

mente aprobadas por varios puntos de la línea desplegará en la construcción de los 12½ kilómetros de que nos hemos ocupado la actividad con que procura acelerar la ejecución de los 32 que comprende la sección de Tar-rasa á Manresa, pudiendo en aquella línea mucho mas estensa desarrollar mejor los recursos de que dispone. Perfeccionado este proyecto con la autorización concedida por el Gobierno para forzar las pendientes en algunos trechos cortos, á fin de mejorar las condiciones generales del trazado y de la explotación; y ejecutadas las obras con el acierto y solidez que garantizan los conocimientos del Ingeniero que las dirige, se fomentará notablemente la riqueza y bien estar del país, facilitando y activando sus relaciones mercantiles, al paso que la Empresa verá realizados sus cálculos con los pingües productos de la explotación de esta primera mitad de la línea de Barcelona á Zaragoza. Esta parte de la gran vía ferrea de Madrid á Barcelona enlaza á esta capital y á Lérida poblaciones tan importantes por su industria y por su comercio como Sabadell, Tar-rasa y Manresa notable bajo los mismos puntos de vista que las dos localidades espresadas, como centro de una rica comarca, y como punto de confluencia del movimiento del valle superior del Llobregat, y de la cuenca del Cardener su afluente, en las márgenes de cuyos rios se encuentran multitud de establecimientos industriales; por último este ferro-carril atraviesa el llano de Urgel y pasando por sus pueblos mas importantes, facilitará su comercio y contribuirá eficazmente al desarrollo de la riqueza del país que tanto ha de fomentar el gran canal de riego que se halla en construcción y que sin duda es la mejora mas importante de que es susceptible la provincia de Lérida. La construcción del ferro-carril de Barcelona á Lérida es pues una necesidad de estas dos provincias, un medio de multiplicar su riqueza, una especulación ventajosa para la Empresa que lo tiene á su cargo, y una base sólida para emprender la ejecución del resto de la línea desde Lérida á Zaragoza.

V. MARTI.

EL NAUTILLO.

(Conclusion.)

Al describir la manera de obrar del Nautillo, se presentan dos clases distintas de funciones que deben tenerse en cuenta separadamente y son: 1.º las que se verifican sobre la superficie del agua, en la barca que contiene la máquina de vapor, la bomba para condensar aire y el depósito de este condensado; 2.º las que conciernen á la maniobra del Nautillo bajo el agua en las diferentes operaciones submarinas á que se aplica, y al modo de proveer á la seguridad y comodidad de los buzos.

Indudablemente, el primer requisito de un aparato de la clase del que nos ocupa, es la manera de conservar un repuesto constante de aire no viciado, con destino á la renovación del que respiran los trabajadores bajo el agua. El mecanismo aquí empleado con tal objeto se representa en la figura 1 y consiste en una máquina de vapor horizontal de alta presión y de unos seis caballos de fuerza, que dá movimiento á una bomba de condensar aire, por medio de la unión de las varillas de los respectivos émbolos del cilindro de vapor y del de la bomba de aire. *A* es el cilindro de vapor cuyo émbolo *B* corre unido por la varilla *BC* con el émbolo *C* del cilindro *D*, de la bomba de condensar aire. Este cilindro *D* abierto por ambos extremos, va encerrado en una cámara de dos compartimentos *FF*, que se conserva constantemente llena de agua hasta el nivel *E*, de modo que cada vez que el émbolo recorre su carrera, uno ú otro de los dos compartimentos *FF* alternativamente se llena de agua hasta el nivel de la válvula de educación *I*. Esta disposición tiene por objeto formar vacío entre el émbolo *C* y las válvulas *I*, porque si al llegar el émbolo á uno de los extremos de su carrera quedase aire en el compartimento correspondiente *F*, este aire al continuar su marcha el émbolo volvería á tomar su volumen primitivo impidiendo así la entrada de una nueva cantidad de aire por las válvulas *HH* que se abren hácia adentro. También se ve, que de no llegar el agua en los movimientos alternados del piston á la entrada de las válvulas *II*, obtenida ya una presión alta en el depósito, sería imposible comprimir el aire de los compartimentos *FF* hasta el punto de que pudiese levantar las válvulas *II* y entrar en el depósito. Cuando actúa la bomba, el agua contenida en los dos compartimentos *FF*

separados por el tabique *E* sube y baja alternativamente á cada cambio en el movimiento del émbolo chocando con la superficie inferior de las válvulas *II* y se introduce en parte inevitablemente con el aire condensado en el depósito. Esta pérdida se repone por medio de los pequeños tubos de abastecimiento *MM* que comunicando con un depósito de agua superior al nivel de la bomba y conduciéndola por las válvulas *HH* á los compartimentos *FF*, permiten mantener constante el nivel de aquella en estos.

Cada vez que el émbolo *C* recorre su carrera, cierto volumen de aire penetra en el compartimento respectivo por medio de la válvula de induccion *H* correspondiente. Este volumen de aire al cambiar de movimiento el émbolo se ve obligado á penetrar en el depósito de aire condensado levantando la válvula *I*.

Sabido es que la temperatura de los gases se eleva proporcionalmente al aumento de presion que sobre ellos se ejerce; por tanto, á menos que no se dispusiera algun medio de efectuar el enfriamiento del aire á medida que se le comprime, la bomba de aire tendria que vencer la presion aumentada debida á la temperatura del aire condensado en el depósito. El modo de enfriar el aire á medida que la bomba va condensándole se debe á Mr. Williamson, Ingeniero á cuyo cargo han estado los principales detalles del Nautilo.

La cubierta de las válvulas *II* es doble y lleva unos tubos delgados de bronce *GG* por los que circula una corriente de agua cuando actúa la bomba. Esta corriente absorbe el calor que radia el aire condensado, prestándose despues con ventaja al abastecimiento de la caldera.

La figura 2 presenta un corte transversal de la cámara *FF* en el que aparecen los tubos *GG* y la doble cubierta *K* que hemos citado.

En la fig. 4 aparece el tubo flexible *S* arrollado á un tambor que comunica con el depósito *R* por medio de un tubo que pasa por el eje del mismo.

Este tubo flexible, del cual depende casi por completo la seguridad de todo el aparato, está construido con gran esmero. Forma su superficie interior una hélice de alambre grueso á la que se ciñe siguiendo la misma curva, á tapa junta y alternativamente en distinto sentido, cierto número de tiras de lona recubiertas á su vez por una camisa gruesa de goma elástica vulcanizada que hace impermeable al tubo. Si este está bien ejecutado puede someterse sin riesgo alguno á

una presion interior de 15 kilogramos por centímetro cuadrado.

El depósito de aire condensado *R* tiene la forma de una caldera de vapor cilíndrica terminada por dos semi-esferas. Lleva un manómetro de mercurio que indica la cantidad de aire encerrado y puede resistir á una presion interior de 15 kilogramos por centímetro cuadrado.

La caldera de vapor ancha á la máquina es una caldera multitubular de unos seis caballos de fuerza.

No es necesario tener la máquina actuando constantemente aun cuando el Nautilo con su dotacion completa esté debajo del agua. El fuego se mantiene lento en el hogar, y cuando el maquinista ve que el vapor ha llegado á la presion máxima, pone en movimiento la máquina hasta gastar el exceso de vapor. De esta manera se conserva en el depósito una presion media constante de 76 centímetros de mercurio. Para dar una idea de como el depósito conserva y dispone del repuesto de aire para los buzos, citáremos un hecho. En cierta ocasion, indicando el manómetro la presion de 71 centímetros de mercurio, el buzo con dos ayudantes descendió á 6 metros debajo del agua y al cabo de cerca de seis horas de trabajo la presion se habia reducido tan solo á 65 centímetros, y esto sin que la bomba hubiese tenido que actuar. De este modo la máquina de vapor y el aparato condensador pueden servir á la vez á varios aparatos sumergidos, no solo por lo que toca al aire para la respiracion, sino también por el que se necesita para elevar pesos ó para perforar un barreno.

Descrita ya la parte del Nautilo que ha de situarse encima del agua, pasamos á la destinada á operar debajo. Hemos dicho que cuando el Nautilo no está en servicio, flota conservando la meseta y la escotilla superior fuera del agua y su movimiento no exige mas precauciones que el de una pontona comun. La fig. 5 presenta el exterior del aparato, la posicion de la meseta *EE*, la escotilla superior *G* y la distribucion de las ventanas circulares de vidrio en el techo y costados. Las cuerdas *C* que sirven para fijar la posicion del aparato pasan mediante las poleas *A*, por la parte inferior de los tubos *B* en que están colocadas y penetran en la campana terminando en unos pequeños cabrestantes movidos por los mismos buzos. Los orificios rectangulares *D* situados en el borde inferior de los costados son las bocas de las canales por donde se

dá salida al exceso de aire del interior de la campana. Mas adelante describirémos la disposicion especial de estas canales.

La figura 6 representa la seccion vertical del aparato dada por un plano que pasa al traves de las cámaras de aire, normal á sus costados.

La figura 7 representa otra seccion vertical del aparato dada por un plano paralelo á las cámaras de aire. En ella la cámara intermedia ó de trabajo ocupa todo el ancho de la campana. El tubo flexible de que hemos hecho mencion viene á la parte superior del aparato; pasa por el embudo *A* situado en la meseta y queda unido por medio de una doble-tuerca al tubo *B*, colocado bajo la cubierta. Tiene el embudo por objeto evitar las degradaciones que pudiera sufrir en la union el tubo flexible, ya por los movimientos del Nautilo, ya por la accion de las mareas ó de las corrientes. El tubo *B* comunica con otro que se ramifica en tres, cada uno de los cuales tiene su llave como se ve en *T* figura 6. Una de estas llaves abre paso á la cámara de trabajo y regula el repuesto de aire necesario para la respiracion. Las otras dos, establecen la comunicacion, una por medio del tubo *E*, con el cilindro *F* de una máquina de aire que da movimiento á la barrena *L*, y la otra con el tubo *CC* que abastece las cámaras de aire por medio de las que se dispone á voluntad de la flotacion del Nautilo. El tubo con llave *X* descarga á traves de la cubierta el aire de las cámaras de costado.

Q, fig. 6 es un tubo ramificado, con llave, que comunica con el agua exterior por medio de un orificio practicado en el costado del aparato en *Q*, y con el interior de las cámaras de aire *WW* por los tubos *RR*. Para que el agua entre en la cámara *W* se abren simultáneamente las llaves *X*, de aire, y *Q* de agua. Por este medio, al tiempo que la presion hidráulica debida á la profundidad á que se encuentra el aparato ocasiona la entrada del agua en *W* por *QR*, el aire desplazado de la misma cámara sale por *X*.

En el suelo de la campana hay una escotilla *Z* fig. 6 que tiene que cerrarse herméticamente cuando ha de abrirse la escotilla superior *H*.

Todo el casco del Nautilo es de palastro de la mejor calidad, menos el fondo que está formado de una placa de hierro fundido. Como adiccion al peso de esta placa lleva el aparato cierta cantidad de plomo por via de lastre. Cerrada la escotilla *Z* y desalojada el agua de las cámaras de aire *W. W*, la máquina flota sobre la superficie teniendo á ni-

vel de esta la hilera de remaches que unen la cubierta esférica con los costados. Para que el buzo pueda darse cuenta de la flotacion del aparato por lo que toca á la influencia de las cámaras de aire *WW*, hay un tubo de vidrio en comunicacion con la parte superior y con la inferior de la cámara. En este tubo se marca la altura del agua en la cámara. Hay ademas 3 indicadores de mercurio 1. 2. 3. cerca del tubo *PP*. El 1 comunica con las cámaras de aire *WW* y marca lo que el tubo *PP*, reemplazando á este en caso de accidente. El 2. señala la presion del aire en la cámara de trabajo y el 3 da la presion exterior, es decir la debida á la columna de agua á la profundidad á que se esté.

Cuando ha de sumergirse el Nautilo, se cierra la escotilla *H* por medio de las tuercas que llevan consigo las barras de sujecion de la pieza que cubre á aquella. Para que se cierre herméticamente, entre los bordes de la escotilla y de su tapadera, se coloca un anillo de goma elástica vulcanizada, evitandose asi todo deterioro al abrir y cerrar. Del mismo modo se cierra y abre la escotilla inferior.

Si se trata de sumergir el aparato, una vez cerrada la comunicacion con el aire exterior, se abren al mismo tiempo ó inmediatamente una despues de la otra, las llaves *X* y *Q*; la abertura en *X* permite salir al aire contenido en las que pueden llamarse cámaras de flotacion *WW*; la *Q* da entrada al agua en las mismas cámaras por *QR*, y el peso del agua determina la inmersion de la máquina. El buzo, fija la vista en las ventanas de la cubierta cierra las llaves *X* y *Q* en cuanto ve sumergida la última de aquellas y observa la altura del mercurio en el indicador 3 que le marca el peso de la columna de agua correspondiente á la profundidad á que ha descendido el aparato.

El indicador 2 da la presion del aire en la cámara de trabajo y la diferencia de altura de las columnas de mercurio en este y en aquel, indican por tanto la diferencia entre las presiones exterior é interior. Al principiar el descenso, cerrada la escotilla superior, el aire en la cámara de trabajo estará á la misma presion que el de la atmósfera. Pero continuando el descenso, la presion exterior y por consecuencia el mercurio en el indicador 3 irán elevándose proporcionalmente. Cuando el Nautilo llegue al fondo lo que se conoce por un ligero sacudimiento y porque el mercurio del indicador 3 deja de subir, lo primero que tiene que hacer el buzo es igualar la presion interior con la exterior á fin de poder abrir la escotilla *Z* que le pone en

comunicacion con el fondo. Esto lo consigue abriendo la llave de aire *T* que da paso á la cámara de trabajo al comprimido del depósito exterior por medio del tubo flexible. El depósito está situado en una pontona. A medida que el aire comprimido va entrando en la cámara sube el mercurio en el indicador 2. Cuando llega al nivel del 3 se cierra la llave *T*. Igualadas las alturas del mercurio en los indicadores 2 y 3 sabe el buzo que puede abrir la escotilla inferior sin riesgo de que penetre el agua; antes de hacerlo sin embargo, asegura la estabilidad de su máquina dando entrada á mas agua en las cámaras de flotacion *W W* fijándose así mas, si posible es, al fondo por el lastre del agua recibida.

Al describir la figura 5 que representa una vista exterior del Nautilo citamos los cables que se emplean para fijar el aparato en una posicion dada en el fondo. Estas amarras terminan esteriormente en cuatro anclas pequeñas colocadas en cruz, y en el interior van á arrollarse en los tornos cónicos *N* figura 6 y 7, despues de pasar por las cajas de estopa *M*. La construccion de estas cajas es muy ingeniosa. Llevan en el interior una esfera ó cilindro de goma elástica taladrado, cuyo taladro da libre paso al cable ó le ciñe fuertemente sin dar entrada al agua segun que por medio de la tuerca con llave que aparece en las figuras, se comprime ó no la esfera de goma.

Las cajas de estopa descritas solo se emplean cuando el Nautilo flota en la superficie del agua abierta la escotilla superior y con el objeto de impedir la entrada del agua por las mismas en el aparato.

Al lado de la escotilla *Z* y fija al suelo del aparato hay una tenaza *S* figura 6 que sirve para colgar de ella sillares ú otros materiales pesados que hayan de trasportarse por medio del Nautilo, y está dispuesta de modo que estos materiales puedan girar fácilmente á fin de tomar la posicion que les corresponda debajo del agua.

Para emplear el Nautilo en la elevacion de grandes pesos dentro del agua una vez cojidos aquellos con la tenaza *S*, se cierra la escotilla *Z* y se abren la llave *Q* que comunica con las cámaras de flotacion *W W*, y la *T* que da paso al aire comprimido del depósito exterior á las mismas cámaras. La mayor presion del aire recibido obliga al agua-lastre en *W W* á salir por el tubo *R Q* y determina la ascension del aparato.

El peso del agua así expelida mide la fuerza de ascension de que puede disponerse. Por tanto, si

cuando el Nautilo flota en la superficie del agua, cerrada la escotilla inferior *T* y vacías las cámaras *W W*, se necesita v. g. que entren en estas por *Q* *R* seis y media toneladas de agua para que el aparato empiece á sumerjirse, es evidente que cuando el Nautilo esté en el fondo, reemplazada con aire el agua de las cámaras *W W* y cojido por la tenaza *S* un sillar de 6 toneladas, habrá una fuerza ascendente de media tonelada que tenderá á elevar todo el aparato. Una diferencia de media tonelada es mas de lo que se necesita para elevar el Nautilo y con él el sillar, tanto que si se dejase actuar esta fuerza sin freno, el Nautilo ascendería con gran celeridad experimentando necesariamente al salir á la superficie una fuerte sacudida. Si se quisiera elevar la piedra sin cerrar la escotilla inferior la velocidad de la ascension sería mayor aun porque el cambio repentino de la presion exterior permitiría la expansion del aire interior que actuaría sobre el agua de debajo del aparato.

Evitar en lo posible esta accion del aire interior es el objeto de las canales *V. V.* figs. 6 y 7. Cuando el Nautilo comienza su ascension, el aire de la cámara de trabajo sale fácil y prontamente por aquellas en lugar de acumularse debajo del fondo de la máquina. Es de notar que las canales están dispuestas del modo mas favorable al escape del aire, no horizontalmente sino encorvadas hacia arriba.

En realidad, es imposible mantener al Nautilo en una profundidad intermedia sin que esté sujeto en la superficie del agua ó en el fondo. Si fuese necesario elevar una piedra y llevarla de un lado á otro habria que subir primero á la superficie. Las canales *V V* acuden en parte á esta dificultad dando escape en el ascenso al aire dilatado de la cámara de trabajo; pero si bien moderan así la velocidad de la ascension no sirven para suspender esta á voluntad. Para conseguirlo, se empleó un cuerpo muerto colocado en el fondo del agua y unido al Nautilo por medio de un cable que entra en la cámara de trabajo por la escotilla inferior desde la que se manejaba directamente para arreglar la distancia á que debia estarse del fondo.

Una idea feliz de Mr. Williamsom permite abandonar la engorrosa maniobra del cuerpo muerto y que el Nautilo se mueva horizontalmente á cualquiera distancia del fondo. Consiste ello en una boya situada en la superficie del agua, ligada al Nautilo por una cuerda que va á arrollarse á un tambor colocado sobre la cubierta de aquel y cuya

maniobra se hace desde el interior del aparato por un árbol que atraviesa la cubierta valiéndose de una caja de estopa, impermeable al agua.

La fig. 9 representa las diversas partes del aparato que acabamos de citar

A, C, C, tope ó parte superior del Nautilo

b boyá

C C polea fija en la cubierta de la escotilla superior del Nautilo

D tambor con rueda dentada que engrana en el piñon del árbol E

F Manubrio del árbol E con resorte en un extremo y mango en el otro extremo

G Placa circular con muescas, independiente del árbol E, con resorte unido al indicador h

Ligado el Nautilo á una piedra, se espele el agua de las camaras W W hasta que solo quede dentro de ellas cierta cantidad 400 k. por ejemplo; el operador por medio del manubrio F y despues de destacar el resorte de la placa G pone en movimiento el árbol E y por consiguiente arrolla la cuerda en el tambor D haciendo que la boyá se sumerja hasta desplazar una cantidad de agua igual á la que falta extraer de las camaras W W para determinar la ascension. Esto se conoce soltando el mango del manubrio; el indicador entra en la muesca mas próxima de la placa G la que mide la fuerza de ascension de la boyá. En el ascenso el aire interior, en virtud del decremento de la presion exterior pasa por las canales practicadas en el fondo sin producir tendencia alguna á elevar el Nautilo.

Lleva este ademas, para el caso en que sobrevenga algun accidente al tubo flexible, una bomba impelente que no aparece en las figuras, con la que puede hacerse salir al agua-lastre de las camaras W W y determinar la ascension del aparato.

Para concluir, describirémos como anejos del Nautilo, el aparato para recepar pilotes, y el que sirve para fijar argollas en el costado de un buque á pique.

La sierra para recepar aparece en las figs. 7 y 10. P es el pilote que ha de serrarse; CD la armadura de la sierra, fija á la corredera K, A B el mango de la misma; H G E una palanca angular que por medio de los rodillos de friccion en E dirige la sierra contra el pilote.

El aparato de fijar argollas está representado por la fig. 8. La cámara D comunica con el exterior de modo que cuando por medio de la palanca g se

cierra la válvula y queda interrumpida la comunicacion del agua con la cámara C. Levantada la tapa z se coloca en la cámara C una barrena i; se introduce la varilla k por la caja de estopa l hasta que la cárcel practicada en su extremo p contenga á la cabeza de la barrena, la varilla j que pasa por la caja de estopa n se atornilla en la cabeza de la barrena contenida en la cárcel p; ciérrase la tapa z de la caja y se levanta la válvula y. La caja de estopa M impide el escape del aire. Establecida así la comunicacion entre las cámaras C y D se empuja la varilla k por medio del mango k' hasta el casco en que se va á operar. Las cajas l y r interceptan la comunicacion entre el interior y el exterior de Nautilo.

Traducido,

A. VAZQUEZ.

ALGUNAS INDICACIONES SOBRE BARRENOS.

No es solo en España sino en la mayor parte de los paises de Europa, donde los mineros y canteros acostumbran proporcionar la dosis de pólvora á la longitud del barreno, llenando con aquellas una fraccion de esta, que suele ser de un tercio á un cuarto. Esto, que puede ser un despropósito si el barreno no tiene la longitud conveniente atendida la naturaleza de la roca y aun su diámetro y posicion, no lo será en el caso contrario. La regla dada por el general inglés Burgoyne está reducida á que, en una roca de igual tenacidad en todos sentidos, las cargas de pólvora deben ser proporcionales á los cubos de las líneas de menor resistencia, que en el caso presente no son otra cosa que las distancias mas cortas de la carga á las caras libres de la roca. En rocas como el granito y en labor de dos caras descubiertas, aconseja el mismo que la carga de pólvora en onzas sea igual á la mitad del cubo de la linea de menor resistencia expresada en pies; claro está que para cada clase de roca será distinta esa relacion y aun diferente en cada una de las estratificadas, segun la posicion del barreno respecto á la estratificacion. Sin embargo, no podemos admitir el dato referido para cualquier longitud del barreno. Estamos, si, persuadidos que en la mayor parte de los distritos mineros de España la profundidad de los barrenos y la linea de menor resistencia, que se elije, son casi siempre bastante inferiores á lo que debieran ser, atendida la carga de pólvora: la prueba de lo que decimos