



AÑO LXXXII

MADRID. = MAYO DE 1927.

NUM. V.

CARACTERÍSTICAS DE CORRIENTE EN LA TRACCION ELÉCTRICA

Asunto de gran trascendencia en la marcha financiera, más que en la técnica, es el de la corriente preferible para un servicio de tracción. Tan complejo de resolver, sobre todo para dar reglas o fórmulas que matemáticamente determinen cuál es la corriente más favorable, que si pasamos revista a las naciones que marchan a la cabeza en la electrificación de sus líneas, nos encontramos con el siguiente mar de confusiones:

En Suiza, después de ensayos verdaderamente industriales efectuados en la línea del Loetschberg, los ferrocarriles federales han resuelto su electrificación de conjunto utilizando corriente monofásica, habiendo aceptado la comisión de estudios de dicho país la citada clase de corriente a 15.000 voltios y 15 períodos para las grandes líneas. Con estas características se ha realizado la electrificación del San Gotardo (línea de Lucerna a Milán).

Alemania también emplea la corriente monofásica a 10.000 voltios y 15 períodos en las líneas Dessau-Bitterfeld, Wiesenthal y Stadt-Ring y a 6.000 voltios y 25 períodos en la línea suburbana Hamburgo-Altona-Blaukenese y Ohlsdorf.

Suecia ha adoptado igual corriente a 15 períodos en las líneas Nottoden-Tinoset y Kiruna-Riksgränsen, con voltajes de 10.000 y 15.000 respectivamente.

En Italia sólo se encuentra la tracción monofásica en las líneas Roma a Civita-Castella y Padua a Fusina, con frecuencia de 25 períodos y voltajes de 6.000 en la sección interurbana y de 600 en la urbana.

Por lo demás, los ingenieros de los ferrocarriles italianos, con larga experiencia de la tracción por corriente trifásica que ellos aprovechan de una manera admirable, generalizan en sus líneas este sistema de tracción, llegando a extenderlo a parte de Suiza, y así encontramos corriente trifásica a 3.000 voltios y 16 períodos en las líneas del Simplón, Valteline, Giove, Savona y Mont-Cenis. Entre las líneas electrificadas con corriente trifásica hemos de citar en los Estados Unidos la importante línea Great-Northern con 6.000 voltios y 25 períodos.

Poco más que esta aplicación debió encontrar en los Estados Unidos la corriente trifásica, pues puede decirse que este es el país de la tracción con corriente continua.

Varias han sido las características de voltaje con que se aplicó la corriente continua a la tracción; a continuación las indicamos, así como las más importantes aplicaciones de cada una.

1.º *Hasta 600 voltios.*—Es el caso general de los tranvías urbanos y metropolitanos, pues los reglamentos municipales limitan generalmente a 600 voltios la tensión dentro de los centros poblados, lo cual proporciona una tensión en las bornas de los motores, de 550 voltios, como término medio.

2.º *De 600 a 1.000 voltios.*—Como ejemplos de líneas suburbanas o interurbanas que entran en esta categoría citaremos la de Grenoble a Villars de Lans, con 750 voltios; la de Villefranche a Bourg-Madame, con 800; la de Luca-Monsumano, con 850; las de Cologne-Bonn, Bonn-Siegbourg-Königswinter, Neustadt-Landau y ferrocarril suburbano de Frankfurt-am-Mein, con 1.000 voltios.

Los ejemplos de líneas electrificadas de esta manera son, no obstante, poco numerosos, pues generalmente se utiliza la de 600 voltios en los casos citados, empleándose la alta tensión a partir de 1.200.

3.º *Voltajes de 1.200 y superiores.*—Si bien el empleo de estas elevadas tensiones es relativamente reciente, se desarrolla, en cambio, muy rápidamente, sobre todo en América.

En los Estados Unidos y el Canadá gran número de líneas funcionan a 1.200 voltios. Este sistema ha adquirido allí un desarrollo considerable durante estos últimos años. La primera línea de este voltaje data del año 1907; a fin del 1912 existían ya más de 2.700 kilómetros en 17 redes y al terminar el 1916 podían contarse 3.600 kilómetros en 38 líneas; tan rápido fué su desarrollo una vez iniciado.

También se emplea la tensión a 1.500 voltios en líneas tales como la

Lake Erie y Northern Ry (Ontario), la Salt Lake y Utah Ry (Utah), la Southern Pacific a Portland (Oregon), etc.

La tensión a 2.400 voltios se emplea en las Butte-Anaconda and Pacific Ry (Montana), Michigan Ry, Canadian Northern Ry de Montreal (Canadá), etc.

Existe una red que desde 1915 está en funcionamiento regular a 3.000 voltios; es la Chicago-Milwaukee-St. Paul Ry, que constituye la electrificación más importante que ha sido realizada hasta ahora, tanto por el desarrollo de la red como por el tonelaje de los trenes. A principios del año 1920 la línea trascontinental Chicago-Seattle estaba electrificada y en explotación en una longitud de unos 1.060 kilómetros, de los cuales 710 formaban una primera sección continua y 350 otra. A más de que esta tensión de 3.000 voltios es, actualmente, la máxima tensión utilizada con corriente continua para una red importante en explotación regular, esta línea presenta otras particularidades que quizá algún día nos decidamos a tratar en otro artículo, sobre todo la importantísima de la recuperación.

Mencionaremos, por último, el ensayo de tracción a 5.000 voltios realizado en 1915 por la Sociedad Westinghouse, en la línea Jackson-Grasse Lake-Wolfe Lake (Michigan), con una longitud de 19 kilómetros. Dicho ensayo ha demostrado que esta tensión es técnicamente posible, pero queda por sancionar en la práctica si es económicamente ventajoso elevar la tensión hasta 5.000 voltios, dados los resultados satisfactorios que se han obtenido con 3.000 en la línea muy importante del Milwaukee donde las condiciones de tráfico son excesivamente duras.

Excepción hecha de ciertas disposiciones especiales, resultantes del empleo de una elevada tensión, en la mayor parte de los casos citados (sin contar algunas líneas a 1.200 voltios en las cuales los generadores son alimentados directamente a esta tensión) los motores de las locomotoras o automotrices están permanentemente acoplados dos en serie, a fin de no tener en las bornas de cada uno sino una tensión mitad de la total.

¿Qué puede deducirse de esta divergencia de opiniones?

La creemos asunto interesante, no para aquellos de nuestros compañeros especializados en la tracción eléctrica y a los cuales nada nuevo pretendemos enseñar, sino para aquellos cuyas actividades hayan sido encaminadas hacia otras ramas de nuestra profesión y a los cuales con toda modestia nos dirigimos, en son de vulgarización científica acerca de un asunto que muy bien puede ser motivo de conversación *extra-científica*.

Enemigos de sentar precedentes *mótu proprio*, pues carecemos de autoridad suficiente para ello, nos limitaremos tan sólo a exponer las conclusiones deducidas por la Comisión de Estudios para la electrificación

de los ferrocarriles franceses, designada por el Ministerio de Obras Públicas de dicha nación el año 1918 para resolver la crisis del carbón motivada por la última guerra.

Antes de adoptar una decisión, la Comisión citada, así como las compañías de ferrocarriles, resolvieron documentarse y confiaron a unas ponencias la misión de estudiar a fondo la cuestión, trasladándose a los países donde la tracción eléctrica en líneas de interés general estaba ya en servicio.

Era difícil tener una opinión clara y precisa antes de haber recogido los documentos e informes útiles, porque la lectura de las revistas técnicas no daba más que una idea insuficiente respecto a las condiciones económicas y técnicas de estas instalaciones. Existía también bastante confusión entre los conceptos que iban deduciendo los comisionados, confusión provocada al comprobar, como ya hemos expuesto, que las compañías de ferrocarriles en las diversas naciones entraban en la electrificación con ideas muy diferentes unas de otras y con procedimientos no menos diversos; cada una de ellas parecía, además, convencida de haber adoptado la mejor solución.

Las visitas efectuadas por las diversas misiones fueron, sin duda, de lo más útil, puesto que a la terminación de sus estudios la conclusión, en lo relativo a la elección del sistema, fué adoptada unánimemente por los miembros de la Comisión.

Esta conclusión fué: *que el sistema de corriente continua a alta tensión debía ser el elegido para la electrificación de las redes de los ferrocarriles franceses de interés general* y que éste era el sistema que podía permitir una ejecución bastante rápida de esta electrificación, presentando el mínimo de dificultades.

Independientemente de las objeciones, más o menos importantes, que pueden presentarse respecto a cada uno de los sistemas de corrientes alternativas monofásicas, trifásicas o monotrifásicas, actualmente en explotación, dos son los inconvenientes que pueden formularse, de una manera general, contra todos estos sistemas, y son:

1.º Ejercer influencias perjudiciales y peligrosas sobre las líneas telegráficas y telefónicas establecidas en las proximidades de los conductores de trabajo:

Las investigaciones y los ensayos efectuados para remediar este efecto han logrado una disminución en la importancia de estas influencias, pero no ha sido posible anularlas por completo.

El remedio al cual han conducido estas investigaciones consiste en aproximar las sub-estaciones de alimentación y admitir entre ellas distancias tan reducidas que el empleo de la alta tensión pierde su princi-

pal ventaja. Para las explotaciones francesas de interés general (y lo mismo ocurrirá con las españolas) cuya red está siempre cruzada por líneas telegráficas y telefónicas interurbanas, la objeción es capital, puesto que una protección eficaz de estas líneas acarrearía gastos considerables y dificultades reales de ejecución.

Con la corriente continua las perturbaciones causadas sobre las líneas citadas, efecto de su proximidad a las líneas de toma de corriente, son despreciables o, por lo menos, se puede, con ayuda de medios poco complicados, hacer que sean sensiblemente inofensivas. Las experiencias efectuadas en la línea electrificada, con corriente continua a 3.000 voltios, del Chicago-Milwaukee-St. Paul, en presencia de los miembros de la misión francesa enviada a América, son bastante concluyentes desde este aspecto y es posible, con corrientes de esta naturaleza, conservar, entre las sub-estaciones, distancias que respondan a las condiciones más económicas.

2.º El buen funcionamiento de los motores de tracción con corriente alterna exige una baja frecuencia (aproximadamente 16 periodos), que es inútil para los demás usos industriales. Por esta razón las redes de distribución general están siempre alimentadas con corrientes alternas cuyo número de periodos es superior a 25.

Resulta de lo que antecede que para alimentar directamente a baja frecuencia, por medio de sencillos transformadores estáticos, una línea de contacto destinada a la tracción por corriente alterna, es preciso disponer las fábricas generadoras con un material especial a baja frecuencia, pesado y costoso, siendo necesario, además, establecer líneas de transporte de energía especiales para la tracción.

El rendimiento de una instalación en estas condiciones no puede ser bueno, en razón al débil coeficiente de utilización (en general inferior al 30 por 100) del material generador. Por otra parte, en una región la potencia necesaria para las instalaciones de tracción eléctrica no es sino una fracción de la utilizada por la industria; hay, por lo tanto, una enorme ventaja al tomar de las redes de distribución de energía la necesaria para la tracción, o por lo menos tenerla como reserva, imprescindible, por otra parte, en los servicios públicos.

Si se quisiera recurrir a la red general de distribución, con la ventaja antedicha, en vez de construir fábricas especiales sería necesario disponer, entre la red y la línea de contacto, aparatos rotativos transformadores de frecuencia; en este caso el empleo de la corriente alterna, que en principio no debe exigir más que transformadores estáticos, pierde su principal ventaja con relación a la corriente continua de alta tensión.

Esta última exigirá también sub-estaciones con grupos rotativos,

pero estas sub-estaciones serán menos numerosas, por la razón ya dicha de las perturbaciones que las corrientes alternas ejercen sobre las grandes líneas telegráficas o telefónicas próximas.

Si se tienen en cuenta estas consideraciones desde el punto de vista de los gastos de la instalación, las diversas soluciones, con corriente continua o alterna, presentan poca diferencia, pero siempre en favor de la primera en razón a los gastos especiales que implica reducir al mínimo y de manera incompleta las influencias de las corrientes alternas sobre las de telecomunicación.

Desde el punto de vista de los gastos de explotación será necesario, para poder establecer una comparación precisa, poseer datos relativos a instalaciones semejantes y equipadas, bien con corriente alternativa de baja frecuencia o con corriente continua de alta tensión; pero los únicos ejemplos de esta última clase que podemos actualmente recordar son los del Chicago-Milwaukee-St. Paul (3.000 voltios) y el del Butte-Anaconda (2.400 voltios), cuyos servicios de explotación son muy diferentes de los que están en vigor sobre las líneas europeas electrificadas con corrientes alternativas de baja frecuencia.

Sin embargo, podemos asegurar que la buena constitución de los motores de corriente continua a tensiones de 1.500 y 1.200 voltios (recorremos que su acoplamiento por dos en serie reduce a la mitad la tensión de línea) y su gran flexibilidad, les hace excelentes aparatos de tracción cuyos gastos de entretenimiento son bastante menores que los que corresponden a los motores de corriente monofásica.

La tensión, relativamente poco elevada, sobre la línea de distribución proporciona, en el sistema de tracción por corriente continua, más garantía de buen funcionamiento y seguridad en el servicio que la tensión adoptada con los sistemas de corriente alterna, porque esta última tensión es generalmente mucho más elevada.

Resumiendo: los inconvenientes principales de la corriente alterna en la tracción son:

- 1.º Causar efectos perjudiciales sobre las líneas de telecomunicación.
- 2.º Para transformar la alta frecuencia de la corriente de transporte en la baja frecuencia de la de trabajo, tienen que emplearse transformadores rotativos.

La corriente continua tiene sólo el siguiente:

Necesitar grupos rotativos para transformar la corriente alterna de transporte en continua de trabajo. Compensados el segundo de la primera clase con el de la segunda, nos queda siempre en favor de la corriente continua el primer inconveniente de las alternativas.

Una vez adoptada, como hemos dicho, la corriente continua para la

electrificación de los ferrocarriles franceses, se hizo necesario precisar la tensión o tensiones en la línea de contacto.

En América, como al principio hemos indicado, la tensión se ha ido elevando progresivamente desde 600 hasta 3.000 voltios, pasando por las tensiones intermedias de 1.200 y 2.400. La instalación más moderna y más importante (la tantas veces citada del Chicago-Milwaukee-St. Paul) es de 3.000 voltios y las ampliaciones, en curso de ejecución, de esta línea son igualmente a esta tensión; parecía, pues, bastante indicado adoptarla también para las redes de interés general en Francia, pues a primera vista sus características parecían las más económicas.

Sin embargo, los ingenieros americanos más competentes se mostraron francamente partidarios de una tensión mucho más baja, 1.500 voltios, para la electrificación de las redes francesas y la justificación de esta opinión la daremos al final de este trabajo.

La Comisión de electrificación encargó a las Compañías francesas interesadas que examinasen la cuestión y precisaran la tensión o tensiones que se habían de adoptar. Estas Compañías encargaron a la Oficina Central de Estudios del material ferroviario que procediese a este examen.

Los resultados obtenidos en el curso de estos estudios condujeron a la conclusión siguiente:

Para la tracción eléctrica por corriente continua a alta tensión en líneas de tráfico medio y fuerte, la tensión de 1.500 voltios es más económica que la de 2.400, por lo menos en el estado actual de la construcción, equipos, sub-estaciones y locomotoras eléctricas.

Dicha conclusión se encuentra confirmada por el estudio, que se hizo en Francia, del caso particular Culoz a Modane, aun cuando las diferencias encontradas en favor de la tensión de 1.500 voltios sean un poco inferiores a las deducidas de los proyectos teóricos correspondientes, pero esto proviene de que en el estudio de un caso práctico es necesario situar las sub-estaciones eléctricas en ciertas estaciones ferroviarias y esto conduce a colocarlas a distancias menos económicas que las admitidas en los estudios teóricos.

Tendría aún más fuerza esta conclusión si, en vez de locomotoras eléctricas, como se ha estudiado, se empleasen automotrices, ya que la diferencia de precio para 2.400 y 1.500 voltios en éstas es mayor que en las locomotoras.

Para un mismo perfil los gastos de instalación varían considerablemente con el tráfico, la separación mínima prevista entre dos trenes consecutivos y la potencia que exige la propulsión de estos trenes, que son sensiblemente los mismos cualquiera que sea la tensión elegida; las curvas que representan los gastos de instalación en función del tráfico, hacen

resaltar una ligera ventaja en favor de la tensión de 1.500 voltios. Igualmente los gastos de explotación varían considerablemente con el tráfico, la separación mínima entre trenes consecutivos y potencia de las locomotoras, pero son menores para la tensión de 1.500 voltios que para la de 2.400. Las diferencias en favor de la tensión 1.500 son de un 15 por 100 en el estudio teórico y de un 8 por 100 en el caso práctico Culoz-Modane.

Estos resultados pueden explicarse como sigue:

1.º *Gastos de instalación.*—Aunque las sub-estaciones que alimentan la línea de distribución están más próximas y sean, por lo tanto, más numerosas con 1.500 voltios que con 2.400, los gastos correspondientes de instalación son sensiblemente los mismos en los dos casos, porque la importancia individual de las sub-estaciones disminuye al mismo tiempo que su separación y porque, para una potencia dada, las conmutatrices (caso de 1.500) son de menor precio que los grupos (caso de 2.400).

Los gastos referentes a los *feeders* intervienen poco en la comparación; las curvas que dan los gastos de instalación y explotación en función de la separación entre sub-estaciones muestran que de estas separaciones la mejor corresponde a gastos de *feeder* poco importantes con relación a otros gastos.

Los gastos de material móvil locotractor son más pequeños con 1.500 voltios y la economía es tanto mayor cuanto mayor sea el tráfico.

2.º *Gastos de explotación.*—Siendo los gastos de instalación, en general, menos elevados con 1.500 voltios que con 2.400, obtendremos igual resultado con los gastos de interés y amortización.

Los gastos de entretenimiento son menos elevados con 1.500 voltios que con 2.400, puesto que hay una economía notable en favor del entretenimiento del material móvil con los 1.500 voltios.

Los relativos a las pérdidas de energía son menores con los 1.500 voltios que con los 2.400, en razón al rendimiento más elevado de las conmutatrices con relación al de los grupos motogeneradores; esta diferencia de rendimiento es más apreciable en las débiles cargas que corresponden al régimen medio de carga de las sub-estaciones.

Los gastos de conducción (de sub-estaciones y locomotoras) son más elevados con 1.500 voltios que con 2.400 en razón al mayor número de sub-estaciones, pero este suplemento resulta ampliamente compensado con otras economías.

Así, pues, los 1.500 voltios resultan más económicos que los 2.400, por las razones siguientes:

Ventajas que resultan de emplear conmutatrices en vez de grupos.

Economía en el material móvil automotor.

Las ventajas que resultan del empleo de las conmutatrices desapare-

cerían si estas máquinas pudiesen ser utilizadas para las dos tensiones, pero actualmente con la frecuencia de 50 períodos las conmutatrices no podrían ser utilizadas para obtener 2.400 voltios más que empleando disposiciones complicadas, necesitando tres o cuatro conmutatrices montadas en serie, y no fueron incluidos en el estudio.

Desde este punto de vista la frecuencia de 25 períodos sería infinitamente preferible a la de 50, pero tuvo que ser abandonada en Francia por las redes de distribución de energía, ya que el Ministerio de Obras Públicas decidió establecer para las grandes redes la corriente trifásica a 50 períodos.

Los precios del kilovatio-hora, examinados en el estudio, son de 0,03 francos en 1914 y de 0,06 en 1920. Todo aumento en estos precios básicos será, naturalmente, en favor de los 1.500 voltios que proporciona el número de pérdidas de energía.

Aparte de las razones de orden económico que acabamos de estudiar hay otras consideraciones que intervienen en favor de los 1.500 voltios para la electrificación de las líneas de medio y fuerte tráfico.

En comparación con tensiones más elevadas, ésta de 1.500 voltios dará siempre mayores garantías de buen funcionamiento y seguridad en las sub-estaciones, líneas de distribución y material automotor.

Además, no es prudente utilizar un tercer carril aislado de toma de corriente con tensiones superiores a 1.500 voltios; ahora bien, este sistema de distribución de energía podrá ser preferido en muchos casos para la electrificación con corriente continua de las líneas cuyo tráfico es importante.

En efecto, estas líneas estarán combinadas frecuentemente con otras de débil tráfico, en las cuales la electrificación no sería conveniente por onerosa y por lo tanto serán servidas con tracción por vapor. Los dos sistemas, vapor y electricidad, tendrán partes comunes; las líneas de toma aérea, bajo las cuales circulan locomotoras de vapor, son poco convenientes, en razón a los depósitos de carbonilla que se forman en los conductores y sus soportes, así como por la oxidación de las diversas partes de la suspensión en catenaria.

En las líneas de débil tráfico la tensión de 2.400 voltios conduce a gastos de instalación y de explotación ligeramente inferiores a los correspondientes con la tensión de 1.500, siendo, por lo tanto, en estas líneas más discutible la elección de tensión. Ciertamente es que en estas líneas, donde el tráfico es muy reducido, la disminución de importancia en la energía necesaria, el menor número de vehículos automotores y el aumento de distancia entre dos trenes consecutivos resta a los 1.500 voltios una parte de su interés y pueden dar ventajas a tensiones más altas, pero queda

menos evidente que la tracción eléctrica, en estos casos, sea preferible a la tracción por vapor; quizá el progreso de la técnica conduzca a procedimientos de construcción o a aparatos nuevos que den una supremacía más clara a la alta tensión para electrificar las líneas de pequeño tráfico.

En resumen, en el estado actual de la técnica los estudios hechos conducen a enfocar, para la electrificación de las redes francesas, el empleo de la corriente continua con la tensión de 1.500 voltios para las líneas de fuerte y medio tráfico, indicando también que las tensiones más elevadas pueden ser preferidas, salvo excepciones, en las líneas de tráfico pequeño.

La Comisión ha estimado que era preferible fijar en 3.000 voltios, por ser múltiplo de 1.500, el valor conveniente para la más alta tensión, en vez de los 2.400 voltios que sirvió de base al estudio.

Desde el punto de vista técnico, la adopción de dos tensiones diferentes no presenta ningún inconveniente; bastaría exigir que los equipos de las locomotoras a 1.500 voltios, llamadas a circular eventualmente por líneas a 3.000, fuesen aisladas para la tensión máxima y provistas a la vez de tomas de corriente por tercer carril y por líneas en catenaria, a lo que se estará obligado en muchos casos, porque con frecuencia las vías de servicio estarán equipadas con líneas en catenaria, de instalación más fácil.

Las locomotoras construídas para líneas a 1.500 voltios podrían ser alimentadas por las líneas a 3.000, no utilizando más que el montaje de los motores en serie.

Los vehículos a 3.000 voltios no tendrían ninguna dificultad en circular por las líneas a 1.500, con la condición de que fuesen siempre provistos de toma de corriente por tercer carril.

Por último; haremos notar que en caso necesario, movilización, por ejemplo, no son las locomotoras de medio y fuerte tráfico las que deben circular por las líneas de pequeño tráfico, sino que es la inversa, y en este caso las locomotoras afectas a las líneas de 3.000 voltios no tendrían ninguna dificultad en circular por las de 1.500 sin ningún cambio.

Unas observaciones nos restan referentes al emplazamiento de las sub-estaciones, modo racional de explotación que debe adoptarse con la tracción eléctrica y tráfico mínimo por debajo del cual la electrificación de una línea deja de ser económicamente ventajosa.

Cualquiera que sea la tensión elegida se podrán colocar las sub-estaciones en las estaciones ferroviarias, siempre que la separación de dichas sub-estaciones quede en condiciones suficientemente económicas.

Los gastos de instalación y explotación son muy elevados, pero es preciso observar que dependen mucho del modo de explotación adopta

do y, desde este punto de vista, hay una gran diferencia entre la tracción eléctrica y la tracción por vapor.

Con esta última es indiferente acumular los trenes unos seguidos de otros, mientras que con la tracción eléctrica es necesario repartir los trenes de modo que se obtenga entre ellos intervalos poco diferentes, aumentando, en lo posible, la separación entre trenes consecutivos. El elegir, para esta separación, valores muy pequeños para un tráfico dado con el fin de asegurar un servicio excepcional, conduce a aumentos considerables en los gastos de instalación y de explotación.

En lo que concierne al sistema de explotación, señalaremos una observación que se aplica igualmente a la tracción eléctrica que a la tracción por vapor, y que se refiere a la velocidad comercial, en general muy pequeña, de los trenes de mercancías; todo aumento de esta velocidad comercial obtenido, ya con el aumento de la velocidad de los trenes, ya con la reducción del tiempo de parada en las estaciones, conducirá a una disminución en el número de locomotoras necesarias y a la correspondiente reducción del personal de conducción, lo cual se traduce en economías importantes debidas a un rendimiento mejor del personal y material.

Refiriéndonos a la parte económica, podremos decir que las curvas que dan el precio de la tonelada-kilómetro en función del tráfico tienen una forma claramente hiperbólica, lo cual indica que este precio, excesivamente elevado en los tráficos débiles, disminuye cuando el tráfico aumenta para hacerse sensiblemente constante a partir de un cierto tonelaje remolcado anualmente. Para una línea cuyas características principales sean conocidas, el establecimiento de estas curvas permite definir el tráfico a partir del cual la electrificación está justificada desde el punto de vista económico.

Como síntesis de todo lo anteriormente expuesto copiaremos el informe emitido por la Comisión de estudios para la electrificación de las redes francesas de interés general y que fué sancionado por disposición ministerial en la siguiente forma:

«Se debe adoptar, para las redes ferroviarias de interés general, la tracción por corriente continua con la tensión de 1.500 voltios, estando provistas las locomotoras de disposiciones para la toma de corriente por tercer carril y aéreo. La tensión 3.000 voltios será excepcionalmente admitida para algunas líneas que presenten condiciones particulares de instalación y explotación o para puntos especiales.»

Como final de este ligero estudio trataremos de explicar por qué los ingenieros americanos, que habían preconizado la tensión de 3.000 voltios para la electrificación de la línea Chicago-Milwaukee-St. Paul, aconsejaron la de 1.500 para la de las líneas francesas.

En la citada línea americana, de vía única, el tráfico, aunque importante (pasa de cinco millones de toneladas por kilómetro-año), no necesita más que un pequeño número de trenes diarios, aproximadamente 9, de los cuales tres son de viajeros, en cada sentido.

En estas condiciones los trenes pueden estar muy alejados unos de otros, y aunque la distancia media entre dos sub-estaciones consecutivas sea de unos 40 kilómetros, es fácil establecer un gráfico de explotación de modo que no haya nunca más que un tren que exija energía entre dos sub-estaciones.

Estos trenes, poco numerosos, tienen que ser, naturalmente, de gran tonelaje y pueden existir en América gracias a que los enganches allí empleados permiten esfuerzos de tracción muy elevados.

Resulta de lo que precede que la adopción de una tensión inferior a 3.000 voltios habría conducido a una aproximación de las sub-estaciones sin reducción apreciable de su potencia individual, que esta aproximación no disminuiría el número de trenes de prever entre dos sub-estaciones; los gastos de instalación de estas subestaciones serían, como consecuencia, muy elevados.

Este aumento del número de sub-estaciones, sin la disminución correspondiente de su potencia, tiene, además, el inconveniente de bajar considerablemente el coeficiente de explotación de cada una de ellas, lo cual atenuaría en gran parte las economías de energía que resultarían del empleo de aparatos de mejor rendimiento. Es preciso también notar que el suministro de energía a la línea americana se hace en condiciones excepcionales de precio, pues el kilovatio-hora se vende a unos 0,025 francos en los puntos de acometida, con lo cual la cuestión rendimiento presenta menos interés que en Francia, siendo este bajo precio logrado con la condición de que el consumo mensual de energía represente una utilización mínima del 6 por 100 de la potencia disponible, condición que un ferrocarril no puede satisfacer más que por una juiciosa repartición de trenes, establecida y comprobada con un sistema *dispatcher* muy perfeccionado.

En Francia, como ya hemos indicado, las condiciones son muy diferentes.

Para un tráfico análogo al de la línea americana que acabamos de citar los trenes tendrían que ser más numerosos, porque serían de un tonelaje mucho más reducido, en razón de la limitada resistencia de los enganches; los horarios de los trenes de viajeros, determinados frecuentemente por condiciones locales u otras, ocasionarían horas desigualmente cargadas en el servicio, lo cual habría que considerar para la determinación de los *feeders* y de las sub-estaciones.

El valor del rendimiento de la instalación toma también importancia en razón al precio más elevado de la energía.

Siendo las condiciones también claramente diferentes en el curso de la electrificación de las líneas francesas de fuertes y medios tráficos, no debe extrañar que se llegue a resultados que conduzcan a preconizar una tensión inferior a la utilizada en la línea Chicago-Milwaukee-St. Paul tantas veces citada.

E. VIDAL CARRERAS-PRESAS.

LAS ZONAS DESMILITARIZADAS EN LA ORILLA IZQUIERDA DEL RHIN

Ocúpase la Prensa algunas veces del abandono de estas zonas, y como pese a su gran importancia para el Arte militar, es poco frecuente conocer sus límites y la razón estratégica y política de su existencia, no parece inoportuno tratar de ellas.

Son esas zonas tres, que a partir del Rhin llegan a la frontera francesa y que el Tratado de Versalles dejaba con derecho a ser ocupadas por las tropas de los vencedores, que debían abandonarlas a los cinco, diez y quince años de la paz. También se incluye en ese mismo concepto la zona de la orilla derecha de ese río, en la que está vedada a Alemania ninguna actividad militar.

Antiguo es el deseo francés de tener ese gran río como frontera oriental.

Casi desde el principio de los tiempos históricos, al empezar los Capetos a formar la nación que se llamó Francia andando los siglos, fué obsesión de todos sus grandes políticos el llegar al Rhin, que era vía fluvial de primer orden, y al mismo tiempo límite casi del mundo civilizado. Al otro lado estaba el país legendario de las brumas y los bosques, de allí habían venido cual azote de Dios las invasiones bárbaras, y era tal la importancia que tenía esa línea, que al acabar César la conquista de las Galias, funda Treveris, la ciudad magna, que precisamente por estar cerca del río, constituía magnífica plaza de armas; y siglos después, Carlo Magno sitúa su corte en Aquisgran, que más al Norte tiene análoga situación. Salvada la turbulenta época medioeval y acabada la lucha de los Reyes de Francia con sus poderosos vasallos los Duques de

Borgoña, pueden los monarcas pensar en un ideal nacional y renace la obsesión de llegar al Rhin, donde quieren ver la frontera oriental de Francia; mientras el imperio, con la misma idea, pretende tenerlo como foso, pero desarrollando delante, en la Rhenania, Sarré, Alsacia y Lorena, las plazas de armas y glásis. Tan de acuerdo están las dos fuerzas antagónicas en la importancia del río, que nuestro Emperador Carlos decía, que Strasburgo era el mejor baluarte del imperio, y Luis XIV, que le hacían falta esas comarcas para redondear su finca *le pré carré*, y si bien consiguió llegar al Rhin en Alsacia, aunque de modo bien precario y adueñarse del Sarre, nada consiguió en Rhenania, donde llegaron sólo las legiones de la revolución, y de un modo fugaz, Napoleón.

Podrá parecer caduca esa idea, pero no lo es.

La historia militar moderna ha justificado la importancia que para los alemanes tiene poseer una plaza de armas al occidente del gran foso que constituye el Rhin; el plan de guerra prusiano el año 70, era concentrar el ejército al oeste del río a pesar de que los puentes no eran numerosos y la red ferroviaria tenía escaso rendimiento; dándole el viejo Moltke tal importancia a esa posición estratégica, que dice en uno de sus escritos: «No se puede desconocer la gran solidez de nuestra posición sobre el Rhin, que sólo será comprometida si tomamos la ofensiva en su orilla izquierda prontamente y con fuerzas escasas.» Y aunque en aquella época el Estado Mayor prusiano estaba bajo la impresión de una brusca ofensiva francesa, la prudencia que las anteriores palabras de Moltke aconsejaban les duró bien poco, pues a las tres semanas de comenzar la guerra habían acabado la movilización y tomaron la ofensiva.

Cosa semejante ocurrió el año 14, pero con rapidez mayor, ya que la posesión de Lorena, el aumento de rendimiento de los ferrocarriles, la organización perfecta, hicieron posible comenzar en pocas horas la invasión de Francia y Bélgica.

Esa importancia de la orilla izquierda, hizo que los elementos directivos franceses pensaran bien pronto, durante la guerra, en preparar la paz inutilizando al enemigo. Así es curioso notar que en enero del 17, cuando aún no habían desembarcado los americanos, ni era patente el fracaso de Verdun, M. Briand escribió al embajador francés en Londres para que preparara el Gobierno inglés y la opinión británica a la reivindicación para Francia de las provincias rhenanas idea cambiada bien pronto en la de creación de un estado autónomo en contra de la cual se elevaron en seguida los políticos ingleses, diciendo no habían pensado jamás en tal solución, que sería crear una nueva Alsacia y Lorena.

Llega el armisticio, se reúne la Conferencia de la Paz y esa cuestión de la orilla izquierda del Rhin adquiere tal importancia, y tal relieve

toma, que en algunos momentos a pique estuvo de dar al traste con la solidaridad de los aliados y puso en mala postura al mariscal Foch. Es curioso seguir al detalle esa polémica, pero como escapa al objeto de estas líneas, remitimos al lector curioso de conocerlas, a las obras de Keynes, Tardieu y el coronel House, que tratan de la Conferencia de la Paz. Bástenos para nuestro objeto enunciar las razones político-militares de unos y otros.

He aquí las de los franceses.

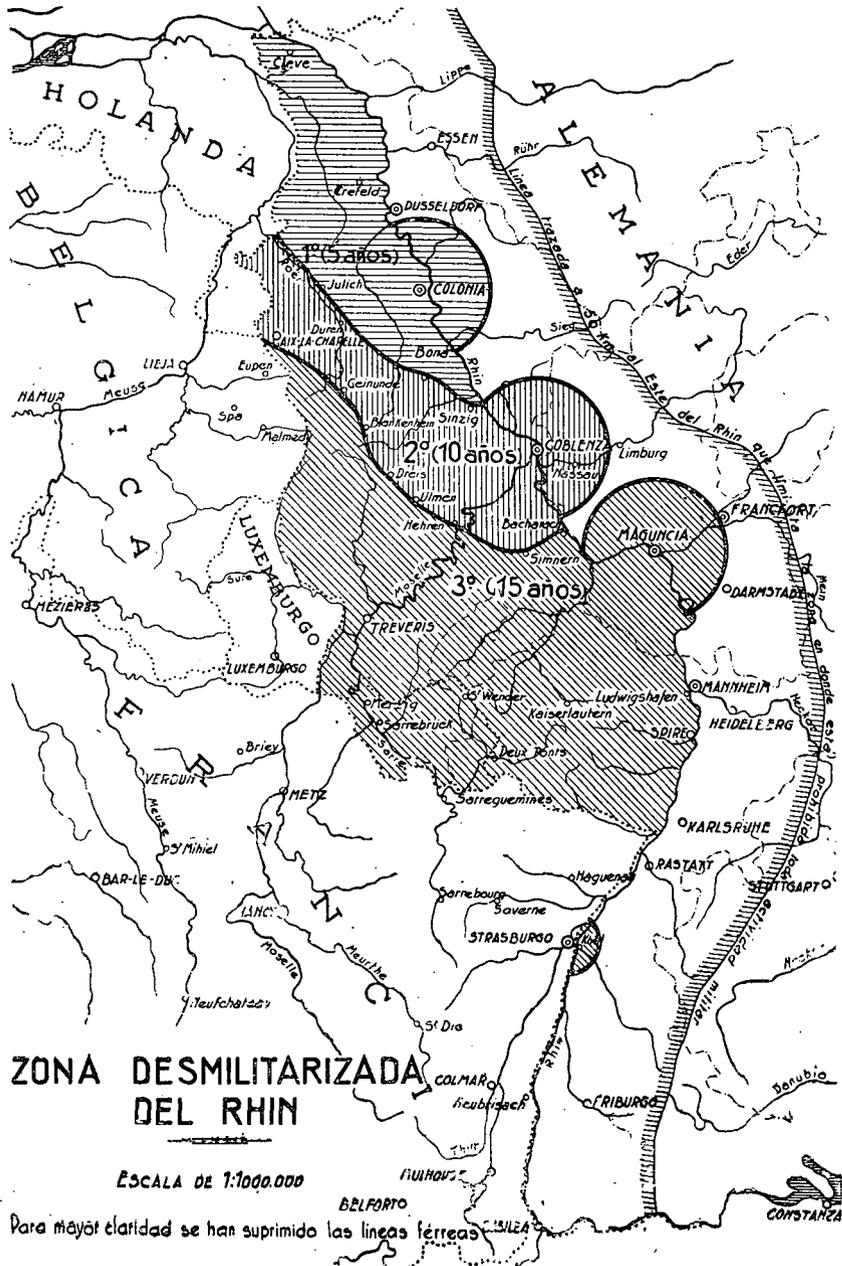
La Historia ha demostrado desde siglos la fuerza del foso del Rhin, la ventaja de tener contra Francia y Bélgica plazas de armas en su orilla izquierda y de concentrarse a retaguardia de aquel río.

Si la civilización occidental quiere mantener una seguridad contra Alemania, precisa llevar la frontera al Rhin y aun demilitarizar la orilla opuesta. Para la frontera en el río no queremos anexiones. Basta conseguir que las provincias rhenanas queden fuera de la órbita militar prusiana y como sus habitantes odian al empleado prusiano, tienen cultura latina, la necesidad de darles libertad (¡oh, sagrada libertad, qué cosas te han imputado!), obliga a crear un estado autónomo sin relación ni aun aduanera con el resto de Alemania, que bajo la salvaguardia de la Sociedad de Naciones sirviera de tapón; pero eso no basta, el desarme de Alemania podrá ser ineficaz y precisa también desmilitarizar una zona en la orilla derecha, dejar una ocupación interaliada en todo el río desde los Países Bajos hasta Strasburgo y mantener un control sobre los ferrocarriles. Añadía como argumento de enorme fuerza, que los Estados Unidos separados de Europa por el Océano nada tenían que temer de Alemania. Inglaterra, destruida la flota germana, estaba segura de su hegemonía marítima; durante largo tiempo podía ser generosa con el vencido. Pero que ella, Francia, necesitaba garantías terrestres semejantes a las obtenidas por los otros países al desaparecer los buques de guerra alemanes, y esa garantía de seguridad sólo la podía obtener llegando al Rhin o inutilizándolo al menos.

La tesis inglesa y americana negaba el deseo de las poblaciones rhenanas de ser autónomas, hacía notar los inconvenientes económicos de romper la unidad consagrada durante siglos, se negaba a la ocupación militar permanente, hacía notar el gasto enorme que ella supondría y la carga militar correspondiente. Por último, preguntaba si no se quería una anexión disfrazada. Pero como en último término no podía negar exactitud a determinados puntos de la tesis francesa, proponía hacer más duro el desarme alemán y la vigilancia de su ejecución.

El Presidente Wilson, hombre débil, profesor sin base queriendo arreglar Europa sin conocerla, que no tenía firmeza de carácter ni fijeza

de ideas, fué el primero que cedió olvidándose de todo cuanto había pre-



dicado. Su vacilación arrastró un momento al negociador inglés y Fran-

cia obtuvo no sólo la ocupación, sino promesa de un tratado de garantía mutua que en cambio de la ocupación le habían ofrecido, y que su hábil político Clemenceau consiguió además de ésta.

Y esa ocupación está condicionada en los términos siguientes:

División de la orilla izquierda en tres zonas en la forma que indica el plano de la página, 158 uniendo a la primera la cabeza de puente de Colonia, con una de 25 kilómetros de radio, a la segunda Coblenza; Maguncia y Kehl a la tercera. Esas zonas debían ocuparse por los aliados vencedores conjuntamente para abandonarlas cada *cinco años si Alemania cumplía fielmente el tratado*, y durante ellos el país se trataba como conquistado, sujetos a consejos de guerra bastantes delitos comunes, con escasa policía indígena que hacía probable la intervención de la fuerza en cualquier asunto de orden público; es decir, se sometía la zona a cuanto de odioso tiene la dominación militar extranjera, y para hacerla más desagradable han sufrido esos pueblos la presencia de numerosas fuerzas coloniales, negros y de otros colores que no se han distinguido jamás por su civilización ni cultura, pero que allí parece defendían ambas.

Además de esa garantía y de las cláusulas del desarme de Alemania, tenía Francia otra, que es la desmilitarización de la orilla derecha en anchura de 50 kilómetros, que no podía ser campo de actividad militar.

Subrayado queda en el párrafo anterior las condiciones del abandono a plazo fijo si Alemania cumplía fielmente el tratado. Esta condición ya de por sí es maquiavélica, pues como la práctica demostró bien pronto, el tratado era incumplible en sus cláusulas financieras; pero aún había otra suspensiva quizás más grave: el aplazamiento *sine die* del abandono, si al cabo de los quince años los gabinetes aliados no consideraban suficientes las garantías contra una agresión alemana, lo que quería decir que si las Cámaras de Inglaterra y Estados Unidos no ratificaban el pacto de garantía, Francia no abandonaría la orilla izquierda.

Hacíase con ello víctima a Alemania de la actitud que pudiera tomar el Parlamento americano, y como tanto éste como el inglés no quisieron ratificar el pacto, Francia pudo desde el primer momento prolongar la ocupación de la primera zona, que en lugar de abandonarse en el verano del 24, no se ha hecho hasta el 26. La ocupación debió ser interaliada, pero no ha sido así. América tuvo escasos contingentes durante el armisticio y los retiró en seguida. Inglaterra ha mantenido uno poco numeroso en Colonia hasta el pasado verano, y Bélgica ocupó primero el Rhin de la frontera holandesa hasta cerca de Colonia, y ahora sólo la estrecha zona de Julich y Aix-la-Chapelle, de modo que la ocupación ha sido casi exclusivamente francesa.

En la actualidad está sobre el tapete la evacuación anticipada de la segunda zona, cosa que fué ya objeto de conversación hace un año al firmarse el famoso acuerdo de Locarno. Y no parece que en Francia tenga tal idea demasiados adversarios, pues la gran masa ha visto que de la ocupación sólo sacaba gastar dinero. La garantía militar contra Alemania sólo la puede obtener siendo más fuerte que ella, o por lo menos no excitando el sentimiento de revancha, y en tal sentido la ocupación es perjudicial.

Ven bien claro los franceses que la garantía territorial si no es definitiva es inútil, pues cuando llegue el día de la evacuación el enemigo probable puede empezar a trabajar; la ocupación de quince años es bastante larga para excitar los sentimientos nacionalistas, pero demasiado corta para crear intereses duraderos y cambiar el estado de espíritu de un pueblo, y la ocupación con su secuela de vejaciones restá en todo el mundo simpatías al ocupante, resultando en definitiva cierta la frase de Lloyd George, que decía: «La ocupación es inútil y perjudicial.»

Hay, claro está, un núcleo, cada día más reducido, que quiere aplicar íntegramente el tratado y no abandonar. Otro preconiza el abandono inmediato y sin condiciones, invocando ideas rusas de solidaridad humana a estilo de Moscú, y otro moderado, que ansioso de paz, y comprendiendo que ella sólo puede venir aplacando antes los espíritus, quiere el abandono pero condicionado por algo financiero que los aproxime a Inglaterra, de la que está hoy demasiado separada, y a los Estados Unidos que nada hacen por suavizar sus relaciones mientras no vean ratificado el acuerdo sobre el pago de las deudas. Cuál será la solución no es fácil decirlo, pero nos atrevemos a ser profetas y asegurar que no pasará este año sin que se abandone con alguna anticipación la segunda zona y quizá el puerto de Kehl frente a Straburgo, que ocupado y administrado hoy por Francia causa grave quebranto a la economía alemana, privada de libertad en el uso de esa gran vía fluvial a la que debía gran parte de su riqueza el país rhenano.

SALVADOR GARCIA DE PRUNEDA.



La primera enseñanza en una Compañía de Zapadores expedicionaria.

Al hacernos cargo en el vivac de Loma Rocosa de Tesef (kábila de Beni Tuzin)—Melilla—en agosto del pasado año, del mando de la Compañía expedicionaria del 4.º Regimiento de Zapadores Minadores y examinar las filiaciones de los soldados de la misma, nos encontramos ante el triste hecho de que, componiendo la plantilla de dicha unidad 218 hombres de tropa, no sabían leer ni escribir 30 soldados, y que otros siete, a pesar de firmar su media filiación y no figurar como analfabetos, tampoco sabían leer y sus conocimientos de escritura se reducían a poner su nombre y apellido.

Esta crecida proporción de analfabetos—el 17 por 100—constituyó una de nuestras primeras preocupaciones, y a pesar de que el trabajo encomendado a la Compañía—construcción de la pista de la meseta de Tesef, para unir Melilla con Alhucemas, cruzando el macizo montañoso de aquel nombre que separa los valles de los ríos Kert y Nekor—era apremiante y duro, que la época del año era la menos apropiada para simultanear con la penosa jornada de trabajo, la enseñanza de quienes llegaban al vivac, al término del día, después de haber soportado el calor de la canícula en los tajos de la explanación y que la naturaleza del alojamiento—tiendas cónicas en número preciso para el efectivo de la fuerza—dificultaba también notablemente la reunión adecuada de 20 ó 30 hombres durante el tiempo que durara la clase, nos propusimos decididamente el conseguir que, por cuantos medios estuvieran a nuestro alcance, aprendieran los conocimientos más elementales y necesarios en la vida, el mayor número posible de aquellos animosos y sufridos zapadores, de veintidós a veinticuatro años de edad, a quienes la fortuna no puso a su alcance, durante su infancia o adolescencia, la escuela de primera enseñanza donde pudieran adquirir los rudimentos que de niño se aprenden fácilmente y que de hombre ya es más difícil el lograr poseerlos.

A primeros de septiembre se implantó la Escuela de primeras letras en el citado vivac de la compañía, encomendando la enseñanza de los 20 soldados analfabetos presentes en el mismo—un destacamento de la compañía en Dar Dríus y las incidencias propias del servicio por hospitalidades, licencias, etc., no permitió reunir la totalidad de los que carecían de conocimientos de lectura y escritura—al alférez de la Compañía D. Francisco Ríos Beltrán, quien en su hoja de servicios tiene anota-

da práctica especial, como profesor de las Escuelas de los Regimientos de Telégrafos y Ferrocarriles, para la enseñanza de telegrafistas segundos y primeros y ferroviarios del movimiento de trenes, y cuyas condiciones personales son, por lo demás, sumamente adecuadas para salir airoso del cometido que se le señalaba.

El día 5 de septiembre de 1926 dieron principio las clases, que se celebraban diariamente, por mañana y tarde, en una tienda de campaña, desalojada previamente, aprovechando el haber construido algunos soldados cabañas y chabolas, con lo que al ocuparlas, dejaron sitio libre en las tiendas y completando el número que de ordinario tenían éstas—20 hombres—quedó disponible una de ellas para Escuela.

Los resultados conseguidos en los seis primeros meses de clase son los siguientes:

Han asistido asiduamente a la Escuela 20 soldados, habiendo aprendido a leer y escribir en el plazo de dos meses dos de ellos, escribiendo al dictado y leyendo con soltura, en manuscrito, por lo que dejaron de asistir a clase. Necesidades del servicio alejaron de la Escuela, en ese plazo de dos meses, a otros dos soldados, y uno más pasó al hospital; los 15 restantes, leían lentamente y sabían escribir el sobre de las cartas dirigidas a sus familias, a los tres meses, y actualmente al medio año de enseñanza, han aprendido a leer y escribir, redactando por sí las cartas a la familia y leyendo cuantas recibían, siete de ellos; estando muy adelantados en lectura y escritura, sabiendo firmar y poner los sobres, los ocho restantes.

El efectivo de esta compañía está constituido exclusivamente por soldados catalanes y aragoneses (de la montaña catalana y del Alto Aragón) llamándose los zapadores que primero aprendieron a leer y escribir—en dos meses como se ha dicho—José Eixarch y Silverio Rubio y los siete que han conseguido leer y escribir a los seis meses de clase, Agustín Aixendri, Balbino Rioja, Manuel Pera, Matías Guillén, Ramón Castillo, Víctor Sánchez y Vicente Lambarri.

Los libros empleados en la enseñanza son, para la lectura, el Catón de J. Aroca, el Método de Seijas y los manuscritos de J. Dalmau Carles, Calleja y Palucie, alternando con párrafos de periódicos y revistas y capítulos de textos militares, y para escribir los Métodos de escritura inglesa de Vicente Valliciergo y Dalmau y Carles.

El resultado obtenido en los seis primeros meses de clase no puede ser más lisonjero, a lo que ha contribuido el interés y afición demostrada por los alumnos—el primero que salió de la Escuela sabiendo leer y escribir era un soldado casado, quien ponía de manifiesto su alegría al bastarse a sí mismo para descifrar y redactar las cartas de su esposa y

las que a ella dirigía—pero es indudable que la disposición y perseverancia del oficial a quien se encomendó la misión de enseñar a los analfabetos, han sido los factores decisivos del éxito alcanzado, que nos anima a continuar la tarea emprendida, para lo cual serán relevados en breve plazo los soldados faltos de enseñanza que forman parte de los destacamentos que actualmente tiene la compañía en Loma Roja de Tesef y Zoco el T'zenin de Beni Hadifa, para encuadrar a los peones indígenas que trabajan en la carretera y pista en construcción del Río Nekor y de Targuist, sin cuyos destacamentos hubieran pasado ya por el vivac de la Compañía todos los analfabetos de la misma. Los que aún quedan, no son más que la tercera parte del efectivo y aprenderán en la tienda-escuela, sentados sobre las cajas-envase de latas de gasolina, bajo el frío del invierno, como sus compañeros aprendieron en el rigor del verano, gracias al trabajo tutelar del oficial-profesor, a deletrear primero, a juntar las letras después, y, por último, a leer de corrido, trazando simultáneamente sobre los cuadernos puestos en sus rodillas, traídos de la plaza y redactados por los más prestigiosos profesores del Magisterio español, los primeros palotes, las curvas y palabras que abren, sus inteligencias dormidas, a la luz de los primeros conocimientos del saber humano que pronto ha de facilitarles su caminar por el Mundo y hacerles recordar los años que de su servicio militar pasaron en Marruecos.

MANUEL GALLEGO.

CENTENARIO DE LA CREACION DEL MUSEO DE INGENIEROS

Hace pocos días ha transcurrido un siglo desde que, por Real Orden de 22 de abril de 1927, se desglosó del antiguo Museo Militar, que existía desde principios del siglo XIX, el de Ingenieros del Ejército.

En 3 de julio siguiente se aprobó el Reglamento y en 19 del indicado mes se nombró su personal, siendo su primer director el coronel don Basilio Agustín.

No tienen estas líneas por objeto el seguir las distintas etapas y sucesivas instalaciones porque ha pasado dicha dependencia, primero dentro del Palacio de Buenavista, desde 1868 a 1904 en el Palacio de San Juan, y tras pocos meses en el Palacio de la Industria del Hipódromo, en su actual alojamiento en el edificio que se construyó para Almacenes del Material. Su historia completa se puede seguir en varios trabajos, entre otros en el primer tomo de Historia del Cuerpo publicado en ocasión del

II Centenario de su creación y en las notas que encabezan algunas ediciones de los catálogos de la Biblioteca y el Museo, en especial el de 1911.

Estas líneas en el MEMORIAL no tienen más fin que el de que quede registrada la fecha en que adquirió personalidad propia un organismo que, con la Biblioteca que más tarde se le agregó, tanto ha cooperado a elevar la cultura de los oficiales del Cuerpo y en donde desaparecida la nunca bastante llorada Academia, radica lo más importante de los recuerdos de nuestra historia colectiva.

R.

NECROLOGIA

Próxima la fecha en que han de quedar grabados en el *Cuadro de Honor* de nuestro Museo, los nombres de los Ingenieros Militares muertos en campaña durante los últimos años, el MEMORIAL ha de hacer un esfuerzo, procurándose los datos que aún le faltaban para insertar en sus páginas las necrologías de aquellos que por dificultades para obtener la documentación oficial, aún no han sido publicadas.

Corresponde registrar en este número las pérdidas de tres oficiales del Cuerpo que en Africa sellaron con su sangre el juramento de fidelidad prestado a la Bandera. Son éstos: el teniente D. Inocencio García Rodríguez, que en un servicio tan puramente técnico como el telegráfico, supo excederse y perder la vida en su peculiar función; el teniente D. Pedro Serra Poch, desaparecido en la flor de su juventud cuando empezaba a rendir al Ejército el fruto que de su entusiasmo y talento podía esperarse y el teniente D. Ramón Topete Hernández, que después de su brillante comportamiento en Tifarutin como alférez de complemento y vuelto a ingresar por aclamación en la Academia, perdió su vida cuando acudía a incorporarse a un cuerpo de vanguardia, al que le llevaba su ardor y su verdadera pasión por la guerra.

Reciban las familias de estos compañeros, que ofrendaron su vida por la Patria, el testimonio de sincero pesar que el MEMORIAL les transmite en nombre de cuantos llevamos las torres de plata, y tengan la seguridad de que su recuerdo y buen ejemplo perdurará entre nosotros.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL TENIENTE DE INGENIEROS Don Inocencio García Rodríguez.

Nacido en Ribadeo en 15 de enero de 1899 ingresó en la Academia en septiembre de 1918, siendo nombrado alférez alumno en julio de 1921 y teniente del Cuér-

po en 9 de diciembre de 1922, incorporándose el 17 de enero de 1923 en Oviedo al 6.º Regimiento de Zapadores Minadores al que había sido destinado.

Durante el mes de febrero permaneció en Retamares con una compañía de su regimiento, tomando parte en la Escuela Práctica de Conjunto, siendo baja en el 6.º por su destino a la Compañía de Telégrafos de la Comandancia de Melilla en la propuesta reglamentaria del mes de marzo, incorporándose a su nuevo destino el 28 de abril, prestando servicios en la plaza hasta el 16 de mayo en que salió para Dar Quebdani, revistando las estaciones del sector. El 20 tomó parte, mandando los elementos de telégrafos con la columna del coronel Coronel en la ocupación de Yzumar y Tifaruin. El 23 con la columna del coronel Seoane, hizo el enlace entre ambos puntos y construyó distintos ramales hasta el 24. El 2 de junio tendió otra línea entre Sidi Messaud y Afaruin. El 5 tomó parte en el reconocimiento por Afaruin realizado por la columna Salcedo. Del 20 al 25 reparó las líneas de Afran y Sidi Messaud, e instaló las nuevas de Yzumar a Farha, de aquí a Afaruin, a Dar Quebdani, Yzumar y Sidi Messaud, y de Sidi Messaud a Afaruin y Tifaruin, y el 12, de Dar Quebdani a Ulad Aixa.

El día 16, y habiendo sido cortada la línea telefónica de Farha a Tifaruin, solicitó autorización para salir con la cuadrilla a repararla, lo que le fué concedido al día siguiente, marchando con la columna Pintado en dirección a Farha, desde donde avanzó con una bandera del Tercio, verificando pruebas para localizar la avería, durante las cuales y estando a la altura de las guerrillas, encontró gloriosa muerte por una bala enemiga. □



EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL TENIENTE DE INGENIEROS

Don Pedro Serra Poch.

Nació en Palma de Mallorca el 29 de octubre de 1901 y el 21 de diciembre de 1915 sentaba plaza como voluntario en el Regimiento de Infantería de Palma número 61, siendo ascendido a soldado primero en 1 de julio de 1916. En julio de 1919 aprobó el plan de ingreso en la Academia, incorporándose en 8 de septiembre. En 6 de diciembre de 1922 ascendió a alférez alumno y terminados los estudios reglamentarios, a teniente del Cuerpo en 9 de julio de 1924, siendo destinado al 1.º Regimiento de Telégrafos.

Incorporado el 1 de agosto, marchó el 6 de septiembre formando parte de la 6.ª compañía expedicionaria, con la que llegó a Ceuta el día 12. Prestó servicio de su clase en Ceuta, Tetuán y su zona. El día 21 de octubre salió con tropa de su compañía y otra de la 2.ª Sección de la 1.ª hacia el Fondak de Ain-Yedida, sufriendo el conveý de que formaba parte una agresión de los moros, en la cual resultó muerto. □

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL TENIENTE DE INGENIEROS

Don Ramón Topete Hernández.

Nació en Madrid en 23 de julio de 1894, ingresando en la Academia en 8 de Septiembre de 1914 y ascendió a alférez-alumno en 10 de septiembre de 1920.

Por Real orden de 18 de noviembre de 1922 se dispuso su separación, pasando a formar parte de la escala de complemento de Ingenieros, con el empleo de alférez, siendo destinado en febrero de 1923 a la Comandancia de Ingenieros de Melilla, en

donde, después de dedicarse a la instrucción de reclutas y servicio ordinario, marchó en 12 de mayo a Dar Quebdani, tomando parte con la 3.^a compañía de zapadores en las operaciones, formando parte de la columna Coronel, de reconocimiento de Afrau el 15 y de ocupación y fortificación de Izumar y Tifaruin. El 3 de agosto marchó a esta posición, para construir una pista hasta Afrau, y formando parte de la guarnición de Tifaruin se encontraba cuando el 16 del mismo mes fué asediada, distinguiéndose notablemente, tanto en la construcción y refuerzo de las masas cubridoras, como en una salida con un sargento y 14 zapadores y en general por su elevado espíritu, que cooperó mucho a la brillante resistencia de la posición hasta el 22 en que fué socorrida.

Después de breve estancia en Melilla, volvió el 1.º de septiembre a Dar Quebdani, tomando parte el 4 en la ocupación de Pico Rocosó y dos casas frente a Tifaruin.

Por su brillante comportamiento militar, se le concedió el reingreso en la Academia por Real orden de 19 de septiembre como alférez-alumno, incorporándose el 1.º de octubre, y terminados sus estudios, se le promovió a teniente del Cuerpo en 9 de julio de 1924, pasando al 3.º Regimiento de Zapadores, al que se incorporó en Sevilla el 1.º de agosto, embarcando el 6 de septiembre con rumbo a Ceuta, formando parte de la 3.^a compañía expedicionaria, que pasó a Tetuán, alojándose en la Alcazaba.

Durante el mes desempeñó distintos cometidos técnicos en Laucien, Río Martín, Torreta del Jalifa, saliendo el día 20 a unirse en Gorgues a la columna del general Castro Girona, que marchó por el collado de Dar Ray, valle de Ben Tanib, Buhalal, collado de Alferit, Raula, zoco el Arbáa, Xeruta y Dar Accoba, pasando luego a Xauen y Hamara. En todo este ciclo de operaciones, muy movido, que duró hasta el día 8 de octubre, tuvo ocasión de llevar a cabo numerosos trabajos de zapador, la mayor parte bajo el fuego enemigo.

Dispuesto su destino a la Harka del comandante Muñoz Grande, emprendió el 26 la marcha a Larache, para incorporarse, siendo alcanzado en la carretera del Fondak por una bala enemiga, en ocasión en que también fué herido el coronel Millán Astray, falleciendo a consecuencia de su herida el mismo día.

Se hallaba en posesión de la medalla de Marruecos, con pasador Melilla, por sus servicios durante 1922, como alférez de complemento. □

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

Los «records» mundiales de la Federación Aeronáutica Internacional.

En la Conferencia de Praga celebrada en septiembre de 1925, la Federación Aeronáutica Internacional, acordó una nueva lista de *records* oficiales, tanto mundiales como nacionales, más reducida que la vigente hasta entonces, y que ha empezado a regir en 1.º de julio de 1926. Comprende seis clases de aeronaves y dentro de cada una de ellas varios *records* absolutos y relativos según diferentes categorías.

Vamos a analizar el significado de cada uno de estos *records* respecto al verdadero progreso aeronáutico que su realización puede representar.

En toda *performance*, o prueba aérea realizada, intervienen como factores, en mayor o menor grado de influencia, las cualidades del aparato, las del personal que lo dirige y las del medio ambiente en que se realiza. Las primeras, o sean las cualidades del aparato, pueden ser las que se derivan de su tamaño o de sus características técnicas, y las cualidades del personal pueden referirse a su pericia, a su resistencia física o a su temeridad.

En líneas generales es indudable que lo más interesante de favorecer con la homologación y publicidad de estos *records* es el mejoramiento de las características técnicas de las aeronaves, y de la pericia de sus tripulantes. Todo progreso en este sentido constituye un paso hacia el perfeccionamiento de la aeronáutica. Los *records* que principalmente dependen del tamaño de la aeronave empleada o de la resistencia física de su personal, ya no son tan interesantes, aunque siempre los primeros pueden representar un avance por la resolución de los problemas técnicos que el aumento sucesivo de tamaño, capacidad o potencia de la aeronave puede representar y por la enseñanza que se deduce de la experimentación cada vez en mayor escala; y los segundos, pueden conseguir interés de orden deportivo. Los otros *records* cuya realización se consigue casi exclusivamente por la influencia favorable de los agentes atmosféricos pueden considerarse como inútiles, y los que se obtienen arriesgando la vida del personal en una hazaña peligrosa cuyo éxito sólo depende de la suerte, deben ser prohibidos como perjudiciales y contraproducentes para el progreso aeronáutico.

Las aeronaves, cuyos *records* admite la F. A. I. son las siguientes: clase A (globos libres), clase B (dirigibles), clase C (aviones con motor), clase C bis (hidroaviones), clase D (aviones sin motor) y clase G (helicópteros). No se consideran *records* oficiales de las clases E y F (cometas tripuladas y paracaídas). Los autogiros, según decisión de la F. A. I. que encontramos difícilmente justificable, se consideran como incluidos en la clase C para los efectos de *records*, a pesar de ser aparatos de características esencialmente distintas de los aeroplanos con motor y desde luego mucho más diferentes de ellos que los hidroaviones, que constituyen clase aparte.

En la clase A (globos libres) hay tres *records* absolutos: de duración, de distancia (ambas sin escala) y de altura, y 24 *records* por categorías correspondientes a estos tres mismos conceptos: duración, distancia y altura, según que la capacidad del globo sea inferior a 600 metros cúbicos, comprendida entre los límites 600, 900, 1.200, 1.600, 2.200, 3.000 y 4.000 metros cúbicos, o superior a esta última cubicación.

La duración y la distancia recorrida por un globo libre dependen, principalmente, del estado atmosférico y de la capacidad del globo. La pericia del piloto sólo se puede deducir comparando su viaje con los demás hechos en iguales circunstancias, y estos *records* absolutos sólo pueden tener un interés teórico o deportivo pero de escasa influencia práctica para el progreso de la aeronáutica. Análogamente la altura alcanzada por el globo está fijada casi exactamente por su cubicación y su peso, y es casi independiente del estado atmosférico y de la habilidad o conocimientos del piloto con tal que tenga la resistencia física necesaria para soportar el frío y la débil presión atmosférica de las grandes alturas.

El interés deportivo y teórico de este *record* absoluto puede ser grande, pero el práctico para la aeronáutica tampoco es considerable aunque en él tiene alguna mayor influencia la perfección del procedimiento de construcción del aerostato que puede reducir el peso muerto y aumentar la altitud del *record*.

En cambio, los 24 *records* de globos libres por categorías carecen, en nuestra opinión, de importancia tanto teórica como práctica y deportiva, pues las separa-

ciones de cubicación son suficientemente grandes para que la influencia del volumen se haga notar aun dentro de cada categoría, y el interés deportivo es nulo comparado con el que tienen los *records* absolutos, por lo que, en gracia a la simplificación, no habría ningún inconveniente en suprimirlos, pues en realidad nadie se preocupa de ellos. Más interesante, desde el punto de vista deportivo, sería establecer un *record* de velocidad de ascensión en globo libre, si no fuera por las dificultades casi insuperables de la homologación.

Para los dirigibles (clase B) sólo hay *records* absolutos de duración y distancia (ambas en circuito cerrado), de distancia en línea recta, de altitud y de velocidad en circuito cerrado sobre recorridos de 100, 500, 1.000, 2.000 y 3.000 kilómetros.

En todos ellos influye primordialmente la capacidad, casi exclusivamente en los de duración y altitud. La finura aerodinámica tiene más influencia en los *records* de velocidad, sobre todo en los de menor recorrido, y en el de distancia en circuito cerrado; en cambio para distancia en línea recta, los factores más importantes son la capacidad y el viento.

Por lo tanto creemos que, desde el punto de vista aerodinámico, los *records* de dirigibles más importantes son los de velocidad con pequeño recorrido, en cambio para el progreso comercial de la navegación aérea, los de distancia en circuito cerrado y velocidad en gran recorrido (que debería extenderse a mucho más de los 3.000 kilómetros considerados como límite) son los de mayor importancia, careciendo de ella el de altura si no va acompañado de otras condiciones, y el de distancia en línea recta, en el que el viento influye de un modo casi decisivo.

Los aviones con motor (clase C) tienen cinco *records* absolutos (duración y distancia en circuito cerrado, distancia en línea recta, altitud y velocidad), cinco de velocidad sobre recorridos de 100, 500, 1.000, 2.000 y 5.000 kilómetros, y estos mismos *records* de velocidad sobre recorridos, además de los de duración, distancia y altitud, para aviones que lleven 500, 1.000, 2.000 y 4.000 kilogramos de carga comercial. Además hay *records* de duración y de distancia en circuito cerrado con aprovisionamiento en vuelo, y uno de máxima carga comercial elevada a 2.000 metros de altitud; lo que hace en total 77 *records* de aviones con motor.

Iguales *records* se admiten para los hidroaviones (clase C bis).

Las características técnicas de un avión, independientes del tamaño, que pueden influir en estos *records* son su finura aerodinámica, su cualidad sustentadora, el rendimiento de su hélice, el rendimiento térmico del motor, la ligereza de construcción (relación entre el peso en vacío y la carga de rotura) y el coeficiente de seguridad (relación entre la carga de rotura y la carga en vuelo). En cada uno de los *records* citados influyen estas características en mayor o menor grado, pudiéndose clasificar según la característica predominante.

En el *record* absoluto de altitud influye, ante todo, la cualidad sustentadora, y esta misma cualidad, acompañada del tamaño del aparato en más o menos proporción según el peso transportado, es el factor decisivo en los *records* de altitud con carga y de mayor carga elevada a 2.000 metros.

En la mayor duración, con o sin carga, influye también en primer lugar la cualidad sustentadora del avión, además de su tamaño y de la ligereza de construcción, y de los rendimientos de la hélice y del motor.

La finura o rendimiento aerodinámico del avión, unido al rendimiento de la hélice y al del motor, con la ligereza de construcción, son los factores más importantes en los *records* absoluto de distancia en circuito cerrado y de velocidad.

Para los *records* de distancia en circuito cerrado y de velocidad con cargas y so-

bre recorridos diferentes influyen todas las características citadas: finura, rendimientos, ligereza de construcción, cualidad sustentadora y tamaño, acusándose la importancia de los dos últimos, tanto más cuanto más grandes sean la carga y el recorrido.

Respecto a los *records* de distancia en línea recta y de duración o distancia con aprovisionamiento en vuelo, su interés es puramente deportivo por la influencia que en el primero tiene el viento y en los otros dos la habilidad de los pilotos. Además, en todos estos *records*, y principalmente en los últimos, se puede obtener ventaja disminuyendo el peso muerto, no por mejoramiento de la construcción, sino por reducir el valor del coeficiente de seguridad, lo que quita todo interés técnico a la prueba y la hace perjudicial y peligrosa.

En la clase D (aviones sin motor) hay *records* de duración, distancia en circuito cerrado, distancia en línea recta, altura y velocidad en circuito cerrado superior a un kilómetro.

En todos ellos los factores decisivos son el viento y el terreno sobre que se vuela, por lo que su interés técnico no es grande, pues un mediano avión sin motor puede batir un *record* establecido por otro muy superior, siempre que el estado atmosférico y el terreno elegido sean mejores y la habilidad y condiciones físicas del piloto permitan su máximo aprovechamiento. Tal vez el más interesante de estos *records*, desde el punto de vista técnico, sea el de velocidad en circuito cerrado, por ser en el que puede influir más las condiciones aerodinámicas del avión.

Por último, para los helicópteros (clase G) hay *records* absolutos de duración, distancia en circuito cerrado, distancia en línea recta, altura y velocidad en circuito cerrado sobre recorridos de 1, 10, 100 y 500 kilómetros y análogos *records* relativos (excepto el de distancia en línea recta) para cargas de 200, 500 y 1.000 kilogramos.

Estos aparatos tienen iguales características que los aeroplanos, por lo que les son aplicables las consideraciones que se han dicho para ellos, y solamente hay que hacer notar la falta de un *record* especial para helicópteros que acuse el perfeccionamiento en su peculiar funcionamiento, por ejemplo, de subida o de descenso vertical o de estacionamiento en el aire.

En resumen, creemos que de todos los *records* que admite actualmente la F. A. I., los de verdadera importancia técnica son: los de velocidad y distancia en circuito cerrado para los dirigibles (sobre todo elevando el máximo recorrido hasta el triple de los 3.000 kilómetros establecidos), los de aviones con motor e hidroaviones exceptuando el de distancia en línea recta y los de aprovisionamiento en el aire, el de velocidad en circuito cerrado de avión sin motor y los de helicópteros, exceptuando el de distancia en línea recta. Los demás pueden considerarse como de interés deportivo, excepto los de categorías de globos libres que creemos carecen por completo de interés.

Además, para evitar el excesivo número de *records* que les hace perder importancia a los que realmente la tienen, se podrían sustituir todos los de carga de aviones, hidroaviones y helicópteros, por uno para cada una de las clases C, C' y G que fuera de carga-distancia o de carga-distancia-velocidad, que podrían llamarse de *transporte* y de *transporte rápido*, y lo obtendría la aeronave que transportará una carga G en un recorrido cerrado l con una velocidad v , de modo que el producto $G l$ (toneladas-kilómetro), o $G l v$ (toneladas-kilómetro-kilómetros por hora) sea máximo.

Debería exigirse igualmente que todo aparato que intente un *record* satisfaga las condiciones de navegabilidad establecidas, de modo que no pueda realizarlo a

costa de una reducción peligrosa del coeficiente de seguridad en su construcción.

También convendría crear nuevos *records* que tienen realmente importancia técnica, como el de separación de velocidades para las clases C y C' y los propios de helicópteros y autogiros de vuelos estacionarios y verticales.

Y, finalmente, debería simplificarse la homologación de los *records*, prescindiendo de los requisitos reglamentarios en los casos en que la realización de una *performance* aeronáutica hubiera quedado universalmente comprobada, aun sin la intervención en ella de la F. A. I. Esto, en lugar de restar seriedad a los *records*, por el contrario les daría mayor garantía, evitándose que los certificados de la F. A. I. se consideren, como ocurre actualmente, no como justificantes de la realización de una proeza aérea no superada, sino como demostración de que se han cumplido una serie de formulismos, la mayor parte de las veces innecesarios. Así, por ejemplo, siendo universalmente conocidos los viajes de dirigibles en que se han obtenido velocidad propia de más de 130 kilómetros por hora, se han hecho recorridos de más de 7.000 kilómetros y permanecido en el aire más de cuatro días, los *records* que actualmente figuran en la lista oficial de la F. A. I. para las aeronaves de clase B (dirigibles) son: velocidad 64,8 kilómetros por hora, distancia recorrida 810 kilómetros y duración quince horas.

#

REVISTA MILITAR

Un artículo del «Memorial» acogido en la Prensa profesional inglesa.

En el número de marzo (primer trimestre), volumen XLI, número 1, 1927, de la revista técnica inglesa *The Royal Engineers Journal*, página 68 y siguientes, se publica un amplio extracto del artículo que nuestro malogrado compañero el capitán Rodríguez Ramírez dió a luz en estas columnas en el número de marzo de 1926, referente al desembarco en Alhucemas.

A continuación del extracto el traductor inglés esboza algunos comentarios por cuenta propia, que como simple información reproducimos seguidamente. Según él, en la operación son merecedores de crítica los puntos siguientes:

1.º La composición heterogénea de las columnas y el agrupamiento de más de doce unidades importantes bajo un Estado Mayor de brigada, tanto más, cuanto que posteriormente una vez desembarcadas y comenzado el avance, fueron organizadas en cinco columnas que obraban independientemente.

2.º No parece fueron utilizadas las ventajas teóricas conocidas de mantener la Armada, el Ejército y las fuerzas aéreas directamente bajo un mando. Los convoyes no pudieron llegar a su destino en el tiempo marcado a una distancia de 30 millas hacia el interior, y tampoco las fuerzas aéreas hicieron su aparición en el punto preciso cuando era necesario.

3.º Fueron inadecuadas algunas de las disposiciones para llegar a poner pie en tierra, y faltaron asimismo reglas para distribución del agua y disciplina de este servicio.

No parece oportuno el someter a discusión estas opiniones personales del escritor inglés, y mucho menos el comparar las disposiciones adoptadas en el desembar-

co español, con las que los aliados emplearon en su magna y fracasada empresa de los Dardanelos. □

El super-submarino X. I.

En noviembre de 1921 fué botado en Chattam el gran submarino inglés X. I., de 3.600 toneladas en inmersión, armado con seis cañones de cinco pulgadas y media, con tripulación de cien hombres, del que se esperaba una velocidad en superficie de 30 nudos. Terminado por completo en 1923, se nombró en el mes de diciembre de dicho año una Comisión de ensayos bajo el Mando del R. H. T. Raikes, que comenzó las pruebas en 2 de junio de 1924, que han proseguido durante más de tres años, siendo muy discutido el valer del enorme navío. Por fin, acaba de disponerse que entre en servicio quedando afecto al crucero ligero *Conquest*, de 3.750 toneladas, perteneciente a la flotilla del Mediterráneo.

Se trata de un verdadero crucero sumergible oceánico, tipo experimental del que no se ha construido más que una unidad como muestra y cuya aplicación parece ser la de escoltar a convoyes mercantes, sustituyendo, en este cometido, a un crucero de superficie.

Los inconvenientes que se han encontrado a este submarino, que es el mayor del Mundo, son su excesivo volumen que le impide sumergirse y ocultarse rápidamente en profundidades suficientes, y por la misma causa no es apto para funciones tácticas ofensivas. Se deduce de los comentarios de las revistas técnicas que censuran al Almirantazgo la orientación que representa, que el tipo no será reproducido y que los futuros submarinos tendrán tonelajes más modestos. □

Nueva instrucción francesa sobre enmascaramiento.

Se ha distribuido en los Cuerpos del Ejército francés una nueva instrucción relativa al *enmascaramiento*, que considera a este elemento como esencial para conservar al mando su libertad de acción en todos sus escalones.

El concepto de la palabra resulta ampliado, pues no se limita a ocultar instalaciones fijas, sino que se extiende a movimientos y a todas las manifestaciones de la actividad de los ejércitos, llegando al concepto de enmascaramiento ofensivo, que hace creer al adversario en la existencia de otros planes e intenciones que las que realmente se tienen.

El *dominio* del enmascaramiento se extiende al ejército todo y gran parte de la retaguardia. En los *medios* analiza los naturales y artificiales, la mayor parte de ellos conocidos. Hace resaltar su *importancia*, pues depende de ella el éxito de las maniobras.

Para su *eficacia* es indispensable un plan previo, su desarrollo acertado y, sobre todo, una enorme disciplina, que ha de comprender a todas las tropas y que por lo mismo que se relaciona con las más nimias acciones de la vida ordinaria, es más difícil de mantener. Hace resaltar la verdad que ha puesto de manifiesto la guerra, de que un enmascaramiento tardío o incompleto es inútil y hasta perjudicial. Otra cualidad indispensable es que esté entretenido de un modo constante.

El servicio se organiza, dividiendo el personal en dos categorías, según la índole de los trabajos. Los corrientes, como formando parte de la preparación del terreno se realizan por las tropas de todas las armas; y los especiales, que exigen materiales artificiales y reglas difíciles, se lleva a cabo por personal especializado afecto a los Parques de ingenieros. La dirección depende también de ingenieros,

El material normal (redes cubre cañones, telones, etc.), forma parte de la dotación de las tropas. El aprovisionamiento, tanto de éste como del especial para casos complicados, está a cargo del servicio de ingenieros que lo adquiere, prepara, entretiene y distribuye.

En la instrucción hay también normas para la enseñanza de los métodos de enmascaramiento normales.

Montaje universal para los telémetros monostáticos.

El italiano A Bernini ha patentado un nuevo montaje para los telémetros monostáticos, adaptado especialmente para su aplicación a la medida de distancias a un blanco aéreo. Consiste, en esencia, en permitir el giro, no solamente alrededor de dos ejes, uno horizontal y otro vertical, sino de un tercero, perpendicular a ambos, que hace posible que la base telemétrica tome una posición inclinada.

Las ventajas del sistema son las siguientes:

- a) Se puede hacer la rectificación del instrumento en altura con la misma precisión con que se hace en distancia.
- b) Ambas rectificaciones pueden hacerse sobre el mismo objetivo.
- c) Las imágenes de las líneas límites del objetivo pueden ser normales a la de separación del campo, con lo que el ajuste se hace más exactamente.
- d) Se puede seguir a una aeronave en cualquier posición, incluso en el zenit.
- e) Puede evitarse al operador la dificultad de ajuste de las imágenes, cuando éstas se desvían rápidamente en sentido normal a la línea de separación del campo.

CRÓNICA CIENTÍFICA



El molibdeno en los aceros especiales.

El molibdeno, muy empleado entre 1914 y 1918 como elemento importante de varios aceros especiales, no tiene hoy aplicación tan amplia, aunque sus propiedades no carecen de interés. En esta noticia vamos a referirnos especialmente a la influencia del molibdeno en los aceros semiduros al carbono, que contienen, además, níquel y cromo; estas aleaciones, de gran resistencia a la tracción, se emplean modernamente como aceros de construcción.

La utilidad que se reconoce hoy al molibdeno es la de elemento adicional muy útil para algunos aceros. Se pretendía no hace mucho que los aceros al molibdeno se distinguían especialmente por su gran resistencia a la fatiga, pero se ha visto que en este respecto no aventajan a los demás aceros que tienen igual resistencia a la tracción.

El rasgo predominante de los aceros níquel-cromo-molibdeno es la relativa ausencia de efecto de masa, demostrada por la uniformidad de propiedades en todo el espesor de piezas gruesas después de los tratamientos mecánico y térmico. Los efectos debidos a la temperatura inicial y a la velocidad de enfriamiento al través de las

temperaturas críticas es menor que en los aceros níquel-cromo. Únicamente cuando las velocidades de enfriamiento fueron mínimas— $0,5^{\circ}$ C por minuto—se vió que la temperatura crítica ocurrió exactamente en el punto A r, 650° C; con esta velocidad de enfriamiento la temperatura inicial no tenía efecto sobre la posición del punto crítico.

Muchos aceros níquel-cromo tienen el inconveniente de que su temperatura de recocido está entre límites muy estrechos. El hecho de que el molibdeno suprime el riesgo de fragilidad por efecto del recocido hace posible una mayor variación en las temperaturas de esa operación, y esto, unido con la propiedad que tiene el molibdeno de reducir el efecto del recocido, permite obtener en los aceros níquel-cromo-molibdeno mayor amplitud de propiedades mecánicas que en los aceros níquel-cromo correspondientes. Con facilidad se alcanzan límites elásticos aparentes de 115 a 125 kilogramos por milímetro cuadrado y esos aceros se trabajan con facilidad, siempre que su composición sea la conveniente.

Los aceros níquel-molibdeno con gran proporción de níquel resultan difíciles de trabajar cuando se les da un tratamiento apropiado para obtener esos límites elásticos elevados, y presentan, además, una superficie áspera e irregular, mientras que los aceros cromo-níquel-molibdeno con menos de 3 por 100 de níquel se ve que son marcadamente superiores a los aceros cromo-níquel con o sin molibdeno, en los cuales la proporción de níquel es superior al 3,5 por 100.

Un punto interesante es el de la pequeña cantidad de molibdeno necesaria para obtener el mayor efecto beneficioso en estos aceros. En los que contienen menos de 1 por 100 de cromo y de 0,35 por 100 de carbono, la proporción de molibdeno que produce el máximo efecto varía entre 0,8 por 100 en los aceros con 2 por 100 de níquel y 0,35 en los que contienen 3,5 por 100 de ese metal. Estas cifras representan, por tanto, el máximo contenido de molibdeno que debe aconsejarse, debiéndose tener en cuenta que la adición de cantidades aún más pequeñas puede ser suficiente para mejorar de modo apreciable las propiedades del metal. Aunque, como queda dicho, los aceros con mayor proporción de níquel requieren menor cantidad de molibdeno, se recomienda, con fundamento, que la proporción de níquel en los aceros níquel-cromo-molibdeno sea bastante inferior al 3 por 100. La composición más indicada por los tratadistas es la siguiente: carbono, 0,3; níquel, 2,6; cromo, 0,6 a 1,1; molibdeno, 0,6 a 0,4, todas ellas por ciento.

En los aceros para herramientas de corte rápido y para magnetos, el empleo del molibdeno ha cesado casi completamente. Durante un breve período fueron empleados los aceros de corte rápido al molibdeno, debido a la escasez de tungsteno durante la guerra. En cambio, en la fabricación de planchas de blindaje y de proyectiles perforantes, el aumento de tenacidad que en los aceros templados origina el molibdeno y el incremento que determina en la profundidad del temple son siempre de grandísimo valor, si bien se observa una tendencia a reducir la proporción de molibdeno, antes demasiado alta. Las casas Borchers y Krupp fabrican aceros inoxidables al níquel-cromo con alguna cantidad de molibdeno. Las cantidades de dicho metal absorbidas por tales fabricaciones son pequeñas.

Parece ser, sin embargo, que el molibdeno está llamado a desempeñar un importante papel como elemento de aleación en los aceros de alta calidad para construcciones. Varios metalurgistas que producen aceros níquel-cromo se han dado cuenta de las ventajas que ofrece el molibdeno y han incorporado a la carga del horno torneaduras y retales de planchas de blindaje con molibdeno, obteniendo resultados beneficiosos.

Aunque el molibdeno es considerado generalmente como metal raro, no lo es en rigor, puesto que existen grandes cantidades de los minerales de donde se obtiene, la molibdenita y la wulfenita; la explotación de esta última sólo ha adquirido importancia en los Estados Unidos. Australia es el país más productor de molibdeno.

△

BIBLIOGRAFÍA

Vocabulario de las palabras de dudosa expresión, significación u ortografía, usadas en las ciencias, artes y oficios de la Construcción, por el EXCMO. SR. D. RAFAEL PERALTA, general de Ingenieros. Editorial de El Constructor. Rambla de Cataluña, 66, Barcelona.

El título de esta obra explica su tendencia y alcance, que no pueden ser más laudables. En lo que podemos llamar mundo de la Construcción se descuida de tal modo la propiedad del lenguaje, común y técnico, que cualquier intento de regeneración del léxico debe ser calurosamente aplaudido.

El librito que comentamos despierta la simpatía de todo amante del idioma desde su primera página, pues ya en ella se encuentra la condenación de galicismos tan abominables, como «estufa a gas», «motor a resorte», «a base de» y otros, *ejusdem farinae*.

En las 162 páginas del vocabulario hemos encontrado multitud de voces para nosotros nuevas, no obstante ser perfectamente castizas; otro tanto ocurrirá probablemente a la mayoría de los lectores, incluso a los muy versados en lexicografía, que son, naturalmente, los menos.

Debemos, sin embargo, declarar que no siempre compartimos las opiniones del autor, porque para ello tendríamos que desestimar las de otras autoridades, también muy reputadas. Su extrañeza por la preferencia que la Academia da a ciertas voces, que nos disuenan por estar en oposición con el uso corriente, no está siempre justificada, y algunas similitudes que establece son puramente aparentes; tal ocurre, por ejemplo, con *dulcificar*, *rectificar*, etc., en relación con *lubrificar*, que es un feo galicismo.

Tampoco creemos que haya errado la Academia al prescribir modificaciones ortográficas tales como la anteposición de la letra *h* a ciertas palabras que en griego estaban precedidas de *espíritu áspero*; la opinión contraria es muy sostenible, puesto que la *h* en nuestro idioma no tiene valor fonético, como lo tiene en muchas lenguas europeas; pero si hiciéramos tabla rasa de las razones etimológicas, la fisonomía del idioma cambiaría totalmente y de modo nada grato para los que aman la tradición clásica y humanística.

Es sensible el poco esmero tipográfico con que ha sido presentado este meritorio trabajo; son en tal número las erratas, que no obstante haber sido salvadas muchas de ellas, han quedado sin rectificar otras que no carecen de importancia.

Los lunares antedichos no impiden que el opúsculo pueda ser consultado con fruto por todos los que se dedican a la construcción.

△