

PROYECTO DE UN TORPEDERO SUBMARINO ACCIONADO POR ELECTRICIDAD DEL TENIENTE CORONEL DE ARTILLERÍA DON ISIDORO DE CABANYES I D'OLZINELLES

Augusto CONTE DE LOS RÍOS



Introducción



ESTE artículo pretende recuperar la memoria histórica de un científico y militar español que a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX y primera del XX empujó su esfuerzo en el desarrollo de la electricidad. En él se describe el proyecto del submarino que don Isidoro Cabanyes i D'Olzinelles realizó junto a don Miguel Bonet en abril de 1885 (1) (ver figura 1).

Mucho se ha escrito sobre quién fue el «inventor» del submarino y no trato de resolverlo en este artículo, pero sí quiero señalar que España contribuyó notablemente al nacimiento de la navegación submarina. Si Cabanyes o Peral hubiesen contado con el apoyo suficiente, hoy en día no habría dudas sobre esta cuestión, pero les faltó el apoyo económico que otros sí recibieron. John P. Holland presentó seis proyectos hasta conseguir que la US Navy aceptara uno. Comparando proyectos de la misma época, vemos el adelanto que Cabanyes y Peral tenían frente a sus competidores.

(1) CABANYES, Isidoro: *Proyecto de un torpedero submarino accionado por la electricidad*. Madrid, Imprenta del Cuerpo de Artillería, 1888. Un resumen de esta memoria fue publicado el 10 de marzo de 1889 en *Anales de la Construcción y de la Industria*, y posteriormente en el *Memorial de Artillería*.

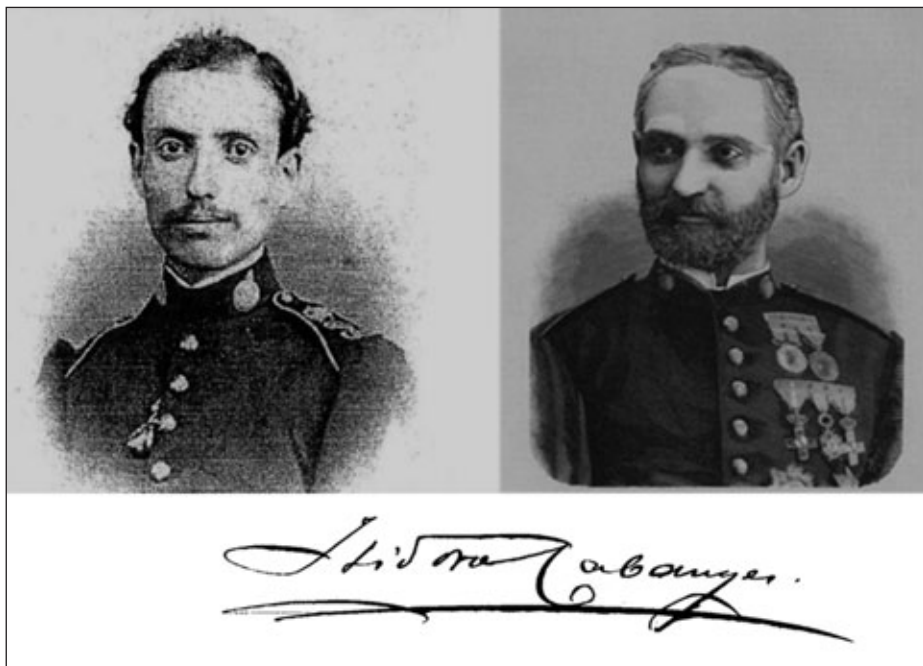


Figura 1. Isidoro de Cabanyes i D'Olzinelles y Bonet?

Francamente opino que los grandes culpables de este fracaso fueron la dejadez de nuestros políticos y la falta de visión de los jefes de la Armada.

Patentes de Isidoro de Cabanyes

Una de las cosas que caracterizó a Cabanyes fue su interés por la electricidad; una muestra de ello es el número de patentes que presentó sobre el asunto, algo que compartió con Peral. Cabanyes, antes que artillero, fue un notable científico, impulsor de la energía eléctrica y de las conocidas hoy en día como energías renovables. Un ejemplo es la patente núm. 30332 que presentó en 1902 para un motor solar, por lo que puede ser definido acertadamente como el primer científico que patentó un motor solar. Es sin duda uno de los máximos exponentes del siglo XIX en las ciencias españolas.

Existen en España diez registros de patentes bajo su nombre realizadas todas ellas entre 1880 y 1913. Muchas se refieren a inventos vinculados a la electricidad, como, por ejemplo, la referida al acumulador eléctrico de energía potencial química (patente n.º 3.536 con fecha de 04/08/1883).

PATENTE	TÍTULO	SOLICITUD
847	Un aparato denominado «fotógeno», generador instantáneo de gas empleable en la iluminación, calefacción y demás aplicaciones que puedan tener lugar.	16/03/1880
877	Un generador de gas llamado «fotógeno».	06/04/1880
1.966	Aparato generador de gas aplicable al alumbrado, calefacción y fuerza motriz, denominado el «fotógeno».	12/10/1881
3.536	Un acumulador de energía potencial química	04/08/1883
11.414	Una pila eléctrica primaria para la producción del alumbrado	07/11/1890
25.643	Un nuevo combustible producto de la combinación por destilación de los carbones de piedra y vegetal reunidos en convenientes proporciones.	14/03/1900
30.332	Un aparato motor solar.	05/09/1902
37.137	Un motor aéreo-solar.	14/11/1905
38.695	Un motor aéreo-solar.	12/07/1906
54.715	Un motor eléctrico magnético fundado en la acción repulsiva de los polos del mismo nombre de los electroimanes.	20/01/1913

Descripción del proyecto del submarino torpedero

Forma y casco

El proyecto presenta la misma forma que el buque de Peral, cuerpo cilíndrico de sección circular terminado por dos cabezas ojivales que le confería la silueta de un cigarro puro. Esta forma era la misma que la presentada por otros proyectistas de la época, como Laubeuf, Zédé, Holland, Garret (Nordenfelt), Goubet, Drzewiecki o Bourgeois (2).

(2) BURGOYNE, Alan H.: *Submarine Navigation: Past and Present*. New York. E. P. Dutton & Co., 1903.

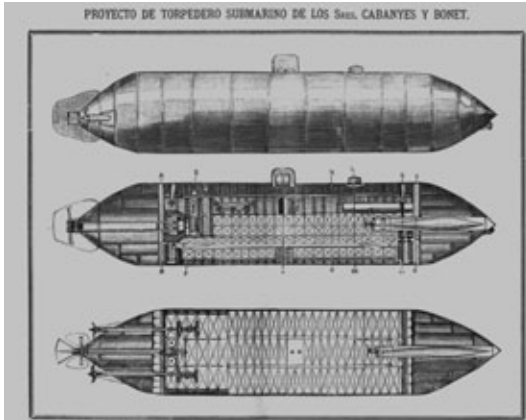


Figura 2. Proyecto de torpedero submarino de Caban-yes y Bonet.

El casco debía poseer un mínimo diámetro o altura que permitiera a su dotación poder permanecer en posición erguida, sumando a esta altura el espacio suficiente para fijar los elementos pesados en la parte baja del submarino. Los cálculos que hizo fijaron el diámetro en 2,30 metros y la eslora en unos quince metros, resultando un submarino con un desplazamiento de 40,716 toneladas (ver figura 2).

El diseño era muy parecido al del submarino francés iniciado por Dupuy de Lôme y continuado a su muerte por M. Gustave Zédé, siendo dirigida la construcción por M. Romazotti con el apoyo de Krebs. El *Gymnote* contaba con diecisiete metros de longitud y 1,80 metros de diámetro con un tonelaje de 30 toneladas.

El diseño era muy parecido al del submarino francés iniciado por Dupuy de Lôme

La cota estándar de utilización del submarino era de cuatro metros, siendo la máxima operativa calculada de cincuenta. Para aguantar esta presión se calculó que la plancha a utilizar en la construcción del barco fuese de 7,6 milímetros de grosor, mientras la usada en el *Gymnote* era de seis milímetros (3).

Tanques de lastre y compensadores

Para la maniobra de inmersión, determinó la necesidad de contar con unos tanques de lastre interiores que permitiesen realizar la maniobra con seguridad y de forma sencilla. El submarino estaba diseñado para navegar como los torpedos, a ras de agua, con una pequeña reserva de flotabilidad que sería vencida llenando de agua los mencionados tanques de lastre.

Una vez realizada la inmersión, los movimientos de cota se realizarían con los timones de «profundidad», gracias a la velocidad del submarino, procedimiento que se utiliza hoy en día. En caso de realizarla de forma estática, sin velocidad, se usarían los *compensadores* que veremos en el siguiente apartado.

(3) *Memorandum of Information, Office of Naval Intelligence*. Graf Collection, Paterson Museum. *The hull of the ship is of steel, 6 millimeters (about 1/4 inch) thick in the middle, and 4 millimeters (about 1/6 inch) at the extremities.*

En cuanto a la disposición de estos tanques de lastre, estableció una configuración muy parecida a la actual, una pareja de tanques centrales para la inmersión y otra pareja en los extremos para la corrección de la horizontalidad del submarino; los primeros son conocidos hoy en día como *regulaciones* y los segundos como *nivelaciones*.

Los tanques centrales o *regulaciones* estaban situados en la parte inferior del buque, aprovechando el espacio que dejaban los acumuladores eléctricos, siendo aquellos los primeros que se debían llenar para realizar la maniobra de inmersión. Los tanques de los extremos o *nivelaciones* aprovechaban el espacio existente en las ojivas y eran utilizados para corregir la horizontabilidad.

Los tanques iban presurizados con aire para su vaciado, los centrales irían con baja presión y sólo se podrían vaciar una vez estuviéramos próximos a superficie. Los de los extremos irían con aire de alta, siendo resistente hasta 50 metros. Las botellas de aire comprimido irían dispuestas junto a las «nive-laciones» en las ojivas.

Control de cota

El control fino de la cota se llevaría a cabo mediante una red de manómetros interiores para saber la profundidad a la que nos encontrábamos y mediante un sistema que denominaba *compensadores*. Estos eran dos bombas cilíndricas de émbolo encargadas de realizar el ajuste fino. Se puede ver la disposición de las bombas manuales en la figura 3, números 3, 4, 5 y 6.

Estas bombas permitirían desalojar unos 13,72 litros por embolada y su funcionamiento sería manual, estando previsto su uso hasta la máxima cota operativa de cincuenta metros. Hoy en día, utilizamos el mismo procedimiento, pero usando para ello una bomba eléctrica que suele ir también duplicada.

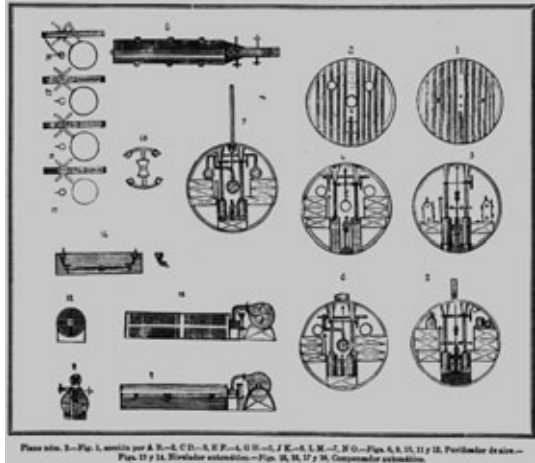


Figura 3. Auxiliares del submarino de Cabanyes y Bonet.

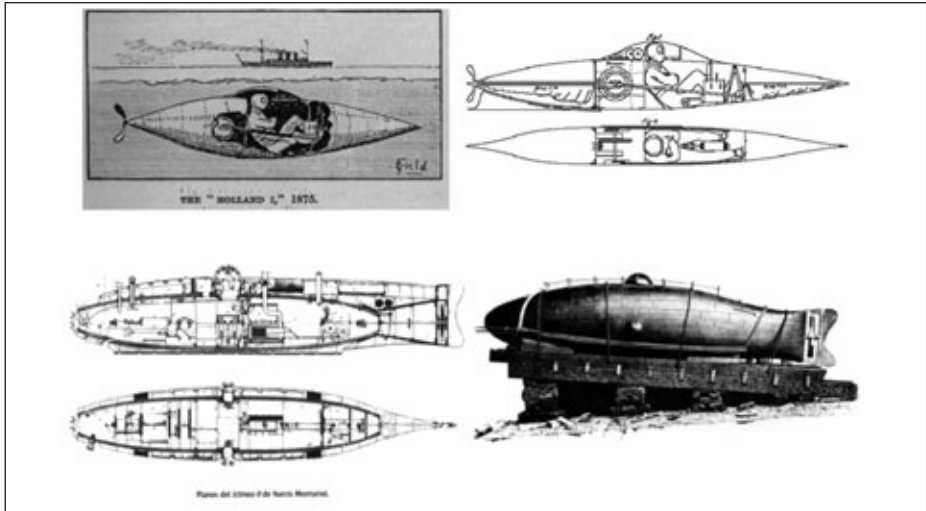


Figura 4. Submarinos con propulsión «muscular humana», Holland y Monturiol.

Plomos de seguridad

Dada la experiencia de submarinos fallidos que hubo en la época, Cabanyes determinó que el suyo contara con un depósito de lastre de plomo de seguridad consistente en dos planchas de 64 x 22 x 2 centímetros dispuestas en la parte baja con un husillo que las liberaba y que podía ser movido desde el interior, lo que permitía aligerar rápidamente el barco en caso de una avería o una inmersión descontrolada.

Este sistema también está presente en nuestros submarinos clase *Galerna*. La última vez que se ha utilizado este sistema fue en la salida por emergencia a superficie que realizó el submarino *Tramontana* el jueves 11 de diciembre de 2008, cuando sufrió una vía de agua a trescientos metros de profundidad, reacción que permitió salir airoso al submarino de una situación tan comprometida.

Timones

Los cambios de cota, como he mencionado anteriormente, no se realizaban con los lastres; para ello contaba con dos clases de timones, uno en el eje vertical para dar al buque la dirección o rumbo conveniente, y otro horizontal para dar la inclinación correspondiente que permitiera sumergir al submarino a mayor o menor profundidad.

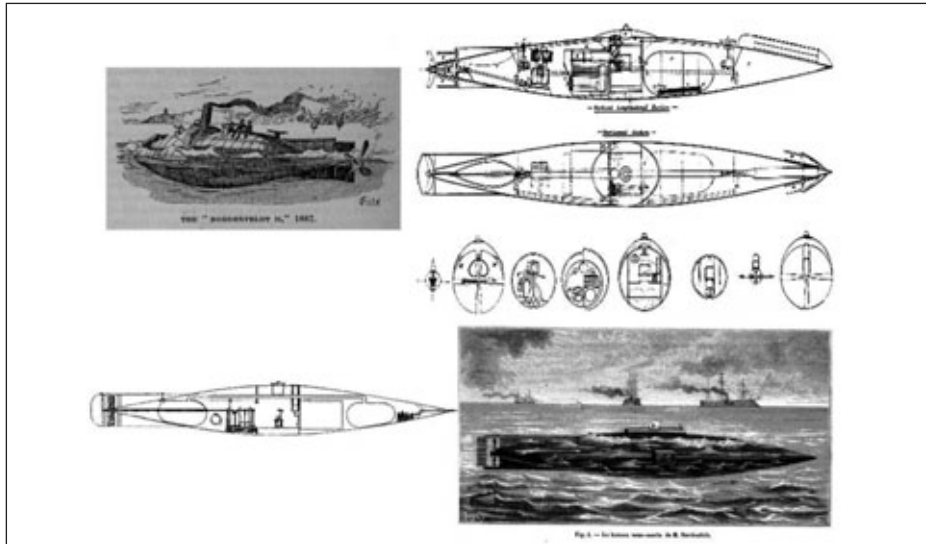


Figura 5. Submarinos Nordenfelt de propulsión a vapor.

Para el timón horizontal o de *profundidad* calculó que con una superficie de 0,25 metros cuadrados era suficiente; se maniobraría por medio de un sector dentado, con una caña, una barra y un tornillo sin fin, lo que permitía utilizarlo desde el interior del submarino.

Concibió también un mecanismo automático, denominado *nivelador automático*, que constaba de dos partes principales: el nivelador propiamente dicho y el timonel eléctrico, compuesto por cuatro solenoides que permitían de forma automática controlar la horizontabilidad del submarino (ver figura 3, números 13 y 14 nivelador automático).

Propulsión

La principal dificultad de la época en la navegación submarina era cómo propulsar al submarino, propulsión que tenía que ser independiente del aire. Como indicaba Cabanyes en su memoria, hasta ese momento sólo se habían barajado dos opciones, el «músculo humano» y el aire comprimido. Del primero mencionaba los proyectos de Fulton y Monturiol; del segundo, el proyecto francés del almirante Bourgeois, el *Plongeur*. Posteriormente fueron desarrollados otros proyectos que utilizaban vapor de agua almacenado en unos recipientes a presión, proyectos que realizó Nordenfelt junto a Garret para las marinas de Grecia, Turquía y Rusia.

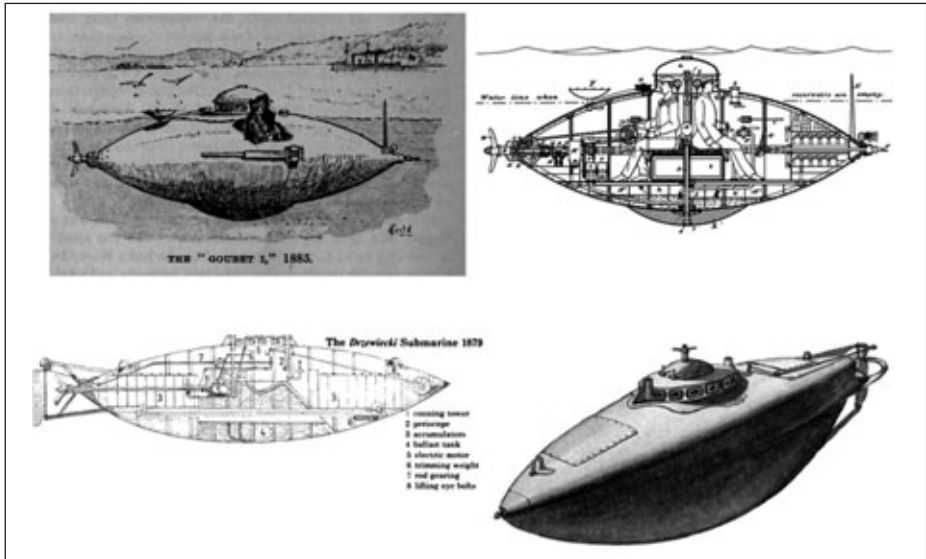


Figura 6. Primeros submarinos con propulsión eléctrica, el Goubet y el Drzewiecki.

Adelantó en su proyecto la solución que se emplea actualmente, las denominadas por él *pilas secundarias*, conocidas como acumuladores eléctricos. Hoy día no se concibe un submarino convencional sin sus correspondientes acumuladores eléctricos. Esta solución fue la usada también por Peral (4) y posteriormente por John P. Holland (5), conocido en el mundo anglosajón como el inventor del submarino.

Otros proyectos contemporáneos al de Cabanyes que utilizaron la electricidad fueron el del francés Claude Goubet y el cuarto modelo que proyectó el polaco Stefan Drzewiecki (6) para Rusia; aunque estos eran de un tamaño muy pequeño y parecían más un bote que un submarino (ver figura 6). Actualmente, Francia proclama a Dupuy de Lôme junto a Gustave Zédé, como los primeros en usar la energía eléctrica para la propulsión en un submarino; sin

(4) ECHEGARAY, José: *Examen de varios submarinos comparados con el Peral*. Imprenta de José M. Ducazcal, 1891.

(5) Los primeros diseños de John P. Holland (*Holland I*, *Fenian Ram* y *Zalinski*) usaban la propulsión humana y el aire comprimido, no es hasta 1888 cuando presenta el primer proyecto con acumuladores eléctricos, el *Holland V (Plunger)*. Este submarino fue rechazado por la US Navy y no es hasta el 11 de abril de 1900 cuando consigue la aceptación de su *Holland VI (SS-1)*.

(6) BURGOYNE, Alan H.: *Submarine Navigation: Past and Present*. New York. E. P. Dutton & Co., 1903, p. 99.

meternos a hacer ninguna valoración, el proyecto de Cabanyes vio la luz pública antes de que se realizaran las pruebas del *Gymnote* (7).

El «español» usaba 160 acumuladores eléctricos, conocidos como pilas secundarias, que permitían su carga una vez descargadas por un motor o generador; el «francés» utilizaba pilas primarias, donde las planchas químicas se tenían que sustituir por unas nuevas planchas, lo que no era muy práctico. El *Gymnote* sí era eléctrico, pero el primero en usar el sistema que utilizamos hoy fue Cabanyes (8).

Como he mencionado en el apartado de patentes, cabe destacar la que presentó el 4 de agosto de en 1883 para un *acumulador de energía potencial química a láminas de carbón aglomerado*, que consistía en unas placas de carbón inmersas en agua acidulada (ver figura 7).

Además de los 160 acumuladores, contaba el proyecto con dos motores dinamos propulsores unidos directamente por un eje a sendas hélices, lo que eliminaba pérdidas y confería al proyecto mayor maniobrabilidad y seguridad que el de Peral.

Para el cálculo de velocidades se servía de los cálculos que había determinado en la época Le Dieu y que nos daban los siguientes valores:

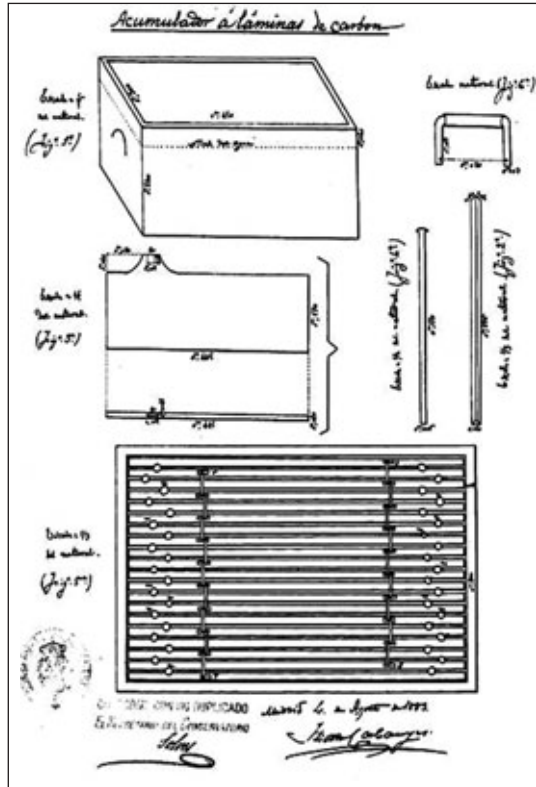


Figura 7. Acumulador del submarino de Cavanyes y Bonet.

(7) FIELD, Cyril: *The Story Of The Submarine*. London. Sampson Low, Marston & Co., 1908.

(8) *Memorandum of Information*. Office of Naval Intelligence, Graf Collection, Paterson Museum: In 1891: *The original battery was replaced by a battery of the Laurent-Cely model*.

Velocidades en nudo	Trabajo en kilogramos por segundo	Trabajo en caballos	Tiempo de marcha		Distancia recorrida en km
			Horas	Minutos	
2	22,25	0,3	517	“	1.913
3	76,12	1,01	153	24	851
4	180,44	2,40	64	35	478
5	352,43	4,70	33	“	305
6	608,80	8,12	19	“	2

Purificación de aire

Otro problema que nos encontrábamos en la navegación submarina era el aire que tenía que respirar la dotación. Aquí Cabanyes barajaba tres soluciones: la primera su renovación por medio de los depósitos de aire comprimido que iban en las ojivas y con un regulador de presión hacia el mar. La segunda era la eliminación del «ácido carbónico», usando el mismo sistema que utilizamos hoy en día; un purificador haría circular el aire a través de un tubo lleno de sosa cáustica. En los submarinos convencionales se utiliza un sistema muy parecido que se denomina ventilador de Bakal. La tercera es el antecedente del *snorkel*: una válvula iría situada en la parte central y se abriría por la acción del agua del mar sobre un flotador que la accionaba, permitiendo renovar el aire interior.

Periscopio

Al objeto de poder observar desde dentro los alrededores del buque, contaba con un capacete cilíndrico situado en la misma escotilla de entrada al buque, cubierto por pequeñas claraboyas que iban cerradas con fuertes cristales.

También tenía un *anteojo explorador*, conocido hoy en día como periscopio, compuesto por un tubo vertical que, saliendo fuera del buque mediante una caja de estopas y dotado de prismas convenientemente dispuestos, permitiera reconocer el horizonte hasta un radio de algunas millas (ver figura 3, número 7).

Sobre el periscopio también tenemos controversia, una vez más con los franceses y su *Gymnote*. El proyecto francés inicial no contaba con este artillugio; cabe reseñar que el periscopio de Krebs se instala en el *Gymnote* en julio 1891. Por parte norteamericana, podemos observar el «retoque» que sufrió el

dibujo original del *Holland I*, donde se le incorpora un periscopio. En una litografía publicada en la época por Francis Barber no aparece, ni tampoco en el libro de Cyril Field sobre submarinos publicado en 1908 (ver figura 8).

La solución que usaban entonces y que podemos ver en el *Peral* es la de una torre óptica fija con un aparato de puntería. Esta misma torre la podemos ver en el diseño de 1879 de Drzewiecki, diseño que se repite en el *Holland IV*, en el *Goubet I* y en todos los *Nordenfolt*.

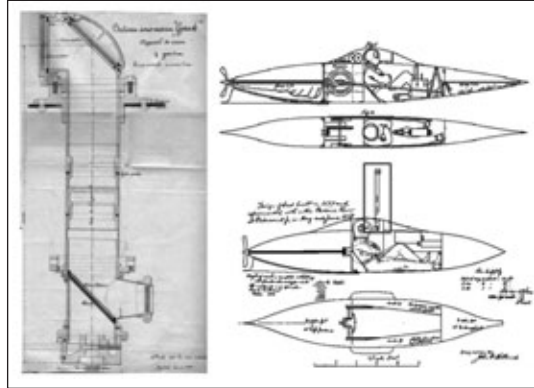


Figura 8. Periscopio del *Gymnote* y retoque del *Holland I*.

Armamento

Es sabido por todos que el desarrollo de los submarinos es parejo al de los torpedos, y que el primero se adapta como arma a los torpedos. Se dispusieron en la parte de proa tres tubos lanzatorpedos que podían lanzar sucesivamente otros tantos torpedos, no estando prevista su recarga, así como tampoco se pensó en ningún sistema de compensación, considerando el desplazamiento del torpedo el mismo que el del agua que vendría a ocupar su sitio dentro del tubo. Se pudo comprobar que esto era bastante peligroso con el *Nordenfolt II* (9).

Conclusiones

Considero que el proyecto de submarino elaborado por Cabanyes y Bonet era ambicioso y con muchos adelantos. Si partimos de diseños parecidos de la época, observamos el amplio detalle y lo correcto de sus cálculos. Quién sabe... si en España hubieran estado apoyados nuestros científicos como

(9) BREVET y FIELD: *The Story of the Submarine: from the Earliest Ages to the Present Day*. Royal Marine Light Infantry, J. B. Lippencott Company, Philadelphia, 1905, pp. 126-130: «La primera vez que el *Nordenfolt II* (Abdülhamid) probó su torpedos fue también la última. La proa se aligeró peligrosamente con la salida del torpedo Whitehead, provocando que la popa se fuera peligrosamente hacia abajo y se hundiera peligrosamente el submarino».

Holland en Estados Unidos, qué hubiera pasado con nuestras provincias de ultramar. Ya lo decía el almirante George Dewey: «Si los españoles hubieran tenido tan solo dos de estos submarinos en Manila, no habría podido capturar y mantener la ciudad».

Aunque al comienzo mencioné que no trataba de resolver la controversia sobre el inventor del submarino, sí puedo decir que la contribución española fue al menos notable. Cabanyes puede decirse que fue el primero en asociar el periscopio como elemento óptico de un submarino y dio con la solución del problema de la propulsión en la navegación submarina. El mérito del primer submarino «operativo», estable y con posibilidad de lanzar los torpedos por encima y por debajo del agua, lo tiene Peral (10).

Otros inventos menores, como el purificador o los plomos de seguridad, han seguido vigentes hasta nuestros días. El control de la cota sigue haciéndose con los timones, y el sistema de soplado de los lastres seguimos realizándolo con aire comprimido.

No hay duda de que la razón a que aludieron las autoridades de la época para no facilitar su apoyo no tiene ningún peso. Tras recibir numerosos plácemes y felicitaciones de las autoridades, debieron renunciar a su proyecto por la curiosa razón de que el mismo había sido realizado por personas «que no tenían un conocimiento preciso y exhaustivo de la ciencia naval».

Mucho podría haber cambiado la historia si Peral y Cabanyes hubiesen aunado esfuerzos con el apoyo correspondiente, pudiendo haberla continuado otros personajes, como Lorenzo d'Equivilley Montjustin (11). Ahora, en vez de hablar de Holland y la Electric Boat Co., se hablaría de Peral-Cabanyes y la Compañía Eléctrica de Submarinos, S. L.

Finalmente quiero manifestar mi agradecimiento tanto al catedrático de la UPM don Jesús Sánchez Miñana como al profesor de la UPCT y doctor ingeniero don Luis López Palancar por toda la información facilitada sobre Cabanyes para realizar este artículo.



(10) PÉREZ DE PUIG, Erna: *Isaac Peral, su obra y su tiempo*. Madrid, 1989.

(11) Lorenzo d'Equivilley Montjustin está considerado como el responsable del primer submarino que tuvo la Kriegsmarine de Dönitz.