France

RITMO DE ACTIVIDAD



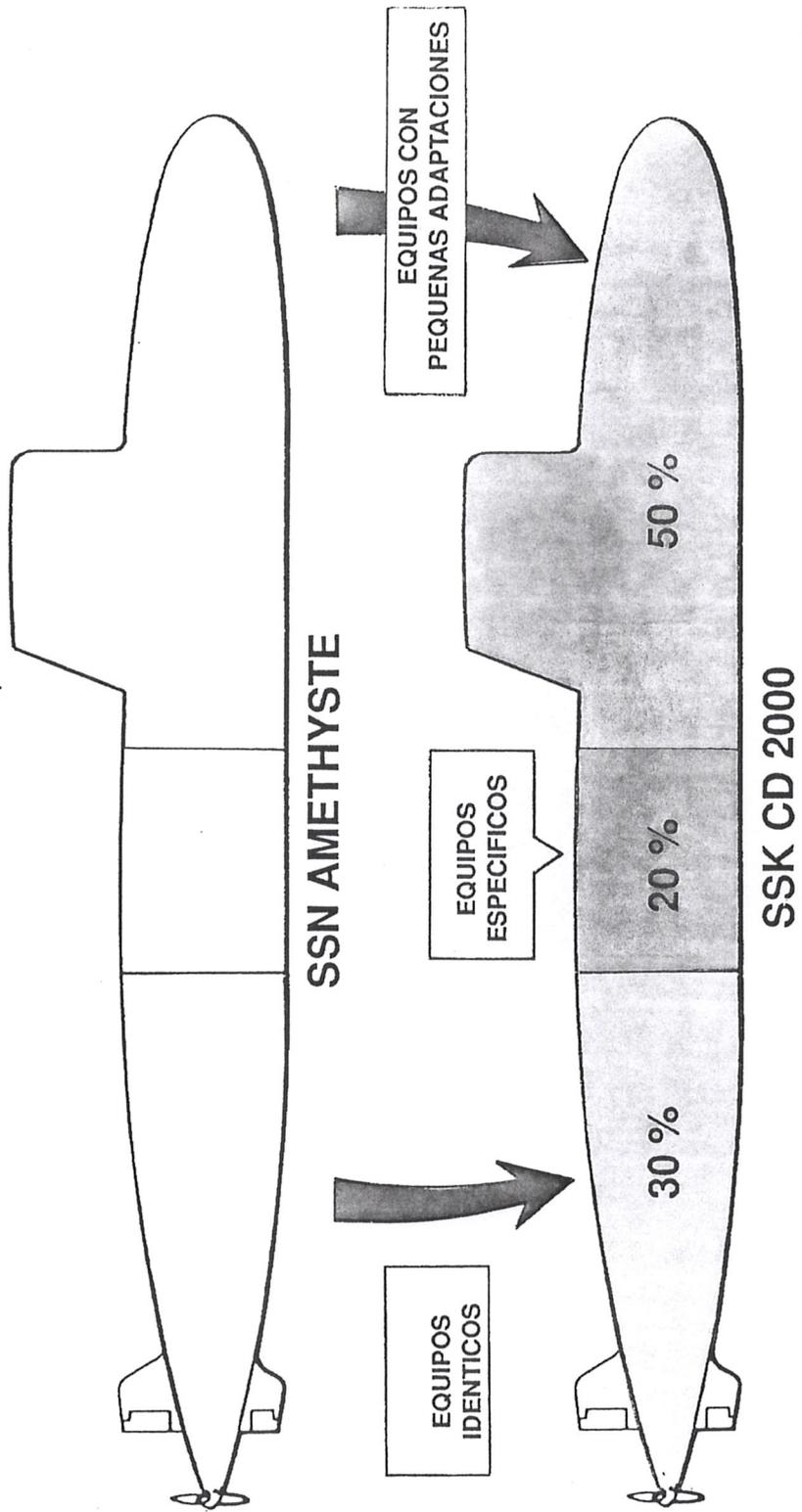
Pronav, France

CICLO OPERACIONAL



Pronav, France

PORCENTAJE DE EQUIPOS COMUNES





22K CD 5000

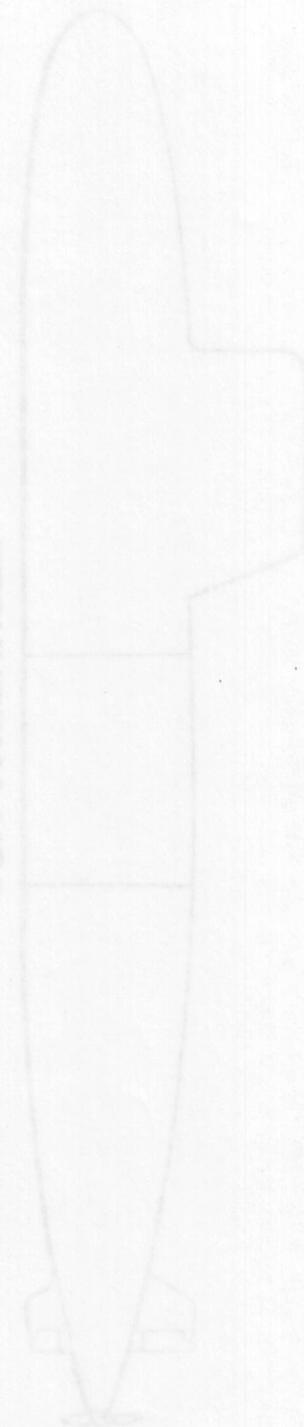


ESPECIQUES
EQUIBOS

ESPECIQUES
EQUIBOS

ESPECIQUES
EQUIBOS

22H VWF1H21E



BOUCHONNET DE EQUIBOS COMINES