

23 DE JULIO DE 1989, 14.35 HORAS: EMERGE EL PACOCHA

Cuando el 26 de agosto de 1988, un barco pesquero embistío accidentalmente al submarino *BAP Pacocha*, se generó para nuestra Marina de Guerra una suerte de reto y desafío que conduciría, también, a una respuesta hasta entonces inédita en nuestra historia naval: la del rescate y reflotamiento del submarino siniestrado.

Pero, además, el hecho trasciende y enriquece las auténticas virtudes navales. Así, el valeroso comportamiento de su dotación en los momentos de mayor gravedad en el accidente. Así, el cumplimiento irrestricto del deber en su personal, que no dudó, incluso de llegar al noble sacrificio de sus vidas en interés de salvar a sus compañeros y salvar el submarino...

SISTEMAS DE SEGURIDAD Y SALVAMENTO PARA SUBMARINOS

Capitán de Corbeta
Percy Pérez Bramosio

En el presente año, la currícula de instrucción a la Escuela de Submarinos ha vuelto considerar, después de mucho tiempo, el curso de Escape de Submarinos. A continuación se comentará brevemente algunos desarrollos actuales en cuanto a "Seguridad y Escape de Submarinos".

Un submarino, por sus características de diseño, presenta hasta tres estados de navegación distintos: la navegación en superficie, en inmersión y un estado híbrido, durante las maniobras de entrar en inmersión y salir a superficie.

Durante estas tres etapas se presentan mayores riesgos de colisión con otra embarcación que en el caso de una unidad de superficie, debido principalmente a:

- En superficie el submarino presenta una pequeña área reflectora de radar, por lo que será tardíamente detectado y aún así, por su reducida obra viva, incluso en condiciones de buena visibilidad, será difícil de identificar.
- El submarino, por sus características especiales, no puede cumplir con las disposiciones establecidas para embarcaciones de más de 45.75 m. de eslora, en cuanto a luces de navegación se refiere.
- Por estos motivos, los submarinos en tránsito en superficie mantienen en todo momento una atenta guardia en el puente, apoyada por el oficial de operaciones, el cual cumple la función de mantener ploteados e identificados por periscopio los contactos, para apoyar así al oficial de guardia. Asimismo, las unidades submarinas deben maniobrar prudentemente para evitar situaciones de peligro y mantenerse claras de los contactos, aun cuando, de acuerdo al Reglamento, tengan derecho

de paso para evitar abordajes.

- Cabe mencionar que es política a bordo de los submarinos alemanes permanecer en superficie en todo momento con la luz identificadora conectada, así como es obligación del oficial de guardia en el puente tener dotada y lista una pistola "very", con la finalidad de alertar a embarcaciones de superficie de la presencia de un submarino, sobre todo a mercantes que navegan con una reducida guardia.
- En Snorkel, y navegando a profundidad de periscopio, se reduce aún más la posibilidad de ser avistado, siendo ésta prácticamente nula de noche. En este caso, la seguridad para el submarino está en ganar rápidamente profundidad con los procedimientos de "Emergencia asegurar el Snorkel" y "Emergencia cien pies".
- A bordo de las unidades submarinas alemanas se toma en consideración, para dar esta orden, un "Círculo de Peligro" preestablecido, el cual se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Círculo de Peligro (yardas)} = \frac{\text{V. max.} + 7}{3} \times 100y$$

Siendo:

V. max.= La máxima velocidad de la embarcación más rápida en el área.

7 = 7 nudos, es decir, la velocidad del submarino al regularse máximas revoluciones en etapa II (90RPM), en el caso del submarino tipo 206.

3 = 3 minutos, tiempo promedio necesario para alcanzar una profundidad de 30 metros (100 pies, aproximadamente), considerada como "Profundidad de Seguridad".

100 = Cifra para convertir las unidades y obtener la distancia en yardas.

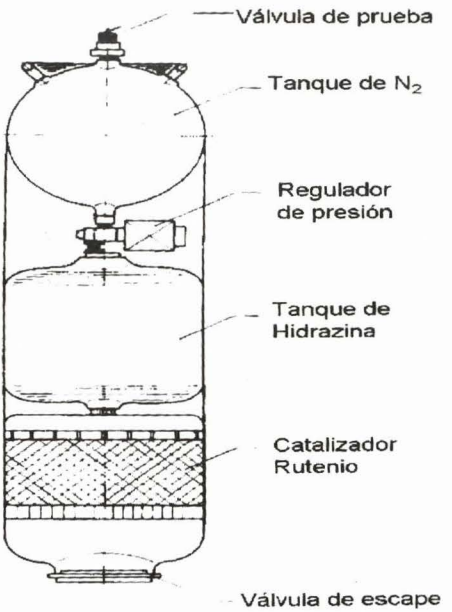
Al navegar en inmersión, la posibilidad de colisión con otro submarino es prácticamente nula. Sin embargo, en el caso de contarse con poca profundidad y navegar a alta velocidad, el impacto contra el fondo es un peligro latente cuando se produce una falla en las Consolas de Planos –principalmente el plano de popa– que no esté seguida de la inmediata reacción del Oficial de Trimado.

En todos estos casos de colisión pueden producirse daños en los tanques de lastre que no afecten al casco resistente, o también pueden provocarse vías de agua en el casco resistente. En ambos casos, las graves averías obligan a la dotación a efectuar escape desde el buque posado en el fondo, cuando no es posible controlar la vía de agua o proceder a superficie, con la finalidad de efectuar "Abandono del buque".

Cabe mencionar que las capacidades de achique del submarino son limitadas. Por ejemplo, la Bomba de Achique N° 1 (Bomba de achique principal), tie-

ne una capacidad de achique de 40 m3/h hasta 150 pies, profundidad en la que su capacidad se reduce a 20 m3/h. En contraposición a esto, a una profundidad de 20 metros, una perforación de 1 cm2 en el casco resistente ocasionaría que se embarquen 5m3 de agua por hora.

Si consideramos que el efecto de una colisión, como en el caso del B.A.P. *Pacocha*, ocasionaría una flecha de aproximadamente 2 metros de largo por 30 centímetros de ancho, tenemos un área de aproximadamente 60 cm2 que produciría que se embarquen 300m3 de agua por hora, volumen muy por encima de la capacidad de achique de las bombas del buque.



Sistema de soplado de emergencia

Debido a esto, la mejor posibilidad de sobrevivencia de la dotación, luego de una colisión que afecte seriamente el casco resistente del buque, se encuentra en mantenerse o alcanzar rápidamente la superficie, con la finalidad de abandonar el buque a la mayor brevedad.

En este sentido, los diferentes diseños de submarinos han contado con sistemas que proveían rápidamente a la nave de flotabilidad positiva, en caso de averías en los tanques de lastre y/o en el casco resistente.

Así, los primeros sumergibles de la Marina de Guerra del Perú -el B.A.P. *Ferré* y el B.A.P. *Palacios*, construidos en los astilleros de Schneider y Co., en Francia-, contaban con lastres de plomo, los cuales brindaban flotabilidad positiva al buque, al ser liberados. La gran desventaja era que se requería el ingreso a dique para la instalación de lastres nuevos.

En el caso de nuestros submarinos actuales, del tipo 209, se cuenta con los denominados "Tanques Resistentes", de aproximadamente 2500 litros de capacidad, los cuales pueden ser "soplados" (vaciados con aire a presión) hasta la máxima profundidad del buque. Ya que son construidos con el mismo material del casco resistente, soportan la presión, evacuando entre ambos 5 toneladas de agua con gran rapidez.

En los submarinos tipo 206, de fabricación alemana, se ha instalado en los tanques de lastre generadores de gases.

Estos gases fueron desarrollados originalmente como medios de propulsión para satélites en órbita y naves espaciales. Su principio de funcionamiento es muy simple: consiste en empujar un compuesto denominado HIDRAZINA (N2H4), por medio de Nitrógeno

(N2), a través de un catalizador Rutenio, lo que produce una violenta reacción química, generándose Hidrógeno (H2), Nitrógeno (N2) y Amoníaco (NH2), gases que desplazarán violentamente el agua contenida en los tanques de lastre, dando al buque flotabilidad positiva.

Sin embargo, este sistema tiene el grave inconveniente de hacer inútil el "soplado" de los tanques, cuando se hubieran producido daños en uno o más de ellos, como consecuencia de un accidente o colisión.

Cuando ocurre que el buque no logra mantenerse o alcanzar la superficie y la dotación o parte de ella queda atrapada en el buque posado en el fondo –como en el caso del B.A.P. *Pacocha*–, se han desarrollado diversos sistemas y procedimientos para permitir el escape de la dotación.

SISTEMA DE RESPIRACIÓN DE EMERGENCIA

Son requeridos debido a que, al producirse una vía de agua e ingresar agua al casco resistente o al averiarse los tanques de lastre y estar el submarino imposibilitado de salir a superficie, decidiéndose por tanto efectuar escape, es necesario igualar presiones con el exterior, lo que implica inevitablemente inundar el buque, produciéndose contacto entre el agua de mar y el electrolito de las baterías. Dicho contacto provoca la reacción de la sal marina (NaCL) con el ácido sulfúrico (H2SO4), produciéndose Sulfato de Sodio (NaSO4) y Cloro (CL2). Este último compuesto hará irrespirable la atmósfera del submarino.

Por tal razón, se han diseñado diversos equipos de tipo individual, como por ejemplo el equipo TR75 (Tauch = Buceo, Retter = Salvador), el cual consistía en un pulmón artificial que filtraba el aire expedido por el hombre, eliminado el CO2 y agregándole oxígeno. Asimismo, estos sistemas brindaban al hombre flotabilidad positiva para el escape y, ya en superficie, cumplían funciones de chaleco salvavidas.

Estos equipos constituyeron el equipamiento inicial de nuestros submarinos 209 de 1100 toneladas, el B.A.P *Islay* y B.A.P *Arica*.

Sin embargo, contaban con serias desventajas por su peso y volumen, factores que restringían el accionar del hombre a bordo, por ser sumamente incómodos y molestos. De igual forma, ocupaban mucho espacio en su almacenamiento y requerían de constante mantenimiento, así como tenían una vida útil relativamente corta, debido a sus reactivos filtrantes y sus componentes de jebe.

Posteriormente se desarrollaron equipos fijos, como el Sistema BIBS (Breath in Built System) creado en Gran Bretaña, y que constituye, desde los años 80, el Sistema de Respiración de Emergencia de los submarinos construidos en Alemania. El BIBS consiste en botellas fijas de almacenamiento, las cuales alimentan tuberías de distribución ubicadas de proa a proa, a través de reductores fijos.

El personal respira aire o una mezcla de 65%, Nitrógeno (N2) y 35% Oxígeno (O2) contenido en ellas, por medio de una boquilla con acople de chaveta, para reducir así los efectos de la descompresión rápida, a una presión fija

de 7 bar sobre la presión interna del buque.

Cabe mencionar que es de suma importancia contar con un medio de respiración de emergencia a bordo de un submarino, ya que las posibilidades de sobrevivir sin tenerlo son prácticamente nulas si ocurre una eventualidad.

En tal caso, el único camino viable sería alcanzar la superficie y efectuar abandono de buque. Ahora bien, si hay averías en los tanques de lastre, propulsión, planos, u otros, que impidan salir a superficie, pero el casco resistente permanece estanco, sólo queda reducir el ingreso de agua a éste para evitar la formación de gas cloro y efectuar un lento procedimiento de escape libre por grupos desde la torre de escape de hombres rana.

SISTEMAS DE ESCAPE Y/O RESCATE

En el caso de encontrarse el submarino averiado en el fondo, con su dotación o parte de ella con vida, es de suma importancia efectuar el rescate o escape lo antes posible, debido a las limitadas reservas de aire. En unidades como nuestros submarinos 209, que carecen de un casco resistente compartimentado, esto se ve agravado, ya que una vía de agua en cualquier punto de éste significaría la inundación de todos los compartimientos, sometiendo a la dotación a la presión del mar, del frío y del cloro.

PROFUNDIDAD	TIEMPO
50 Pies	78 minutos
70 Pies	43 minutos
90 Pies	30 minutos
110 Pies	20 minutos
130 Pies	15 minutos
150 Pies	10 minutos

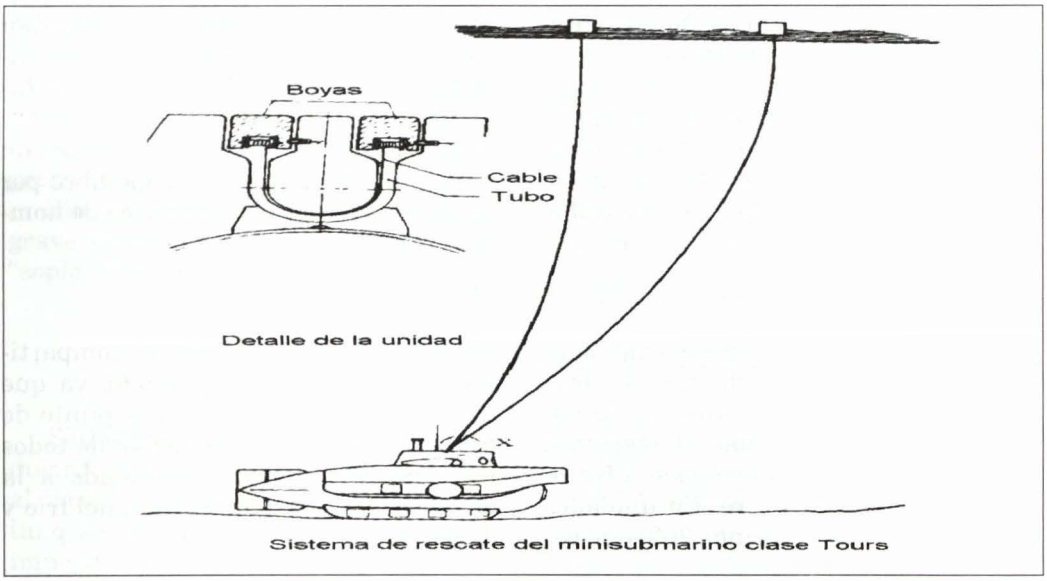
En estas condiciones, las posibilidades de alcanzar la superficie se reducen con el tiempo, de acuerdo a la siguiente tabla de tiempos límite (ver el cuadro de abajo).

En consecuencia, lo ideal sería remolcar a la superficie al buque hundido con su dotación en el interior, pero este procedimiento es válido en el caso de pequeños submarinos de investigación, los cuales operan con buques asistentes. Normalmente éstos están dotados de boyas resistentes a la presión, las cuales son liberadas en caso de emergencia, arrastrando a la superficie un ligero pero resistente cable de acero, que se utiliza para izar el mini submarino.

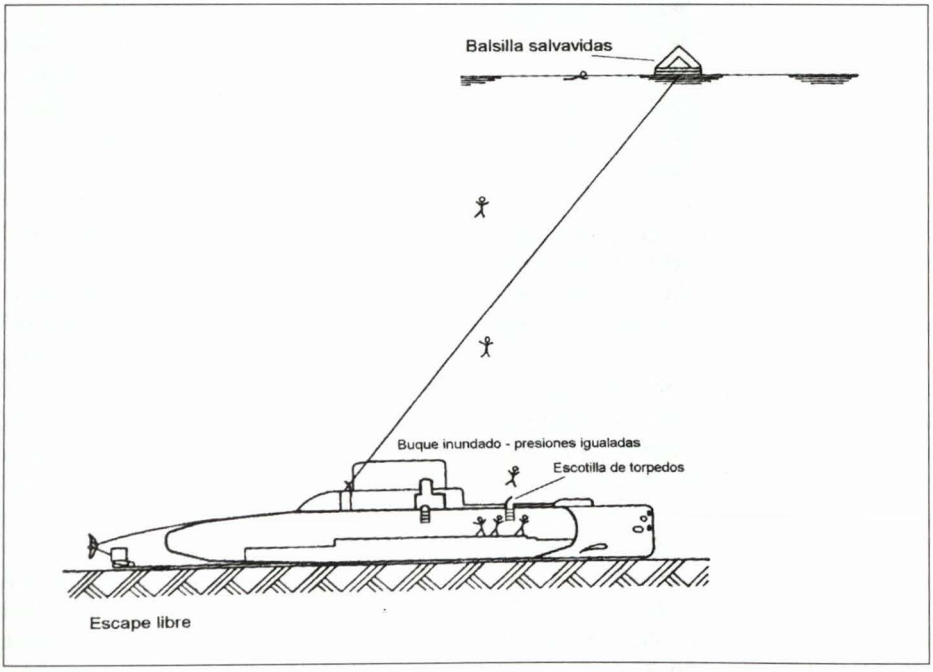
Este sistema ha sido probado y puede ser empleado con éxito hasta profundidades de 500 metros, como máximo.

Para el caso de submarinos militares, debido a su gran desplazamiento, los esfuerzos de rescate se deben limitar a los miembros de la dotación atrapados.

El procedimiento de escape que requiere menos recursos es el denominado Escape Libre, en el cual el personal, luego de haber igualado presiones dentro del buque con el exterior, abre las



Sistema de rescate del minisubmarino clase Tours

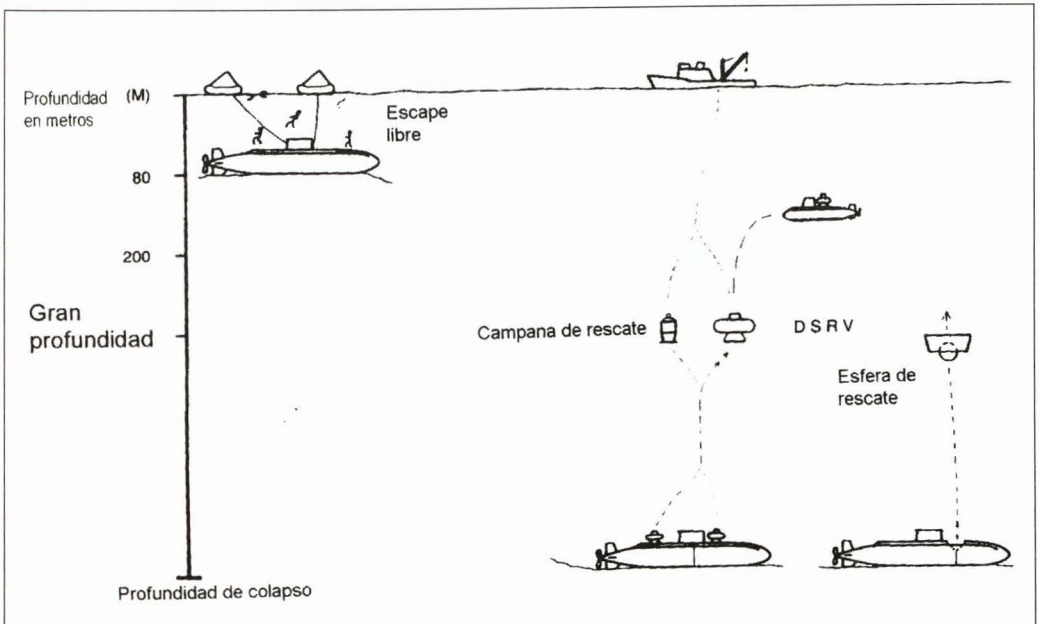


escotillas y abandona a través de éstas, apoyados por un chaleco de escape que le brinda flotabilidad positiva para elascenso y reduce el agotamiento. De esta forma, el 27 de agosto de 1988, a las 1820 horas, 22 valerosos miembros de la dotación del B.A.P. *Pacocha* SS48 alcanzaron la superficie.

Si bien este procedimiento requiere menos medios materiales, es necesario entrenar al personal con la finalidad, por un lado, de que se familiarice con el procedimiento de regular el soplado para igualar presiones durante el ascenso y, por otro, de que controle el pánico.

Por este motivo, las Marinas de todo el mundo destinan grandes recursos a la implementación y dictado de cursos de escape. Por ejemplo, la Marina Alemana cuenta con una torre de escape de 30 m. de profundidad en la ciudad de Neustadt, en la cual el personal de las unidades alemanas y países invitados efectúan el curso de escape. En este sentido es que el presente año la Escuela de Submarinos ha programado la realización de un curso similar en la Escuela de Operaciones Especiales, para lo que se están implementando las instalaciones necesarias. Con tal finalidad se transportará la histórica campana de escape del B.A.P *Pacocha* y se están implementando simuladores del Sistema de Respiración de Emergencia (BIBS).

Una vez en superficie, el personal abordará las balsillas salvavidas del submarino, las cuales son eyectadas por un Sistema Neumático. Estas cuentan con los elementos necesarios para garantizar la supervivencia del personal hasta su rescate. Este procedimien-



Sistemas de escape

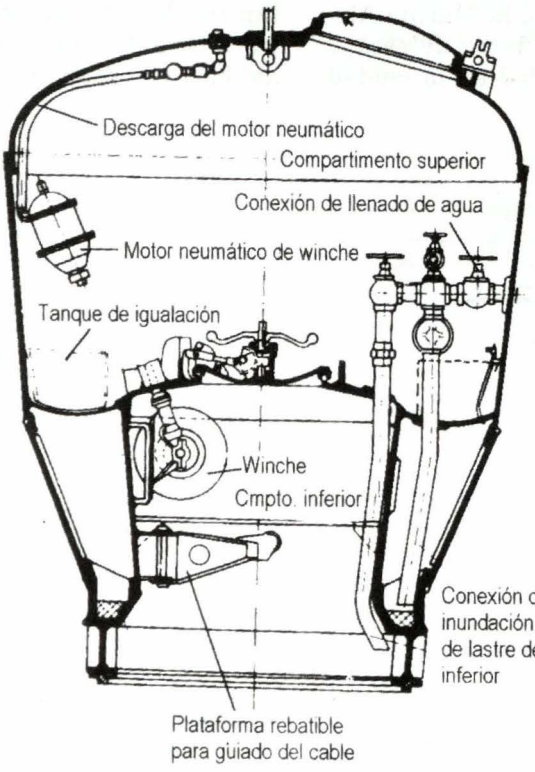
to de "Escape Libre" se ve limitado hasta una profundidad máxima teórica de 80 metros (+ - 250 pies).

Para el caso de profundidades mayores deben utilizarse otros sistemas, como son:

CAMPANA DE ESCAPE

Este procedimiento de rescate consiste en arriar una campana hasta el submarino, la cual será "acoplada" a la escotilla del buque. La campana igualará presiones y rescatará al personal del buque en grupos de aproximadamente 10 hombres. Con este sistema, en 1939, la Marina norteamericana rescató a 33 hombres del siniestrado USS *Squalus*, desde una profundidad de 73 metros.

Para llevar a cabo este sistema, el submarino debe liberar, desde el fondo, una boya marcadora unida por un cable, con la finalidad de que la unidad de superficie transportadora se posicione y arríe la campana guiada por este cable, hasta la escotilla del submarino siniestrado.



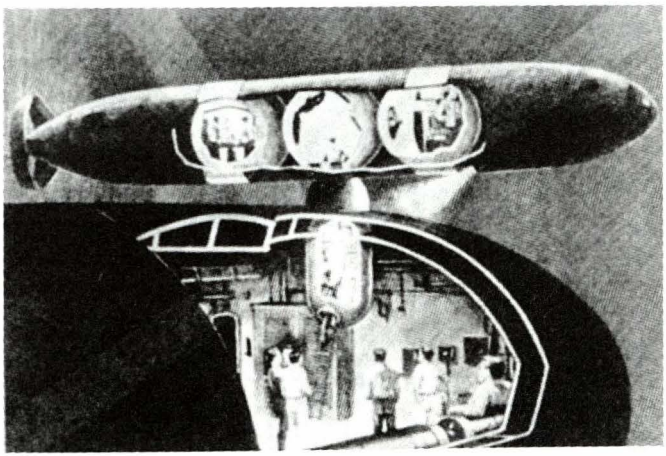
Campana de escape de submarinos

Este procedimiento tiene como principal desventaja el ser únicamente posible con condiciones de mar calma, ya que una mar gruesa dificultaría el posicionamiento de la unidad de superficie transportadora.

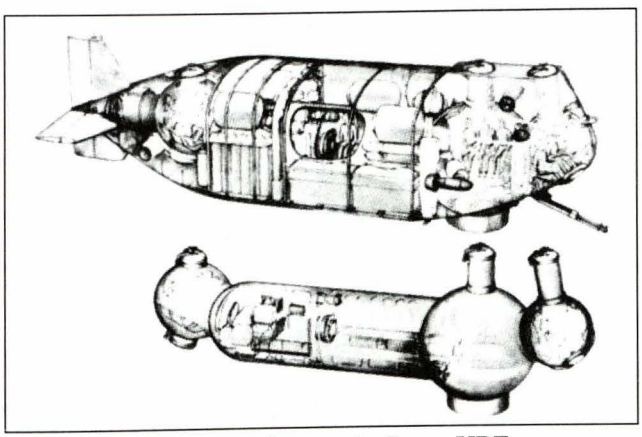
EL VEHICULO DE RESCATE DE INMERSION PROFUNDA (DSRV)

Desarrollado por los Estados Unidos consiste en un submarino el cual procede con propulsión propia al submarino siniestrado, acopla su escotilla al de éste y puede rescatar hasta 24 hombres por vez.

Estos DSRV pueden ser transportados por avión rápidamente al lugar del accidente y tienen la ventaja de no estar limitados por las condiciones de



El DSRV de la Marina Americana.



Submarino de rescate Sueco URF.

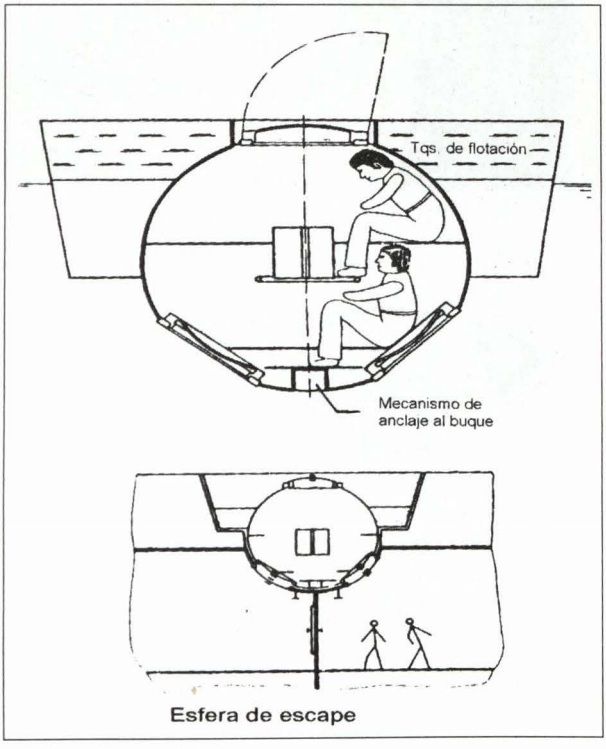
mar.

Asimismo, la Marina sueca desarrolló un vehículo de rescate denominado URF, de características similares al DSRV, el cual está concebido para ser transportado por tierra y ser llevado hasta el lugar más próximo al accidente de donde será embarcado y llevado hasta la proximidad del submarino averiado.

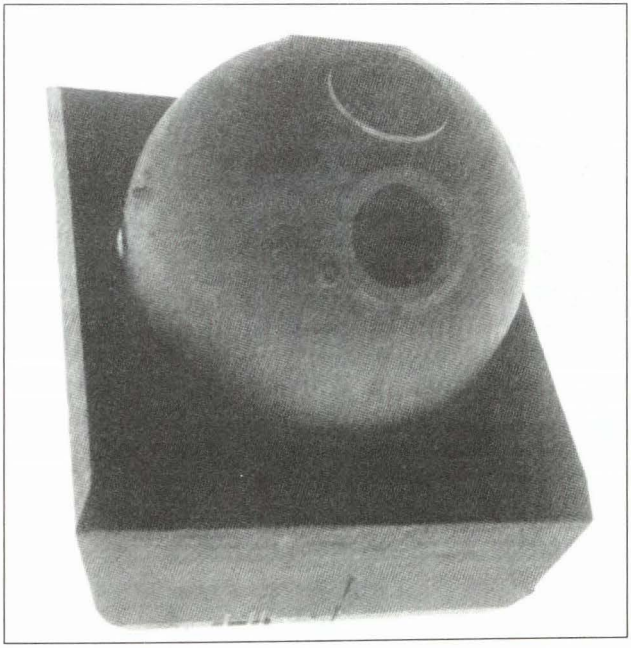
ESFERA DE ESCAPE

Tanto el DSRV, como el URF y la campana de escape son medios de rescate externos, lo que significa que la dotación debe esperar primero que el submarino siniestrado sea declarado perdido (normalmente al cumplirse el tiempo de expiración del último parte de posición), ser ubicado y que se transporte el DSRV, URF, o la campana de escape hasta el lugar del accidente.

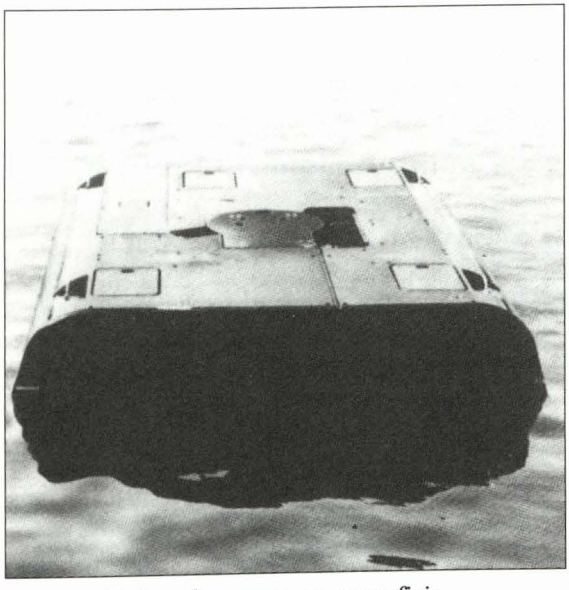
Lo que en el caso de submarinos sin compartimentaje interior -por las razones que se explicó anteriormente- podría ser demasiado tiempo. Ante esto, los submarinos clase 209 tipo 1500 de la Marina Hindú, introdujeron una campana de escape transportada por el buque, la cual cumplía la función de transportar la dotación a la superficie y una vez allí cumplía también funciones de balsilla salvavidas. Esta esfera va asegurada al casco resistente del buque y se tiene acceso a ella por medio de una escotilla estanca; una vez abordada



Esfera de escape



Esfera de escape.



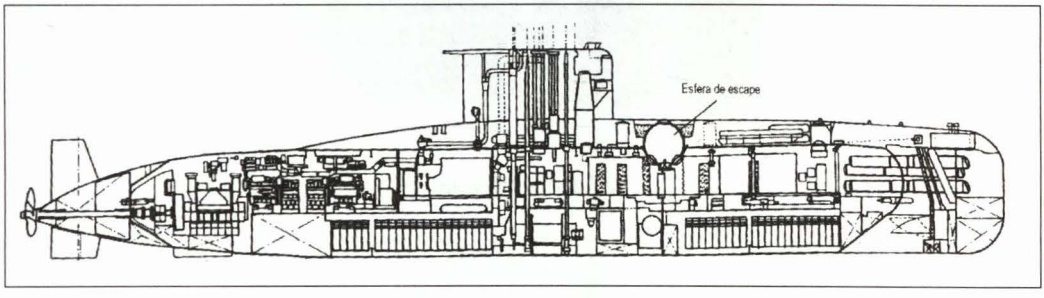
Esfera de escape en superficie.

por toda la dotación es liberada y asciende por flotabilidad positiva.

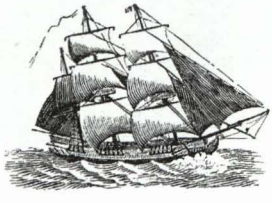
Acomodados en dos pisos en una esfera de un diámetro de 2.7 metros pueden entrar hasta 40 hombres, para los cuales existen raciones de emergencia, material de primeros auxilios, eliminadores de CO2 y tanques de Oxígeno (O2), así como un transmisor de emergencia. Asimismo, una vez en superficie la campana puede ser utilizada como cámara de descomprensión.

En conclusión, nuestros submarinos como los de todos los países del mundo a pesar de los adelantos modernos no se encuentran libres de accidente por causa de fallas de material y/o humanas; por ello debemos mantenernos siempre entrenados y equipados para que en el caso inevitable de un accidente se minimicen las pérdidas de vidas.

Nuestros hermanos submarinistas que perdieron la vida, o resultaron con lesiones a bordo del B.A.P *Pacocha*, nos comprometen a ello.



Submarino 209 Tipo 1500 de la Marina India





ENAPU S.A.

Ingresa con fuerza al III^{er} Milenio

- **Su compromiso de gestión se orienta al logro de excelentes resultados en:**
  - **Reducción de costos**
  - **Productividad**
  - **Eficiencia y Eficacia**
  - **Calidad en los servicios**
  - **Alto nivel en seguridad**
- **Hemos cumplido con nuestro compromiso de:**
  - **Otorgar líneas de crédito a clientes**
  - **Simplificar el sistema de reclamos**
  - **Actualizar el Reglamento de Operaciones**

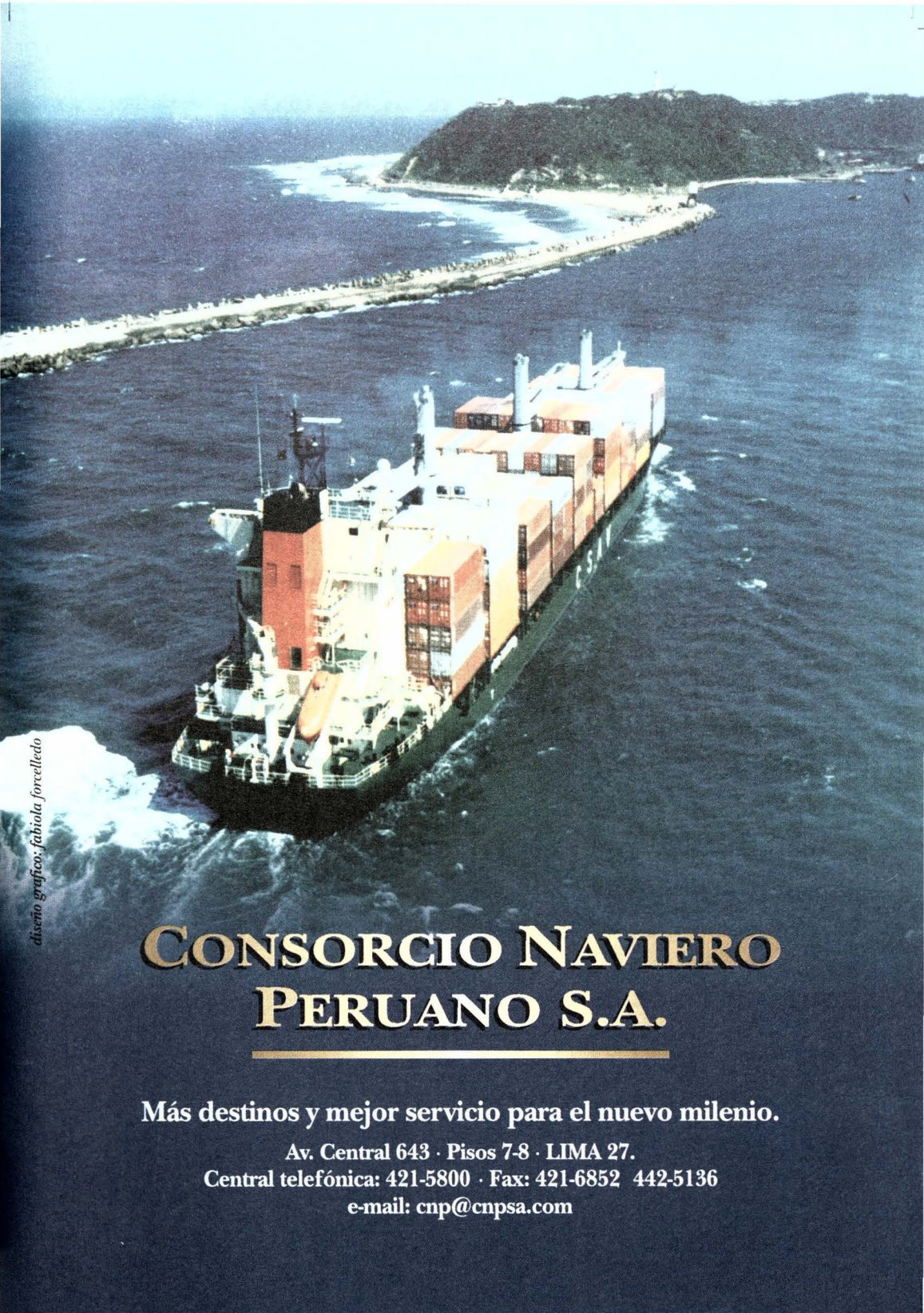
PUERTOS PERUANOS AL SERVICIO DEL PAIS

ENAPU S.A.
EMPRESA NACIONAL DE PUERTOS S.A.



INDUSTRIA CERVECERA ORGULLO DEL PERU.

Backus Unión de Cervecerías Peruanas Backus y Johnston S.A.A.



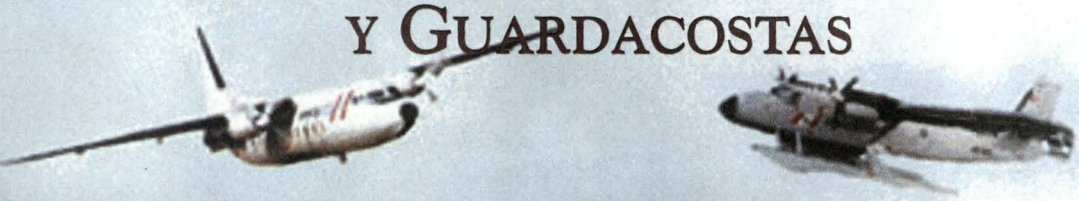
diseño grafico: fabiola forcelledo

CONSORCIO NAVIERO PERUANO S.A.

Más destinos y mejor servicio para el nuevo milenio.

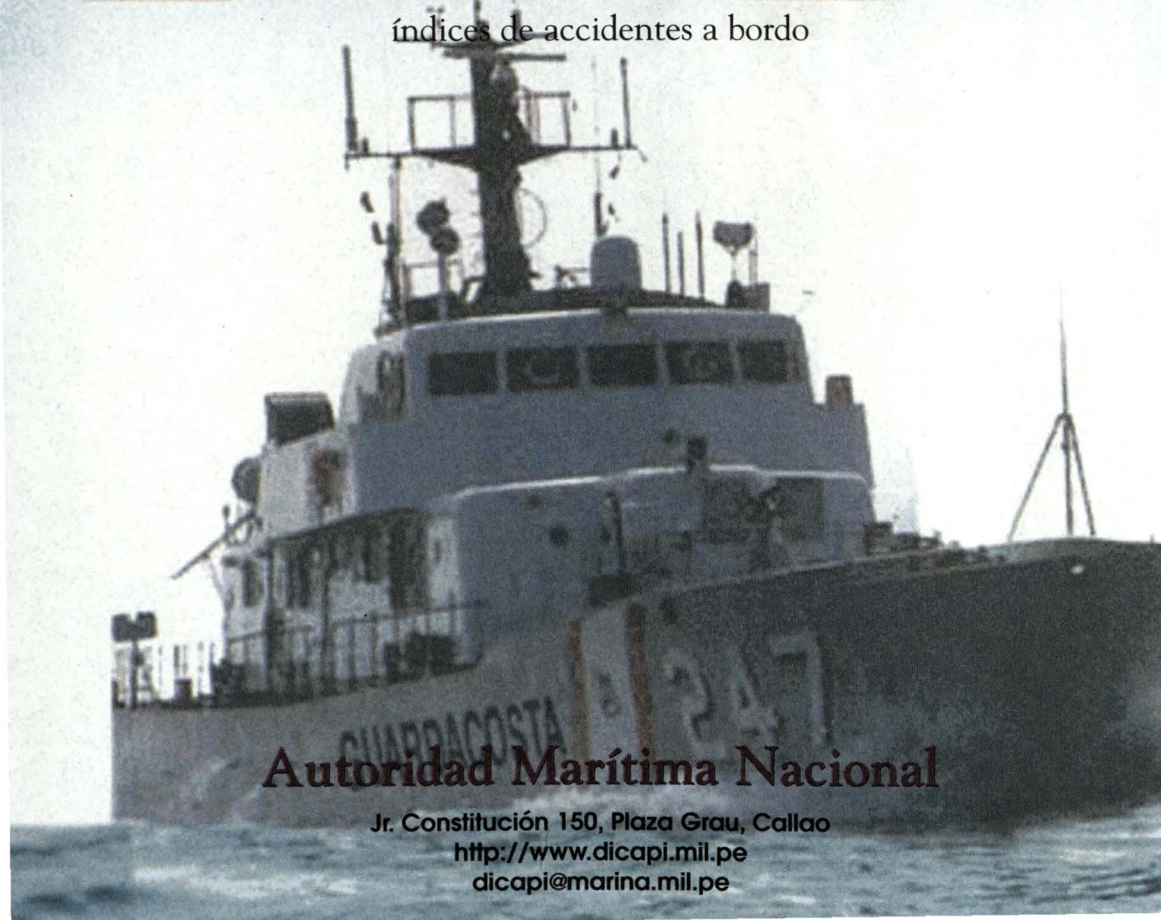
Av. Central 643 · Pisos 7-8 · LIMA 27.
Central telefónica: 421-5800 · Fax: 421-6852 442-5136
e-mail: cnp@cnpsa.com

Dirección General de Capitanías y Guardacostas



Velando por la seguridad de la vida humana

En nuestros 3080 Km. de faja costera, 70 islas, 8,500 Km. de ríos navegables, 3,961 de frontera fluvial y en el lago Titicaca, trabajamos día a día a través de nuestros Centros Coordinadores, la Flota de Unidades Patrulleras y Aéreas en misiones de salvaguarda de la seguridad de la vida humana y de lucha contra la contaminación. Un contingente de hombres altamente capacitados y entrenados, se mantienen en permanente alerta para acudir a la zona del siniestro. Aún así es importante respetar las medidas de seguridad impuestas por la Autoridad Marítima, de esta manera contribuiremos a reducir los índices de accidentes a bordo



Autoridad Marítima Nacional

Jr. Constitución 150, Plaza Grau, Callao
http://www.dicapi.mil.pe
dicapi@marina.mil.pe