



AÑO LXXII

MADRID.—AGOSTO DE 1917.

NÚM. VIII

## LA GUERRA DE TRINCHERAS

Sinopsis.—Lo que es hoy la guerra de posiciones.—Organización general de un frente defensivo.—Primera zona o zona guarnecida o de combate.—Traza y perfil de las obras.—Trincheras de enlace.—Defensas accesorias.—Abrigos.—Disposiciones para las armas de fuego.—Comunicaciones eléctricas.—Otros medios auxiliares de la defensa.—Segunda zona o zona de repliegue y de trabajos.—Tercera zona o zona de descanso.—Almacenes, depósitos, parques.

Antes del verano de 1914, era cosa sabida por los profesionales de la milicia que el desenlace de una batalla moderna no era obra de uno sino de varios días y que su desarrollo daba lugar en algunas partes del frente de combate a las peripecias e incidentes de una guerra de sitio. Ejemplos ofrece de esta verdad la guerra rusojaponesa.

Nadie desconocía, en aquella reciente fecha, el gran valor militar de una línea defendida con los simples recursos de la fortificación de campaña, sirviendo de dique, de barrera inexpugnable, a poderosos ejércitos invasores. La famosa línea de Tchataldja, en la guerra turcobúlgara, es ejemplo bien convincente.

Pero no era fácil prever que la guerra de maniobra fuese substituída en proporciones tan colosales por la guerra de posiciones, en frentes de millares de kilómetros que abarcan el espacio comprendido entre las costas de Flandes y los Vosgos de la vieja Alsacia, entre el Báltico y la desembocadura del Danubio; frentes continuos de fortificación de cam-

pañá, en líneas ininterrumpidas de multiplicadas trincheras, armadas no ya con artillería de campaña ni con la antigua de sitio cuyos calibres de 12 y 15 centímetros parecen hoy insignificantes juguetes, sino con las más gruesas piezas navales y de costa; líneas fortificadas de que hacen uso los dos combatientes, para defenderse y atacar, como los guerreros de la edad antigua manejaban a un tiempo el escudo y la espada; líneas que cual larguísimas hojas de flexible muelle del más elástico acero, sometidas a presiones en opuestos sentidos, ondulan, sin romperse, en curvas salientes y entrantes bajo el alternativo empuje de ataques y contraataques preparados por millones de proyectiles lanzados por millares de cañones, obuses y morteros, y por las voladuras de descomunales hornillos de mina cargados con centenares de toneladas de explosivo.

Todo es colosal en esta gran guerra. La unidad de medida es el millón, en combatientes, en toneladas de municiones y vituallas, en francos, marcos, libras y dólares, disipados en humo y fundidos en plomo y acero, en toneladas de arqueo hundidas en el mar, en muertos y heridos en los combates en la superficie de la tierra, bajo ésta, en el aire, en el agua, y bajo el agua.

Y de este modo, los ejércitos inmensos de las naciones aliadas y de los imperios centrales, y turcos, y búlgaros, es decir, de casi todo nuestro planeta, combaten sin descanso días, meses y años, forcejeando como dos hercúleos luchadores sin conseguir dominar y derribar al contrario.

No faltan ejemplos, en la guerra actual, de brillantes éxitos obtenidos en la guerra de maniobra, de movimientos; la invasión y conquista de Rumania es uno de ellos, y notable por todo extremo; pero los Dardanelos, Salónica, los llamados frente occidental y frente oriental en que está empeñada la lucha más importante y decisiva, ofrecen el espectáculo de una guerra de trincheras.

Las líneas continuas fortificadas, lo que se ha dado en llamar *el frente*, dista mucho de tener la sencilla organización de una posición defensiva según los reglamentos antiguos, esto es: línea de puestos avanzados, trincheras en la cresta militar, otras detrás para abrigar a sostenes y reservas que han de nutrir la línea de fuego principal; y a retaguardia las baterías de piezas de campaña, todo enlazado por comunicaciones desfiladas de las vistas del enemigo, aprovechando las desigualdades del terreno o las trincheras al efecto excavadas. Es decir, se trazaba con trincheras y obras de tierra, la posición táctica de un frente defensivo con arreglo a la potencia y empleo útil de las armas. Por algo se ha dicho que la fortificación es una resultante de la táctica y del armamento.

Hoy, como dice muy gráficamente un escritor militar francés, el *frente* es un vasto organismo compuesto de numerosos y variados ele-

mentos constitutivos de un todo complejo, más parecido a una gigantesca fábrica en la que cada taller, cada máquina, cada oficina, desempeña una misión precisa; enlazada, combinada con los órganos de producción inmediatos, que a un campo de batalla. De aquí la definición de *frente científico e industrial*.

De la organización de este frente, hacemos a continuación un bosquejo con datos tomados de publicaciones extranjeras y de noticias verbales comunicadas por algunos de nuestros compañeros que han visitado sectores del extenso teatro de la lucha.

### Organización general del frente defensivo.

El *frente* propiamente dicho está formado por numerosas líneas de trincheras continuas, por reductos, caseríos pueblos y bosques puestos en estado de defensa y que hacen el papel de baluartes o puntos de apoyo, todo enlazado con ramales de comunicación, constituyendo el conjunto una enorme red de obras de tierra que en sentido perpendicular al frente ocupan un espacio hasta de 10 kilómetros. La red de tan variados y complejos trozos se subdivide, en sentido de su profundidad, en tres zonas, cuya organización varía con la misión que desempeñan, a saber:

1.<sup>a</sup> *Zona guarnecida o de combate*.—Es la más próxima al enemigo, y está ocupada por las tropas de primera línea o de reserva que han de combatir para defenderla y realizar, partiendo de ella, las reacciones ofensivas necesarias.

2.<sup>a</sup> *Zona de repliegue o zona de trabajos*.—Es la situada a retaguardia de la última línea de la primera zona, a uno, dos o más kilómetros. Se denomina *zona de repliegue*, porque a ella han de replegarse o retirarse los defensores de la 1.<sup>a</sup> zona cuando ésta sea expugnada por el enemigo. De ordinario, no está, pues, guarnecida; solamente la ocupan los trabajadores y obreros que ejecutan las obras que la forman, y que constantemente se aumentan y perfeccionan con más facilidad que las avanzadas merced a su mayor alejamiento del enemigo. Por esta razón recibe también el nombre de zona de obras, o en construcción; en ella se prepara la defensa para el caso de que la zona primera se pierda.

3.<sup>a</sup> *Zona de descanso*.—El nombre indica su objeto. Situada en la extrema retaguardia, en ella se albergan, con mayores comodidades y menores peligros, las tropas relevadas de la primera zona, que es la de combate. A la zona de descanso, que pudiera también llamarse de acantonamiento y vivaques, por sus obras de castrametación, se une el servicio de etapas encargado de suministrar a los defensores del frente propiamente dicho, los medios de subsistir y de combatir.

### Organización de la 1.<sup>a</sup> zona o zona guarnecida o de combate.

Los elementos más avanzados, están a pequeña distancia de las obras semejantes del enemigo. La distancia que separa a unos y otros es, a veces, de 40 metros; no más, en general, de 150 a 200 metros, según datos del frente francés.

Esta zona consta de líneas duplicadas de trincheras, sucesivas, formando lo que se llama, por orden de ubicación a partir de las posiciones enemigas:

a) 1.<sup>a</sup> línea o posición avanzada propiamente dicha. A vanguardia, una serie de puestos de escuchas, unidos a la primera línea de trincheras por ramales al descubierto o en zapa rusa (ramal subterráneo de sección ojival, de pequeña profundidad). Los puestos de escuchas están ocupados, generalmente, sólo de noche; este servicio, como es sabido, tiene por objeto evitar las sorpresas.

Detrás, una trinchera continua, en la que, por su proximidad al enemigo no pueden hacerse grandes trabajos de excavación; lo preciso para cubrirse de los fuegos directos, ni abrigos ni defensas accesorias. Y como está tan expuesta a una brusca irrupción del enemigo, mediante la cual pudiera introducirse en ella momentáneamente, se ha recurrido a la necesidad de duplicarla, de construir otra trinchera separada de la primera 30 a 60 metros, que sirva de apoyo a los defensores de aquélla para reconquistarla. En esta línea duplicada, como en la primera, la pequeña distancia que la separa de la línea enemiga es obstáculo a que se claven los estacones de la alambrada ordinaria, y por eso se emplean otras más sencillas, de que se dará cuenta más adelante.

b) Línea de sostén, o primera posición de resistencia. Doble línea de trincheras, situadas 100 a 200 metros a retaguardia de la posición avanzada. Puede ser construída más sólidamente y dotada de alambradas más perfeccionadas. Su guarnición sirve de sostén a los defensores de la posición avanzada, y si éstos se ven precisados a retirarse, estos sostenes ofrecerán al enemigo resistencia más tenaz.

c) A esta primera posición de resistencia sigue, en algunos sectores del frente, una segunda a 1.000 ó 2.000 metros a retaguardia, formada también por duplicadas líneas de trincheras.

d) *Centros de resistencia.*—La primera posición de resistencia (a), la segunda (b) y las sucesivas si existen, no se componen tan sólo de sencilla o duplicada línea de trincheras; intercálanse, a guisa de reductos, centros de resistencia más sólidos, en pueblos, bosques, alturas, etc., formados por recintos cerrados, generalmente dobles, artillados, provistos

de fuertes alambradas y de abrigos, a su vez flanqueados por otros pequeños reductos, que se flanquean mutuamente con ametralladoras y son susceptibles de resistir aisladamente aun cuando el recinto exterior y los otros reductos sean tomados por asalto.

Los *centros de resistencia* están destinados a detener al enemigo que se haya apoderado de las líneas de trincheras, batiéndolo con fuegos de revés y obligándole a establecer su sitio en regla antes de proseguir su avance.

### **Detalles de organización de la primera zona o zona guarnecida.**

*Traza y perfil de las obras.*—Hasta ahora y para obtener extenso campo de tiro, la línea de atrincheramientos se colocaba, no en las crestas topográficas que dejan generalmente grandes espacios muertos, sino más a vanguardia, en las llamadas *crestas militares*, desde las cuales se bate bien el frente, hasta el *talweg* o parte más baja de la altura o colina. Este trazado haría hoy insostenible la posición, dado el gran poder de la artillería moderna en número, calibre y precisión de las piezas, porque presentaría extenso blanco visible.

Y como, por otra parte, la densidad de fuegos del fusil moderno y sobre todo de la ametralladora, no necesita extenso campo de tiro para segar las olas de asaltantes, se concede primordial importancia a la desenfilada de las vistas, y se prefiere una ubicación de trincheras, en cuanto la topografía del terreno lo permita, en contrapendiente, un poco a retaguardia de la cresta militar, ocultando así a la artillería enemiga la situación de las obras para que no pueda corregir su tiro contra parapetos y alambradas invisibles. Así se pretende que el asaltante, al salvar la cresta topográfica se encuentre con defensas intactas flanqueadas por numerosas ametralladoras. A vanguardia de la cresta topográfica, se colocan, tan sólo, los puestos de escuchas encargados de vigilar los movimientos del enemigo.

Cierto es que esta desenfilada de las vistas no evita por completo la destrucción de las obras, dada la intensa preparación del ataque por la artillería, el empleo de los fuegos curvos y el enorme consumo de municiones que no dejan un metro cuadrado de terreno libre del impacto de un proyectil. Así y todo, las partes que quedan intactas, unas cuantas ametralladoras bien desfiladas y ocultas, causarán enormes bajas en los asaltantes, y favorecerán el éxito de los contraataques.

Para limitar el efecto de los proyectiles lanzados por la artillería enemiga, en el tiro de frente, oblicuo y de enfilada, y aun de las granadas de mano y torpedos aéreos, la traza de las trincheras es sinuosa, con numerosos traveses.

El perfil de las trincheras ha cambiado poco de forma; es sí más profundo, y algo más estrecho, para dar mayor protección, con gradines para los tiradores, y aspilleras hechas con madera y sacos terreros. Para vigilar los movimientos del enemigo se ha empleado, algunas veces, en las posiciones más avanzadas el periscopio de trinchera. Las dimensiones y perfección de estas obras dependen, entre otras cosas, de su mayor o menor proximidad a las líneas enemigas, que impide o permite la eficacia de los trabajos.

En el revestimiento de taludes y escarpes, empléanse los materiales de uso corriente, zarzos, faginas y material de ramaje, tablas y rollizos, telas metálicas, y, sobre todo, sacos terreros, de los que se ha hecho un uso enorme en parapetos y masas cubridoras. De ello puede dar noticia la industria española de saquerío de lona y yute, que ha obtenido pingües ganancias exportando muchos millones de sacos.

El revestimiento de taludes y escarpes es indispensable en la mayoría de los casos, para evitar las degradaciones causadas por la lluvia, a cuyas aguas se procura dar rápida salida, haciendo al efecto, cuantas veces es necesario, profundos pozos absorbentes. Teniendo en cuenta la continuada permanencia de los defensores en las obras de tierra, el saneamiento de las trincheras, el dar pronta y fácil salida a las aguas de lluvia, es uno de los problemas más interesantes y a veces más difíciles de resolver dada la gran profundidad de las excavaciones. Para alejar la humedad, el piso de las trincheras se cubre con una especie de enrejado de madera que permite el paso, por debajo, de las aguas; o se emplean piedras, ladrillos, rollizos u otros materiales hábilmente dispuestos.

*Trincheras de enlace.*—Únense las trincheras entre sí, y con las de retaguardia por medio de profundos ramales sinuosos y provistos de traveses como medida prudente de desfilada de las vistas y de los fuegos. Con este objeto, cuando el terreno está en pendiente hacia el enemigo, ciertos ramales se techan parcial o totalmente.

La anchura de los ramales de enlace depende del empleo que de ellos haya de hacerse; es suficiente 80 centímetros cuando la circulación se limite a los hombres y tenga lugar en un solo sentido; hasta 2 y 2,50 metros para la evacuación de heridos, en camillas conducidas a hombro o en carretillas, o cuando han de rodar por su fondo carros, artillería de campaña, o se han de establecer vías férreas estrechas.

Algunas veces, los ramales de comunicación, en una parte de su longitud, hacen las veces de trincheras flanqueantes que baten el terreno situado a retaguardia de las líneas de trinchera avanzadas para detener con los fuegos de enfilada de fusil y especialmente de ametralladora al enemigo que invadiera dicho terreno. Se dota entonces a esta parte de

los ramales, por uno y otro lado, de alambradas, gradines y aspilleras hábilmente disimuladas en el revés de los traveses.

Si se tiene en cuenta las multiplicadas líneas de trincheras y el papel defensivo ofensivo que desempeñan, se comprenderá que el trazar, construir, cubrir y sanear el conjunto de ramales de comunicación y enlace de la red, ha llegado a constituir un verdadero arte.

Esta inmensa red de trincheras y ramales, constituiría un verdadero laberinto que originaría confusiones y errores en el empleo de sus elementos, a no rotularlos y numerarlos, cual si se tratase de las calles, callejones y plazas de una extensa urbe. En todos los cruces y bifurcaciones de trincheras y ramales, colócanse placas indicadoras, de variado color y forma, que dan a conocer el número del ramal, sus extremos, su longitud, su misión (ramal de circulación ascendente o descendente, de evacuación, de mando, etc.)

*Defensas accesorias.*—Los obstáculos pasivos que entorpecen y aun detienen la marcha del asaltante a poca distancia del fusil, de la ametralladora, de la granada de mano y del torpedo, aumentan de eficacia con las de estas armas, y no podían faltar en la guerra de trinchera, perfeccionados y en gran cantidad. Han desaparecido, sin embargo, en esta guerra las antiguas defensas accesorias tales como estacadas, pozos de lobo, piquetes, abrojos, talas, y se ha hecho casi exclusivo cuanto extraordinario empleo de la alambrada de alambre de espino o de fleje de acero con dientes o púas, si bien con diferencias notables en su organización y construcción impuestas por la situación de las trincheras a que se han aplicado.

En las líneas más avanzadas, en las que por la proximidad de los enemigos no pueden salir al descubierto los zapadores para hincar los estacones, lánzase, por encima de la trinchera, artefactos a modo de caballos de frisa, de madera o de hierro, cuyas aspas están ligadas por alambres de espino y que, empujados con largas perchas, ocupan la zona de terreno que les está asignada. Los franceses han apurado su ingenio creando numerosas variedades bautizadas con los nombres de octaedros, erizos, aeroplanos, etc. Emplean también redes especiales de alambre, que pueden desarrollarse en hélice, tipo Brun, del género de la antigua alambrada Schumann.

Aun en líneas de trincheras más alejadas del frente enemigo, se ha proscrito el arcaico estacón de madera, que se hince lentamente a golpes de mazo cuyo ruido atrae el fuego de fusil y de cañón. Substitúyense con piquetes de hierro, de rosca, que se hincan rápida y silenciosamente atornillándose al terreno, y están unidos previamente por trozos de alambre de espino, de conveniente longitud.

El estacón de madera hincado a mazo, puede emplearse en las obras de la segunda zona, o de repliegue, lejos del enemigo. En todos los casos, se da grande anchura a la alambrada, no ya 4 ni 6 metros, sino el doble y aun el triple en ciertos casos.

Para destruir las alambradas, tienen escaso efecto los diversos tipos de tijera conocidos. El tubo de explosivo y el fuego de la artillería son de resultados más completos; y para romper lo que haya quedado en pie, han empleado los ingleses una horquilla, puesta en el extremo del fusil a guisa de bayoneta, que se engancha en el alambre que se quiere cortar, lo cual se consigue disparando el fusil.

Del ataque y defensa por la mina y contramina nos ocuparemos en otro número del MEMORIAL.

*Los abrigos.*—Ya hemos indicado en otro lugar (1) que los abrigos ligeros, de tablas, pequeños rollizos y un poco de tierra, con los que la guarnición de las trincheras se cubría al principio de la guerra para resguardarse de la lluvia, cascos de granada y balines del shrapnel, fueron más tarde substituídos por profundas cuevas, con techos de tierra virgen de 6 a 10 metros de espesor; y después, por verdaderas casamatas de hormigón de cemento armado.

Las cámaras subterráneas, que sirven de alojamiento a la guarnición de las trincheras, se labran por debajo del fondo de éstas, a las que se unen por verdaderas galerías de mina. Otras veces, se construyen en los ramales de comunicación próximos; y en todo caso, se multiplican las entradas para impedir que la explosión de una granada obstruya una de ellas y deje sepultada a la guarnición. Chimeneas de ventilación contribuyen a airear los espacios subterráneos, en los que se acumulan todos los recursos posibles para convertirlos en viviendas de cierta comodidad; camas con jergones de paja y de tela metálica, mesas, aparatos de alumbrado, etc. El inagotable ingenio del soldado ha utilizado las variadas desigualdades del terreno y toda clase de recursos para hacerse alojamientos seguros y de relativa higiene y comodidad; el soldado francés en sus *cagna* (2) o viviendas improvisadas, construye mesas y bancos rústicos, transforma los cohetes en tinteros, los cartuchos en portaplumas, las granadas y botellas en candeleros y lámparas, y las bandas de forzamiento de los proyectiles en cortapapeles. Siembra césped y plantas en las inmediaciones y mantiene cuidadosamente limpios todos los lugares.

---

(1) El hormigón de cemento en la guerra moderna. MEMORIAL DE INGENIEROS. Número de junio último, pág. 188.

(2) Palabra importada de la Indo China que quiere decir *casa*.



El rancho y las municiones se conducen por vía Decauville hasta las primeras líneas de trincheras, y cada sector del frente tiene en explotación varios kilómetros de vía estrecha de 0,60 metros. A retaguardia, en la zona de acantonamientos y vivaques, la tracción se efectúa por pequeñas locomotoras; más adelante, por caballos; y en los ramales situados más a vanguardia, hasta la primera línea, ruedan vagonetas sobre vía de 0,40 metros empujadas por hombres.

Los relevos se simplifican por la multiplicidad de ramales y vías de comunicación; y en la extrema retaguardia de la zona de resistencia, camiones automóviles los transportan a los lugares de descanso.

*Disposiciones para las armas de fuego.*—En la encarnizada lucha entablada entre trincheras separadas por pocos metros, el fusil y el cañón de campaña, hechos para combates lejanos, pierden en eficacia. No es de extrañar el resurgimiento de medios de destrucción que estuvieron en boga hace muchos siglos; y así hemos visto reaparecer en el escenario de la guerra de trincheras la granada de mano, los morteros reproducción de los antiguos, ligeros, de Coehoorn, la mina, la contramina, y el humazo.

Estos antiguos recursos de la poliorcética ya fueron empleados en la guerra rusojaponesa. Los japoneses las emplearon por vez primera en el ataque general ordenado por Nogi el 19 y 20 de septiembre de 1904 contra la Colina de Namakoa, lanzándolas con gran éxito contra los defensores de las trincheras rusas. Cada soldado llevaba tres granadas fabricadas con botes cilíndricos de estaño y carga de 500 gramos de dinamita a la que se daba fuego con cápsula de fulminato y mecha Bickford. Sus efectos destructores eran debidos, más que a la fragmentación del casco, a la violencia de la onda explosiva. Los rusos emplearon también la granada de mano con gran profusión en la defensa de Puerto Arturo; y, según declaración del famoso Kondratenko, contribuyeron a prolongar tres o cuatro meses la defensa de la plaza.

No es, pues, de extrañar, que la granada de mano figure en la guerra de trincheras actual. Los alemanes hicieron uso primeramente de un tipo de forma lenticular provista en sus bordes de varios percutores; pero resultaron de escaso efecto porque éstos no chocaban bien contra el suelo al caer, y no se producía en muchos casos la explosión del proyectil.

Ahora, en el ataque de posiciones, hacen uso de granadas de mano con mango hueco provisto de frictor y estopín de tiempo que permite lanzarlas sin peligro, pero que no da tiempo suficiente para que sean devueltas por el enemigo; y, como ocurre con el tipo japonés antes descrito, sus efectos no resultan de la fragmentación de la envolvente sino de la onda explosiva. Los soldados de los batallones de asalto, tropa escogi-

da y adiestrada en esta clase de combates, llevan, además de mosquetón, tijeras para alambradas, sierras, pan y agua, dos a modo de alforjas que contienen ocho granadas de mano cada una.

Los franceses hacen uso de varios tipos de granada de mano, de fundición, provistas de hendiduras de fragmentación; unas de tiempo y otras de percusión.

Ambos contendientes se han servido también de fusiles especiales para lanzar granadas, entre cuyas variedades se cuentan las asfixiantes, incendiarias y lacrimógenas.

La variedad de morteros de trinchera comprende los *Minenwerfer* o lanzaminas de diversos calibres y proyectiles con cargas hasta de 100 kilogramos de explosivo; otros, ligeros, franceses, servidos por la infantería, que disparan proyectiles que llevan carga de explosión de 600 a 1.200 gramos; otros que lanzan torpedos aéreos, con aletas, de 50 a 100 kilogramos de peso y carga interior de más de la mitad del peso total.

Estas pequeñas piezas no exigen disposiciones especiales para su funcionamiento; se colocan en el fondo de las trincheras convenientemente explanado y afirmado. Lo mismo puede decirse de los cilindros de gases asfixiantes y de los aparatos lanza llamas, de mochila o de trípode.

Las ametralladoras, de que se hace tan extenso empleo, tienen ubicación especial, oculta y a prueba, a veces empleando al efecto el hormigón armado, para desafiar el fuego destructor de la artillería de grueso calibre durante el prolongado periodo preparatorio del ataque, y descubrirse y ejercer su mortífera acción en el momento en que las olas de combatientes enemigos se lanzan al asalto.

Cuanto a la artillería de grueso calibre, establécese en baterías especiales, ocultas por desigualdades del terreno, o abrigadas en verdaderas casamatas de hormigón.

Constituye un arte el *camoufler*, como dicen los franceses, esto es, el ocultar, encubrir, valiéndose de ramaje, tierras y otros materiales, la situación de las baterías.

*Comunicaciones eléctricas.*—En esa inmensa red de trincheras, ramales, abrigos, baterías, repuestos y almacenes, es de todo punto indispensable un enlace de comunicaciones telefónicas y telegráficas que ponga en relación las Compañías con los puestos de mando, los jefes de batallones y regimientos con sus tropas; el Estado Mayor, con infantes, artilleros, ingenieros, con los servicios de Intendencia y Sanidad. En todo los ramales, se tienden hilos telefónicos y telegráficos enterrados, no al aire libre, y se establecen estaciones de telegrafía óptica e inalámbrica en comunicación con los diversos puntos de la red de trincheras, con baterías, repuestos y parques de toda clase.

Complétase este servicio con el de información suministrado por las naves aéreas, aviones y globos cautivos.

La sección geográfica da varias veces al mes planos en colores del campo enemigo, en escalas de 1 : 5.000 y 1 : 10.000, en los que figuran trincheras, ramales, abrigos, baterías, alambradas, vivaques, líneas férreas, etc., que señalan con letras y nombres arbitrarios para que sirvan de conocimiento a todos. La más pequeña innovación o modificación observada por los aviadores o aeronautas es inmediatamente trasladada al plano. Con estos elementos, y la observación del tiro por las naves aéreas, puede la artillería regularlo y obtener precisión notable en sus fuegos.

*Otros medios auxiliares de la defensa.*—Son auxiliares indispensables de la defensa por medio de armas de fuego, los proyectores y los cohetes; descubren, durante la noche, las patrullas y trabajadores enemigos, anuncian emisiones de gases y el paso de aviones, sirven para regular el tiro de la artillería y para hacer efectivo en momento oportuno el tiro de contención contra las columnas de asalto.

No es de este lugar describir los proyectores, de todos conocidos; y cuanto a los cohetes, nos limitaremos a decir que se emplean de variados colores, blancos, rojos, verdes y azules, y sirven para alumbrar el terreno exterior y como medio de comunicación entre diversas partes del frente.

### **Zona de repliegue, de resistencia o de trabajo.**

Según ya se ha dicho, la zona de repliegue o de resistencia, a veces de gran profundidad, está situada a retaguardia de la primera zona y comprende todos los elementos defensivos antes descriptos, aun más estudiados y perfeccionados; porque la distancia a que se encuentra el enemigo permite realizar numerosos trabajos de imposible ejecución en las líneas avanzadas.

Las trincheras son más profundas, y protegidas por dos y tres fajas de alambrada de 6 a 10 metros de ancho; los abrigos, ofrecen completa protección y reúnen condiciones de habitabilidad favorables; hácese gran uso del hormigón, para ametralladoras, baterías y abrigos. Estos, y una parte de las trincheras y ramales, se ocultan esparciendo el producto de las excavaciones y recubriéndolo con tepes, y tapando todo con ramaje, tierra, hasta con lienzos pintados, para que la vista del observador aéreo más ejercitado no pueda descubrir nada. Cañones y obuses se pintan con colores que los asemejan a troncos de árbol, y se cubren con ramaje.

Las obras que constituyen esta zona se perfeccionan continuamen-

te; de aquí el nombre de zona de las obras o trabajos que también se le da.

### Zona de descanso.

Está fuera del alcance de la artillería de medio calibre. Comprende toda clase de obras de castrametación. Los diversos servicios se facilitan por medio de camiones automóviles y de ferrocarriles de vía estrecha.

*Almacenes, depósitos, parques.*—Tan colosales obras, en frentes de centenares de kilómetros, reclaman numerosos y potentes medios de ejecución.

Los muchos millones de metros cúbicos excavados, los abrigos, blindajes, comunicaciones, exigen el auxilio de grandes parques de ingenieros, abundantes en materiales de todas clases: maderas, hierros y aceros, en plancha y laminados de todos los perfiles, palastros ondeados, herramientas de explanación, de destrucción y de oficios variados; sacos terreros, material de mina, talleres de reparación, etc.

En las zonas más alejadas del enemigo, se ha hecho uso de máquinas excavadoras. Su aplicación es algo restringida, porque ni la naturaleza del terreno ni el agente motor disponible (agua a presión, vapor, aire comprimido, bencina o aceites pesados), se prestarán siempre a su empleo. Los alemanes dicen que habiendo brazos en abundancia puede prescindirse de la máquina.

De la tracción mecánica se hace uso verdaderamente asombroso. Según el Coronel Wilson, en el frente inglés había tan sólo 600 camiones automóviles al principio de la guerra; y en fin de 1916 se contaban 70.000, entre camiones y automóviles ligeros. En el ejército francés este número excede de 130.000; y los imperios centrales cuentan con cifras no menores.

Este inmenso material exige, para su conservación, grandes parques y almacenes de reparación y de recambio de numerosas piezas.

Añádase a éstos los aerodromos y parques del servicio aéreo; los parques y almacenes de la artillería, los de Sanidad e Intendencia, y se deducirá que el llamado *frente* bien merece el nombre de *frente científico* y que todo él constituye una enorme y complicada fábrica, un organismo de numerosas ruedas y engranajes, que responde a la extensísima aplicación que hoy se hace de las ciencias a la guerra.

Hoy, más que nunca, el mando de las tropas exige conocimientos extensos y profundos. No basta cabalgar con brío en la línea de guerrillas exponiendo valerosamente el pecho a las balas.

J. M. M.

## DEPÓSITOS DE AGUA DE TABIQUE ZUNCHADO

En el MEMORIAL de enero último, el comandante Morera de la Vall al tratar de la construcción de unos depósitos de agua de pequeñas dimensiones destinados a los cuarteles de Logroño, expone las razones que ha habido para decidirse por una construcción de ladrillo de perfil variable, desechando los de hormigón armado y los de tabique de ladrillo con zuncho de alambre.

Partidarios decididos del primero de estos últimos sistemas en general, estamos conformes desde luego con la opinión del ilustrado profesor de que este procedimiento no es ni puede ser una *panacea* que conduzca siempre a la solución más ventajosa y que cuando no se dispone de elementos preparados de antemano, como las casas dedicadas a ese género de construcciones, la economía sólo se obtiene por el empleo en gran escala y eso tratándose de piezas de fácil moldeo y sencilla mano de obra (pisos corrientes y análogas).

Los depósitos de agua, de los que hemos tenido ocasión de construir varios, algunos de grandes dimensiones, exigen un molde costoso y un trabajo delicado, aumentando mucho el valor proporcional de estos dos factores cuando son pequeños y ha de construirse uno sólo.

No ocurre lo mismo con los de tabique zunchado cuya ejecución además de ser sencillísima es rápida y económica, dando en general una solución elegante y ligera. En la mayor parte de los Manuales se describen, no ocupándose del cálculo, por ser análogo al de los de hormigón armado, no obstante lo cual, juzgando por experiencia de su utilidad en campaña, ofrecemos a los compañeros estas páginas:

### Construcción.

*Paredes.*—(Fig. 1). Se construye la pared de forma cilíndrica circular con panderete de ladrillos o rasillas huecos o macizos tomados con mortero de cemento rápido de 1 a 3. Si las dimensiones exceden de 2 metros de diámetro y profundidad, convendrá doblar el panderete haciendo las juntas encontradas.

Toda la resistencia se confía a la armadura que está formada por una *espiral* continua de alambre  $\# \#$  de vueltas tanto más próximas entre sí cuanto más cerca están del fondo en donde las tensiones son mayores, constituyendo el *zunchado*.

Prácticamente, la *separación de las espirales* no debe exceder de 8 a 10 centímetros.

Para evitar las roturas según planos horizontales que se producirían tanto por choques como por las dilataciones, debidas a cambios de temperatura, se añade una armadura de repartición constituida por alambres verticales *rr* distantes entre sí 25 ó 30 centímetros, doblados sobre el borde del depósito en su extremo superior y empotrados inferiormente en la base, mediante un gancho *g*.

Los alambres de repartición y el zunchado se ligarán en todos o en

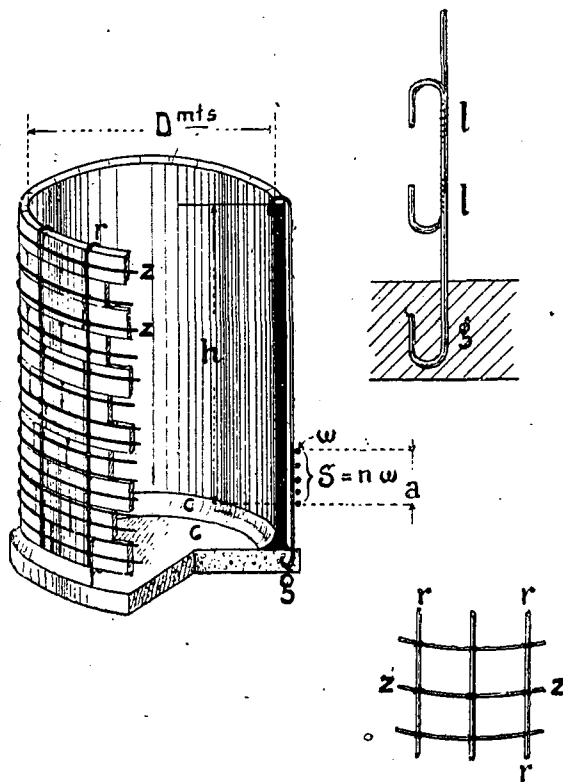


Fig. 1.

parte de los cruzamientos con ataduras de alambre delgado.

Es conveniente que estas varillas sean de una sola pieza desde la base hasta el borde del depósito y lo mismo que en el zunchado deben evitarse los empalmes que complican inútilmente la ejecución, aunque por lo demás, ningún inconveniente ofrece su empleo desde el punto de vista de la resistencia cuando se ejecutan como representa la figura, es decir, terminando en ganchos los dos extremos, acoplándolos en una lon-

gitud de 10 a 15 centímetros y haciendo las ligaduras *ll* de alambre delgado.

Terminados el tabique y la armadura se ejecutan los enlucidos exterior e interior con mortero de cemento lento de buena calidad y arena limpia en la proporción de 1 : 3, el primero arrojándolo con fuerza y apretándolo mucho con la paleta, pero sin bruñirlo; el segundo, que se extenderá también al fondo, se pulimentará bien y al mismo tiempo se redondea el ángulo con una media caña *cc* de 20 a 30 centímetros de radio.

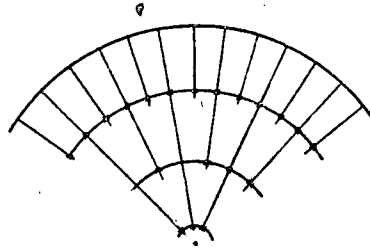


Fig. 2.

El depósito debe mantenerse húmedo durante los dos o tres días si-

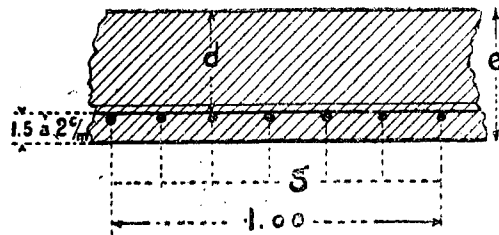
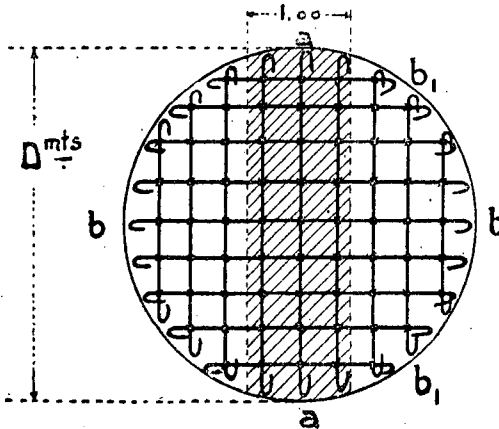


Fig. 3.

guientes a su ejecución cargándolo al cabo de este tiempo o de una semana si sus dimensiones lo aconsejan.

Con aguas muy puras como las de lluvias y de ciertos manantiales y

pozos artesianos, las paredes rezuman algo, pero la colmatación de los pozos los impermeabiliza al fin. La impermeabilización puede activarse cargando el depósito con aguas enturbiadas con arcilla limpia o cal y mejor aún con agua de jabón.

*Fondo.*—Cuando el depósito descansa sobre el terreno el fondo está constituido por una base de ladrillos puestos de plano en dos o tres hileras o por una placa de hormigón compuesto de

Cemento.....	100 a 200 kilog.
Arena.....	0,400 m. <sup>3</sup>
Grava.....	0,800 m. <sup>3</sup>

a la que se dá un espesor de 8 a 12 centímetros, siendo conveniente colo-

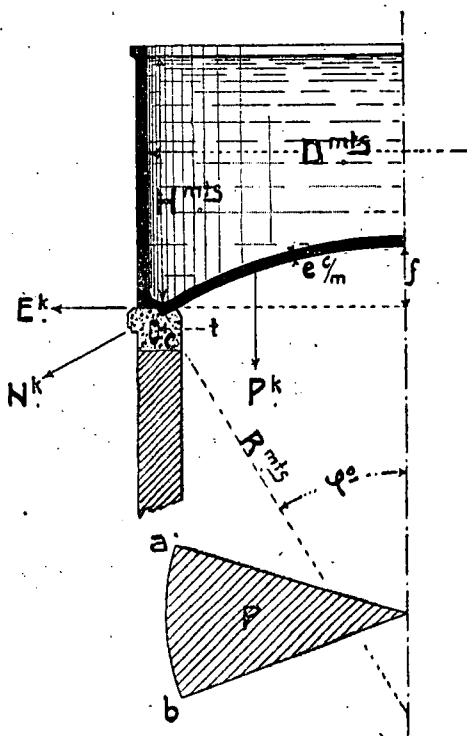


Fig. 4.

car en ella una ligera armadura radial y de círculos (fig. 2) formando mallas de 20 a 40 centímetros.

Si el depósito es elevado, el fondo puede ser plano y formado por una placa de hormigón armado con dos órdenes de barras  $b b \dots b_1 b_1$  nor-



males unas a otras y situadas de 1,5 a 2 centímetros del paramento inferior (fig. 3) o por una cúpula de dos o tres roscas de rasilla tomadas con mortero de cemento, destruyéndose el empuje con el anillo o cerco de hormigón armado *c* (fig. 4).

### Cálculo.

*Paredes* (Fig. 1).—A una profundidad *h* metros por debajo del nivel del líquido, la presión por metro cuadrado es en kilogramos:

$$p = 1000 \cdot h.$$

Si en un depósito de *D* metros de diámetro se supone un anillo de *a* metros de altura y en favor de la resistencia se toma como valor de *h* el correspondiente a la base inferior, la tensión que tiende a romperle según un plano diametral, será:

$$T^{kgs.} = p \times a \times D = 1000 \cdot h \cdot a \cdot D.$$

Como toda la resistencia se confía a la armadura, si *S* milímetros cuadrados es la sección total de los *n* alambres que forman el zunchado del anillo, para una carga de trabajo del acero de 10 kilogramos por milímetro cuadrado tendremos:

$$\frac{T}{2} = 10 \cdot S = 10 \cdot n \cdot \omega$$

siendo  $\omega$  la sección de un alambre en milímetros cuadrados, o

$$S^{mm^2} = 50 \cdot h^{ms.} \cdot a^{ms.} \cdot D^{ms.} \dots \dots \dots \text{ para la sección total } [1].$$

$$\omega^{mm^2} = \frac{50 \cdot h^{ms.} \cdot a^{ms.} \cdot D^{ms.}}{n} \dots \dots \dots \text{ para la de un alambre } [2].$$

Si los anillos son de 0,50 metros de altura y las espiras se colocan distanciadas 5 centímetros ( $n = 10$ ):

$$\omega^{mm^2} = 2,5 \cdot h^{ms.} \cdot D^{ms.} \dots \dots \dots [3]$$

que se puede traducir en la siguiente regla práctica: *cuando las espiras van distanciadas 5 centímetros se necesita una sección de 2,5 milímetros cuadrados de alambre por cada metro de altura y diámetro.*

Así, en un depósito de dos metros de diámetro, el zuncho situado a 1,40 metros de profundidad sería de:  $\omega = 2,5 \times 2,00 \times 1,40 = 7$  milímetros o sea: 3 milímetros de diámetro aproximadamente ( $\omega = 7,06$  milímetros cuadrados).

El abaco I se ha trazado en el supuesto de dividir la altura del depósito en trozos de 0,50 a partir del borde superior y da las separaciones entre espiras para distintos diámetros de alambre que se supone de acero del comercio. Tratándose de hierro, las separaciones que da el abaco se reducirán multiplicándolas por 0,80.

### Fondo descansando sobre el terreno.

Ningún cálculo es necesario, porque aun con la altura máxima de 2 metros, que prácticamente puede darse a estos depósitos, la presión por centímetro cuadrado no pasa de 0,200 kilogramos que cualquier terreno soporta, sobre todo si, como dijimos, se añade una pequeña armadura.

### Fondo plano elevado.

Está formado, como hemos dicho, por una placa de hormigón, armada con doble armadura ortogonal.

El hormigón será de composición normal o sea de:

Cemento lento.....	300 kilogramos.
Arena lavada.....	0,400 m. <sup>3</sup>
Gravilla de 5 a 25 milímetros.....	0,800 m. <sup>3</sup>

con la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla de *consistencia jugosa* como actualmente se emplea en esta clase de construcciones. Con estas proporciones, después del apisonado, se obtiene 1 metro cúbico de volumen con un peso de 2.400 a 2.500 kilogramos.

Para la armadura se emplean aceros del comercio (*extradulces*).

El espesor total de la placa se obtendrá por la expresión:

$$e^{cm.} = 2,5 \cdot D^{mts.} \cdot \sqrt{H^{mts.}} + 1,5 \text{ a } 2,0 \quad [4]$$

siendo  $H$  la profundidad del depósito.

La sección de acero,  $S$  milímetros cuadrados para una anchura  $a$  de 1 metro (fig. 3) es:

$$S^{mm.^2} = 75 \cdot D^{mts.} \cdot \sqrt{H^{mts.}} \quad [5]$$

que se distribuye en el número de varillas conveniente para que, dado su número, no varíe mucho la separación entre los límites prácticos de 5 y 12 centímetros.

Si se emplea hierro en vez de acero, se multiplicará  $S$  por 1,20 a 1,30.

Para los casos corrientes, el abaco II evita todo cálculo, dando a la derecha las separaciones de las barras según su diámetro y para profundidades variables de 0,25 a 2 metros y a la izquierda los espesores de la placa, con una apreciación práctica de medio centímetro. La línea horizontal gruesa trazada por el punto correspondiente al espesor, 5 centímetros, indica el límite inferior del que prácticamente no se debe descender. En el caso de emplearse hierro, se multiplican las separaciones por 0,80.

La fórmula [4] se obtiene del modo siguiente. La placa se supone cuadrada, por lo cual los momentos flectores en dos direcciones ortogonales se afectan del factor

$$\frac{1}{1 + 2 \frac{L^4}{L'^4}} \quad (*)$$

que para  $L = L'$  es: 0,333, con lo cual la expresión que da el grueso útil  $d$  de la placa para  $R_h = 40$  kilogramos por centímetro cuadrado y  $R_a = 10$  kilogramos por milímetros cuadrados toma la forma

$$d^{cm.} = 0,39 \times \sqrt{M^{kg-mts.}}$$

y siendo la carga por metro cuadrado sobre la placa de  $P = 1.000$  H para la zona central  $a$   $a$  tendremos:

$$d^{cm.} = 0,39 \times \sqrt{\frac{1000 \cdot H \cdot D^2}{8}} \times 0,333 = 2,5 \cdot D \cdot \sqrt{H}$$

a la que se añaden 1,5 a 2 centímetros para el recubrimiento inferior de las barras. Para la sección de acero, siendo

$$S^{mm^2} = 29,3 \times \sqrt{M^{kg-mts.}},$$

será:

$$S^{mm^2} = 75 : d = 75 \cdot D \cdot \sqrt{H}.$$

(\*) Con arreglo a los resultados de la Comisión Francesa de Experiencias.

La influencia del peso propio para los valores corrientes de  $D$ , que no excederán nunca mucho de 2 metros, es despreciable. En efecto, introduciendo en el cálculo de  $d$  el momento ocasionado por el peso de la placa, que es  $25 d$  por metro cuadrado tendremos:

$$d = 0,39 \sqrt{\left( \frac{1000 \cdot H \cdot D^3}{8} + \frac{25 \cdot d D^3}{8} \right) \cdot 0,333}$$

de donde se deduce:

$$d = 0,08 \cdot D^3 + \sqrt{0,0065 \cdot D^3 + 6,24 \cdot D^2 \cdot H}$$

en la cual los términos  $0,08 D^3$  y  $0,0065 D^3$  son *prácticamente* despreciables si se tiene en cuenta que no se ha hecho la reducción que algunos autores hacen en el momento flector para las placas circulares, que se ha supuesto simple apoyo en todo el contorno y que los coeficientes de trabajo  $R_h$  y  $R_a$  del hormigón y el acero no son excesivos.

### Fondo en forma de cúpula.

Puede emplearse el método de Mr. Godart para el cálculo de las cúpulas de hormigón armado:

Sean (fig. 4)

$$f = \text{flecha de la cúpula en metros} < \frac{D}{4} \text{ (*)}$$

$D$  = diámetro en metros.

$H$  = altura de agua en metros.

Si se supone el casquete dividido en  $n$  husos, el peso sobre uno de ellos será :

$$P = \frac{800 \cdot D^2 \cdot H}{n} \quad [6]$$

y el empuje horizontal:

$$E = \frac{P \cdot D}{6f} \quad [7]$$

(\*) Para cúpulas más peraltadas pueden producirse momentos de flexión que den lugar a extensiones peligrosas.

con lo que puede calcularse la presión sobre el trozo  $ab$ :

$$N = P \operatorname{sen} \varphi + E \operatorname{cos} \varphi \quad [8]$$

y si el grueso de la cúpula es  $e$ , la carga por centímetro cuadrado, estando  $e$  y  $ab$  en centímetros, será:

$$q = \frac{N}{e \times ab}$$

que no debe exceder de 8 a 10 kilogramos.

La armadura del *cercos estribo* debe ser capaz de absorber el empuje  $E$ , que en el plano diametral da una tensión

$$T = \frac{P \cdot D^2}{6f} \quad [9]$$

de la cual las barras sufren  $\frac{T}{2}$ , debiendo ser la sección total

$$S_{mm^2} = \frac{P \cdot D^2}{120 \cdot f} \quad [10]$$

con una carga de trabajo de la armadura de 10 kilog.  $\times$  mm.<sup>2</sup>

El radio de la esfera de que forma parte la cúpula, necesario en la práctica para la ejecución, es:

$$R = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + f^2}{2f}$$

El cuadro siguiente facilita el cálculo, estando  $P$  y  $D$  en kilogramos y metros, respectivamente.

Rebajamiento = $\frac{f}{D}$	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Empuje horizontal $E$ kilogramos.....	0,833 . $P$	1,000 . $P$	1,167 . $P$	1,333 . $P$	1,500 . $P$	1,667 . $P$
Sen $\varphi$ .....	0,689	0,599	0,529	0,471	0,424	0,385
Cos $\varphi$ .....	0,475	0,359	0,280	0,882	0,907	0,923
Radio de la esfera = $R$ metros.....	0,725 . $D$	0,833 . $D$	0,946 . $D$	1,062 . $D$	1,180 . $D$	1,300 . $D$
Armadura del cerco es- tribo = $S$ mm <sup>2</sup> .....	0,042 . $P \cdot D$	0,05 . $P \cdot D$	0,058 . $P \cdot D$	0,067 . $P \cdot D$	0,075 . $P \cdot D$	0,083 . $P \cdot D$

Se colocan algunos estribos para ligar las barras y en cuanto al hormigón será de la misma composición que el citado al hablar de las placas armadas.

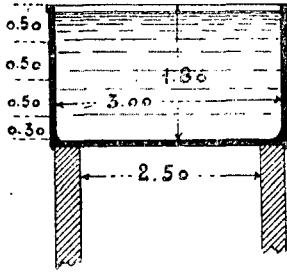


Fig. 5.

**Aplicaciones.**

1.<sup>a</sup> DEPÓSITO DE 1,80 DE ALTURA Y 3 DE DIÁMETRO SOBRE UNA TORRE DE 2,50 DE LUZ INTERIOR.—Se dispone de alambre de 3 milímetros (fig. 5).

Dividimos la altura a partir del borde superior en tres zonas de 0,50 de altura y una inferior de 0,30.

El abaco I nos da para el diámetro 3 metros y para el alambre de 3 milímetros.

Para $h_1 = 0,50$ .....	separación de las espiras = 6 centímetros.
Para $h_2 = 1,00$ .....	id. de las id. = 4 —
Para $h_3 = 1,50$ .....	id. de las id. = 3 —
Para $h_4 = 2,00 > 1,80$ ....	id. de las id. = 2 —

El abaco II da para el fondo de 2,50 de luz y para  $H = 2 > 1,80$  las siguientes soluciones:

Con aceros de 8 milímetros.....	separación = 5 centímetros.
Con aceros de 9 milímetros.....	id. = 7 id.
Con aceros de 10 milímetros.....	id. = 9 id.

Espesor total de la placa = 12,5 centímetros.

2.<sup>a</sup> DEPÓSITO DE 4 METROS DE DIÁMETRO POR 2 DE PROFUNDIDAD SOBRE UN CASTILLETE DE LADRILLO DE 3 METROS DE LUZ.—Se dispone de alambre de 4 milímetros ( $\omega = 7,07$ ) (fig. 6).

*Paredes.*—Dividida la altura en cuatro anillos de 0,50 metros, la fórmula [1] da:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 2,00 \cdot 0,50 \cdot 4,00 \cdot 50 = 200 \text{ milímetros cuadrados.} \\
 S_2 &= 1,50 \cdot 0,50 \cdot 4,00 \cdot 50 = 150 \text{ id. id.} \\
 S_3 &= 1,00 \cdot 0,50 \cdot 4,00 \cdot 50 = 100 \text{ id. id.} \\
 S_4 &= 0,50 \cdot 0,50 \cdot 4,00 \cdot 50 = 50 \text{ id. id.}
 \end{aligned}$$

En el anillo inferior el número de espiras será  $n_1 = \frac{200}{7,07} = \sim 28$  y en los demás  $n_2 = 21$ ,  $n_3 = 14$ ,  $n_4 = 7$ , siendo fácil fijar su separación. Estos resultados pueden obtenerse también con el abaco I.

*Bóveda.*—La luz es el diámetro interior del castillete = 3 metros, con lo que la circunferencia base es de:

$$\pi \times D = 3,14 \times 3,00 = 9,42 \text{ metros,}$$

y dividida en 10 partes ( $n = 10$ ) cada trozo  $ab$  vale: 0,942 m. = 94,2 centímetros y además:

$$P = \frac{800 \cdot D^2 \cdot H}{n} = \frac{800 \times 3,00^2 \times 2,00}{10} = 1440 \text{ kilogramos.}$$

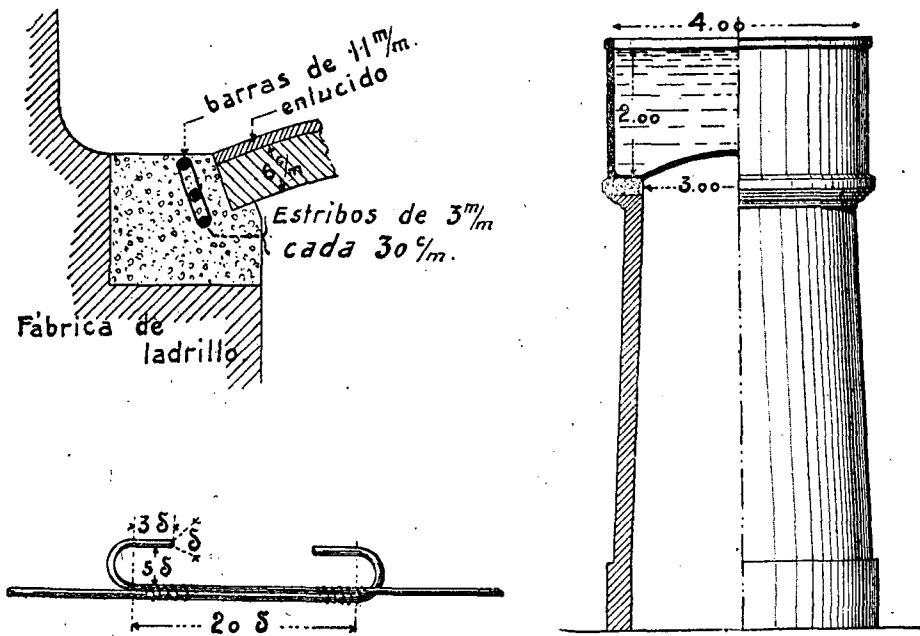


Fig. 6.

Haciéndola rebajada a  $\frac{1}{8}$ , con los datos del cuadro, obtendremos:

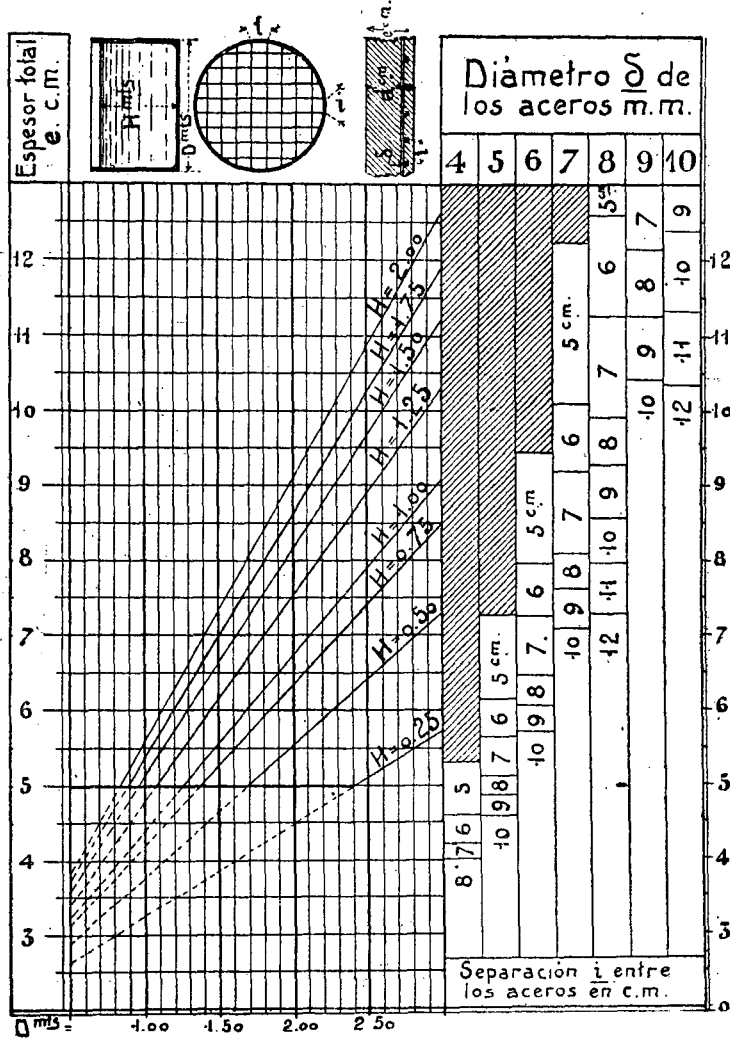
$$E = 1,333 \cdot P = 1,333 \times 1440 = 1919,5 \text{ kilogramos.}$$

$$N = 1440 \times 0,471 + 1919,5 \times 0,882 = 2371,2 \text{ kilogramos.}$$

Si se construye la bóveda de dos roscas de rasilla de 2,5 centímetros, que con la carga de mortero intermedia y sin contar los enlucidos, dan

$$e = 2 \times 2,5 + 1 = 6 \text{ centímetros,}$$

la presión unitaria es de:



Abaco I. - Armadura de los depósitos de tabique zunchado.

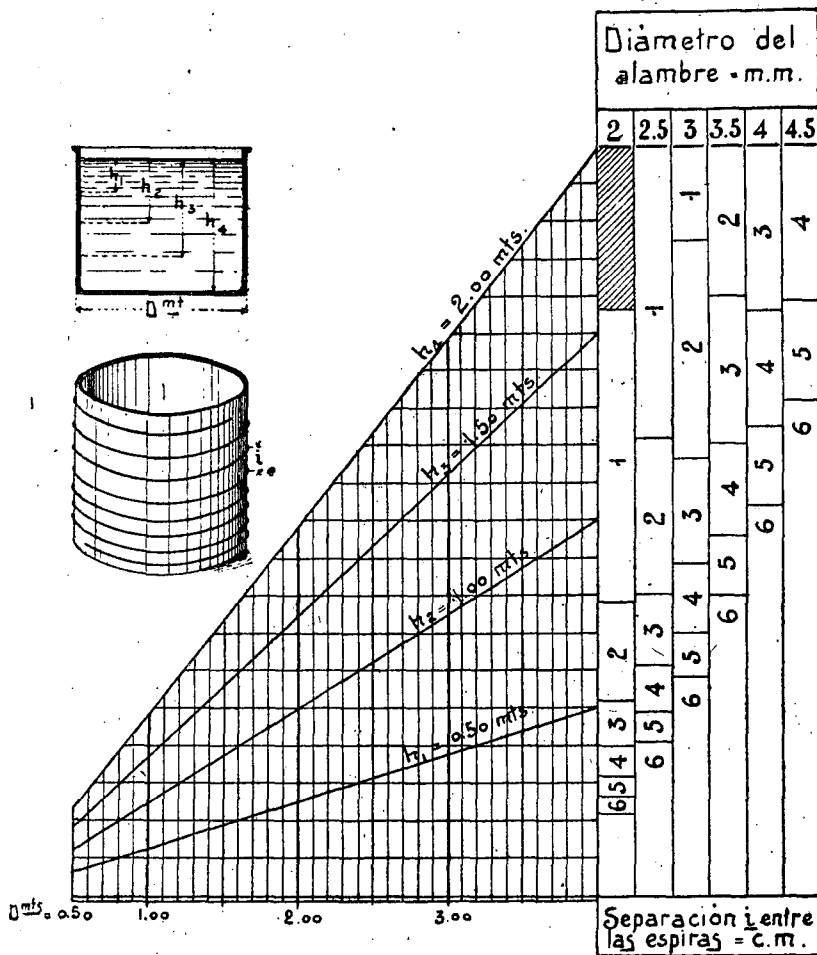
$$p = \frac{2371,2}{6 \times 94,2} = 4,05 \text{ kilog. } \times \text{ cm.}^2$$

Para el anillo estribo:



$$S = 0,067 \times 1440 \times 3,00 = 289 \text{ mm.}^2$$

que distribuída en tres barras:  $\frac{289}{3} = 96 \text{ mm.}^2$ , corresponden al diámetro



Abaco II.—Fondo de hormigón armado de los depósitos de agua.

tro 11 milímetros ( $\omega = 95,03 \text{ mm.}^2$ ).

Los empalmes de barras se harán con dobles ganchos y de las proporciones indicadas en la figura, que darán:

Longitud del gancho.....	55 mm.	} Valores mínimos.
Idem del trozo recto.....	33 mm.	
Idem del empalme.....	220 mm.	

La estabilidad, cuando la altura lo exija, debe comprobarse para los máximos esfuerzos del viento y en las condiciones más desfavorables, o sea con el depósito vacío para determinar las tensiones que sufre la armadura de repartición en la zona expuesta a la acción de aquél. Por el contrario, los trabajos unitarios máximos del material y del cemento a la compresión se calcularán en las mismas condiciones con el depósito en plena carga.

FEDERICO MARTÍN DE LA ESCALERA.

## RADIOTELEGRAFIA Y RADIOTELEFONIA EN CAMPAÑA

### Enseñanzas a deducir de la gran guerra Europea.

La guerra actual, en la que naciones poderosísimas, de una cultura extraordinaria, están ventilando su existencia, es una escuela de valor incalculable para las naciones que, como la nuestra, han sabido mantenerse fuera de tan terrible conflicto.

Los que hayan seguido paso a paso su desenvolvimiento se habrán asombrado, sin duda, de las sorpresas frecuentes a que ha dado lugar el llevar a la práctica principios de Arte Militar moderno considerados como fijos e inmutables, así como el éxito conseguido con el empleo de medios desechados por antiguos, en la extensa y eficaz aplicación que se ha hecho de todas las ramas de la ciencia.

Aún no se ve el fin de esta gran lucha y será difícil, hasta entonces, exponer consecuencias definitivas sobre los medios que dentro de cada uno de los múltiples servicios que comprende la complicada organización de un ejército, han dado mejores resultados.

Ahora que con tan buen acuerdo, han sido enviados Oficiales de todas las armas a los distintos frentes beligerantes, para que sus observaciones sobre el terreno puedan servir de provechosa información a nuestros elementos directores, creemos muy conveniente llamar la atención sobre los puntos más importantes de observar en uno de estos servicios.

Nos referimos al de comunicaciones y de él, sólo a su especialidad radiotelegráfica y radiotelefónica.

Distamos mucho de creer que dicho servicio sea el más importante de los que integran el conjunto de la organización de un ejército.

La razón de referirnos a él y no a otro, es por ser el que con más afición y cariño hemos seguido desde su primera aplicación a las comunicaciones militares y estar deseando que queden resueltos, al final de la contienda, numerosísimos puntos oscuros que existen respecto a la eficaz aplicación y uso de este novísimo medio de radiocomunicación en la guerra.

Durante la campaña ruso-japonesa y en la última de los Balkanes se hizo uso de la radiotelegrafía en varias ocasiones, pero siempre en pequeña escala, con aparatos aún imperfectos y sin que constituyera el complejo ejemplo de la guerra actual, en donde las dos partes disponen de los más perfeccionados elementos y de un servicio organizado expreso.

En un excelente trabajo que con el título «Sobre el empleo de la radiotelegrafía en campaña», publicó en el número de noviembre de 1915 de esta Revista el capitán del Cuerpo D. Ramiro Rodríguez Borlado, se exponen algunos de los medios conocidos al empezar la guerra actual para disminuir en lo posible los inconvenientes que ya desde un principio se vislumbraban.

En la actualidad, después de tres años de lucha, habiéndose hecho un uso extenso y constante de este sistema de comunicación, con tantas inteligencias excitadas por la necesidad y sin regatearse ningún elemento a fecundas inspiraciones, estamos seguros que habrán quedado resueltos y sancionados por la práctica la mayor parte de los puntos oscuros que citamos.

Nos referiremos separadamente al material, al servicio y a las disposiciones especiales.

**MATERIAL.—1.º** *Antenas y potencia del transmisor de las estaciones.*—Sabido es que la distancia límite a que se puede comunicar con una estación radiotelegráfica depende principalmente de la energía puesta en juego y de la altura media sobre el terreno, de los conductores que forman la antena.

Para una distancia de comunicación determinada se pueden alterar estos dos elementos en sentido inverso, encontrando infinidad de valores de ambos, que teóricamente satisfacen a la solución deseada.

Exceptuando el caso extraordinario en que se trate de batir un *record* de alcance, (en donde como es natural se procurará aumentar hasta el límite los dos factores, altura y potencia), en las estaciones permanentes

la indeterminación viene eliminada por razones puramente económicas, en que después de varios tanteos, donde influyen de un modo principal el servicio presente y futuro que tenga que desarrollar la estación, los gastos de entretenimiento y el coste de primera instalación, se llega a la relación de aquéllos, más ventajosa para el beneficio industrial.

No puede hacerse lo mismo en las estaciones militares. Sería ilógico pretender una economía en su funcionamiento, cuando es forzoso invertir grandes capitales en acumular material cuya utilidad sólo se patentiza en caso de guerra y cuyo aprovechamiento irregular sigue las fluctuaciones inherentes a toda lucha entre naciones. Lo único que importa en estos casos es que pueda funcionar en las mejores condiciones y verificarse el servicio con la perfección y los resultados que las circunstancias exijan, dando el fruto que corresponde a los sacrificios que en tiempo de paz costaron a la nación.

En este concepto salta a la vista la conveniencia de aumentar todo lo posible la potencia de las estaciones, para poder disminuir la altura de la antena y por tanto la de sus postes sustentadores.

Esta última condición tiene una importancia capital, ya convenida antes de estallar el conflicto europeo, pero en la actualidad, con los medios de observación y destrucción de que se dispone, viene a ser en campaña una de las más importantes de conseguir.

En efecto, una estación radiotelegráfica militar ha de evitar por de pronto el ser descubierta por el enemigo que hoy dispone de un elemento valiosísimo de observación con el uso de los aviones; ha de tener gran facilidad de instalación y una movilidad extremada para poder seguir a los ejércitos en todas sus evoluciones, cambiar de emplazamiento caso de ser descubierta y reanudar el servicio lo antes posible después de cada alteración.

Para disminuir la visualidad es preciso reducir la altura de los postes sustentadores. Tanto los motores y grupo transmisor como el conjunto de los aparatos de recepción pueden instalarse en una choza abandonada, en una trinchera, en un conducto subterráneo; se pueden de mil modos enmascarar y ocultar a la vista del enemigo; pero la antena que ha de situarse a cierta altura sobre el suelo queda patente al exterior y sólo será menos visible disminuyendo la altura de los postes sustentadores.

Respecto a la movilidad y facilidad de montaje podemos decir que exceptuando la antena es sabido que en todos los tipos de estaciones militares, los demás elementos que forman el conjunto de una estación radiotelegráfica van montados y dispuestos de tal modo, que basta una ligera manipulación para ponerla en servicio. Se comprende según esto

la importancia que desde este punto de vista debe darse también a la reducción de altura de los postes sustentadores para que su montaje sea sencillo y rápido y ofrezcan poca dificultad en su transporte.

Existen, sin embargo, inconvenientes de orden técnico que limitan esta disminución:

El alcance de una estación radiotelegráfica es aproximadamente proporcional, supuestos todos los demás elementos invariables a su potencia y al cuadrado de la altura de su antena (1). Resulta de esto que para una distancia de comunicación determinada, toda disminución de altura exige un aumento progresivo y cada vez más exagerado de la potencia del grupo transmisor, acrecentado de un modo extraordinario cuando los hilos de antena se aproximan al suelo, por la importancia que adquieren entonces las pérdidas por corrientes inducidas en tierra y masas conductoras próximas.

Por esta última consideración, el aumento de peso exigido en los aparatos generadores limita, en cuanto a la movilidad se refiere, las ventajas militares obtenidas con la disminución de altura de antena.

Sin embargo, las condiciones de invisibilidad y fácil instalación apuntadas anteriormente son tan importantes que nos inclinan a suponer la existencia de un propósito general de encauzar todos los esfuerzos hacia la mínima altura de antena, aun con el exceso antes dicho del peso aumentado a los grupos generadores.

2.º *Antena sobre el suelo y enterrada.*—Es probable que con el mismo fin de llegar a la mínima visualidad se hayan aprovechado en esta guerra los recientes experimentos realizados sobre antenas aisladas, apoyadas en el suelo, o enterradas en trincheras a propósito. Sería muy interesante en este caso conocer el resultado práctico con ellas conseguido, aportando de este modo datos valiosísimos sobre las ventajas que su aplicación pueda tener en las futuras comunicaciones militares.

3.º *Naturaleza de las ondas emitidas.*—Considerando este punto en el aspecto teórico, no hay duda alguna que convienen las emisiones por trenes de ondas, lo menos amortiguadas posible, llegándose al ideal con las ondas continuas.

En descripciones de sus aparatos hechas por algunas casas constructoras y también en ciertos libros y revistas profesionales, se ha defendido últimamente la conveniencia de un transmisor algo amortiguado para las estaciones militares. Aducen en su apoyo la facilidad de sintonizar los receptores propios que permiten cursar rápidamente el servicio sin

---

(1) Esta aserción no es rigurosamente exacta, pero sí lo suficientemente aproximada para que nos sirva de guía en nuestra información.

temor a que una ligera variación en la onda emitida haga perder parte del despacho obligando a repeticiones enojosas; y por otra parte encuentran ventajosa la molestia que seguramente se causará al enemigo interfiriendo sus comunicaciones.

Ambas razones nos parecen sofisticas y sólo enunciadas con el fin de ocultar defectos.

Un transmisor que emite ondas poco amortiguadas permite una sintonización más perfecta y un aislamiento más fácil entre las estaciones propias, siendo por tanto mayor el número de éstas que pueden operar simultáneamente dentro de un determinado radio de acción.

La facilidad de adaptar sintónicamente el receptor a una emisión poco amortiguada es la misma que para las muy amortiguadas, puesto que sólo exige el giro de la parte movable de un condensador variable y el movimiento de algunas clavijas. Una vez conseguida se puede recibir sin temor a pérdidas todo un despacho, ya que la constancia de la longitud de onda emitida es absoluta, por depender de elementos invariables en el establecimiento del transmisor.

El inconveniente de que el enemigo podrá más fácilmente aislar sus estaciones y evitar interferencias, está más que compensado por las molestias que así mismas se causarían las estaciones propias con emisores muy amortiguados, siempre mayores que las causadas al enemigo, por ser lo general que éste tenga sus receptores a más distancia.

Para interferir las comunicaciones enemigas, siempre convendrá más que utilizar las estaciones que prestan el servicio corriente, adoptar tipos de emisor especiales, que pueden ser todo lo amortiguados que se quiera y destinados sólo a este objeto.

Finalmente, podemos añadir en favor del emisor poco amortiguado, que aun suponiendo dudosas las razones expuestas y aceptando que en algún caso fuese más conveniente emitir grupos de ondas muy amortiguadas, bastaría para ello la sencilla adición en la antena de una resistencia convenientemente elegida.

4.º *Contraantenas y redes de tierra.*—En cuanto a las contraantenas, estamos seguros que habrán sido desechadas para su empleo en estaciones móviles, por lo que dificultan la instalación y entorpecen el tránsito en los alrededores del emplazamiento. Su lugar habrá sido ocupado por las redes de alambre de cobre, tendidas simplemente sobre el suelo, que satisfacen técnicamente del mismo modo que las contraantenas en la mayor parte de los casos, y cuyas ventajas sobre éstas desde el punto de vista militar son evidentes.

5.º *Receptor.*—Hasta ahora no ha habido ninguna razón teórica ni militar que se oponga a que los receptores de las estaciones radiotelegrá-

ficas sean lo más sintonizados posible, y exceptuando alguna disposición especial para evitar interferencias ocasionales y voluntarias, no creemos que las contingencias de la guerra hayan obligado a introducir ninguna modificación importante en su constitución esencial.

Referente al material, estos son los puntos más importantes y conviene fijar la atención con verdadero interés. Creemos secundario todo lo relativo a sistemas distintos y patentes especiales de las casas constructoras, que fácilmente pueden estudiarse en sus catálogos sobre la mesa de despacho y que sólo se diferencian en detalles sin importancia para el concepto general.

SERVICIO DE LAS ESTACIONES.—En lo referente al servicio, todos los detalles que se observen en su organización, han de tener valiosísimo interés. Expondremos solamente las partes principales que comprende para que sirvan de ordenación de las observaciones, que pueden— a modo de ejemplo—agruparse del modo siguiente:

- a) Número y potencia de las estaciones radiotelegráficas empleadas.
- b) Límite de su utilidad, teniendo en cuenta los otros medios de comunicación y la combinación entre ellos.
- c) Medios empleados para interferir el servicio propio lo menos posible.
- d) Disposiciones adoptadas para evitar que el enemigo sorprenda el secreto de las comunicaciones.
- e) Procedimiento para aislarse de las interrupciones que constantemente procurará hacer el adversario con emisiones potentes y amortiguadas de sus transmisores.
- f) Métodos usados para dificultar las comunicaciones radiotelegráficas enemigas.
- g) Servicio especial de las estaciones receptoras cuyo único objeto sea el sorprender los radiogramas cursados entre puestos de las líneas contrarias.

DISPOSICIONES ESPECIALES.— Algunas informaciones y fotografías llegadas a nosotros nos dan idea de las múltiples disposiciones especiales adoptadas con el material existente y de las variadísimas formas y casi siempre distintas condiciones en que se ha tenido que utilizar.

Así vemos estaciones de campaña instaladas en vagones de trenes en servicio; antenas sobre simples cruzetas a la pequeñísima altura a que suelen colocarse los hilos de las contraantenas; árboles usados como postes soportadores de los conductores aéreos de la antena, y mil disposiciones más, todas fácilmente imaginables, pero de cuya eficacia en esta guerra importa tener noticia exacta.

RADIOTELEFONÍA.—Poco antes del comienzo de esta guerra aparecieron en el mercado estaciones radiotelefónicas de campaña de cuyo empleo no se han podido deducir aún consecuencias concretas.

Tenemos esperanza de que su uso ha de ir extendiéndose cada vez más, restando lugar a las estaciones radiotelegráficas; mientras no se descubra un receptor práctico para estas últimas en donde queden fijados los despachos recibidos.

Esta que es la única ventaja del telégrafo ordinario sobre el teléfono, no existe en las comunicaciones inalámbricas por tener que recibir a oído todos los despachos.

Creemos por otra parte que será más fácil la recepción radiotelefónica en el caso de muchas estaciones funcionando a la vez e interfiriéndose mutuamente. Sin tener en cuenta el aprendizaje preliminar del Morse a oído que exige la radiotelegrafía y la más perfecta sintonización que se obtiene con las emisiones radiotelefónicas por servirse de ondas continuas, puede asegurarse que el timbre particular de cada voz la hace perfectamente distinguible, análogamente a lo que sucede en una habitación donde habiendo varias personas hablando a la vez y casi con la misma intensidad, se puede fácilmente concentrar la atención en cualquiera de ellas sin percibir más que un murmullo confuso de todas las demás.

Los aparatos radiotelefónicos no han alcanzado, sin embargo, la perfección de los radiotelegráficos y a esto es debido sin duda la poca aplicación que hasta el presente se ha hecho de ellos.

No abrigamos la pretensión de mostrar nada nuevo en el presente artículo, pues los conceptos que dejamos vertidos son de sobra conocidos por los especialistas en la materia.

Nuestra intención, mucho más modesta, se reduce a formar como un programa, reuniendo ideas esparcidas en multitud de libros y revistas para que encaucen la atención de los no especializados y les permitan aportar datos interesantes en esta rama, al volver de sus rápidas excursiones por los frentes beligerantes.

MANUEL ESCOLANO.





## METODO SENCILLO PARA EL TRAZADO DE ANÁGLIFOS

### Anáglifos.

El relieve de los cuerpos hace que cambie su aspecto al verlos desde puntos diferentes, y a su vez este distinto aspecto da idea del relieve. Cuando se trata de objetos de pequeñas dimensiones colocados a corta distancia, basta la que existe entre los ojos para que pueda apreciarse la distinta silueta que resulta al mirarlos sucesivamente con cada uno, cerrándolos alternativamente. De aquí resulta, que una sola perspectiva no puede producir la misma impresión que el objeto que represente; porque al mirar un dibujo, los conos perspectivos, que tienen por vértices los ojos, están determinados por una sola directriz que es el dibujo; y si se mira un cuerpo, dichos conos tienen distintas directrices, limitadas por los contornos aparentes que en general no serán iguales por el relieve.

La impresión sería la misma, según esto, si representado un objeto por la doble perspectiva que resulta de la visión binocular, cada ojo solo viera, al mirar el dibujo, la que le correspondiera. El primero que realizó esta idea fué Rollman; proyectaba la doble perspectiva sobre una pantalla, haciendo pasar antes los rayos de la una a través de un vidrio de color  $C$  y los de la otra a través de otro de color  $C'$  complementario de  $C$ ; así coloreadas se superponían en la pantalla, y los espectadores, provistos de anteojos que tenían también un vidrio de cada color  $C$  y  $C'$  sólo veían con cada ojo, y en negro, la imagen de color distinto que el cristal que tenía delante; de modo que colocados para que cada ojo viera la suya, del conjunto de las dos, resultaba la impresión de una imagen sola en relieve.

Ducos du Hauron sustituyó estas imágenes fugaces por otras reales, dibujando superpuestas las dos vistas con tintas de colores complementarios; y también al ser vistas a través de anteojos a propósito se obtiene el relieve; a estos dibujos les dió el nombre de anáglifos, que quiere decir figuras en relieve.

La principal dificultad, al tratar de poner en anáglifo una figura algo complicada o que conste de muchas líneas, está en la confusión que en general se produce al hallar la perspectiva, que aumenta cuando se va encontrando la segunda. El procedimiento que a continuación se indica, simplifica la determinación de ésta, obtenida una primera perspectiva y

permite también encontrar la primera, con gran sencillez, sin emplear escalas ni los artificios generalmente usados.

Conocido el objeto por sus proyecciones, se suele tomar el plano vertical para plano del cuadro, aunque algunas veces también se emplea el horizontal. Se empieza por situar las proyecciones de los puntos de vista, que ordinariamente se suponen en dirección paralela a  $XY$ , distantes unos 0,062 metros entre sí (que es aproximadamente la distancia entre los centros de las pupilas), a unos 0,30 del objeto y a una altura variable en cada caso, para que las perspectivas resulten claras.

Fijadas ya las proyecciones de los ojos, por ejemplo, en  $vv'$  y  $rr'$  (fig. 1) se encuentran los abatimientos  $v_1$  y  $r_1$  sobre el horizontal, alrededor de la recta  $vr$  (basta tomar sobre  $vv'$  y  $rr'$  las distancias  $vv_1$  y  $rr_1$

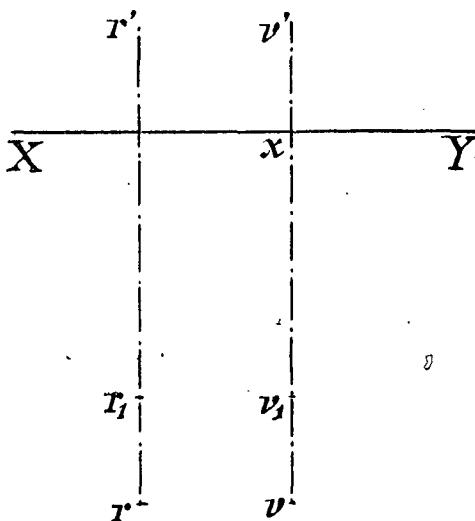


Fig. 1.

igual a  $v'x$ ), y después, según que quiera obtenerse la perspectiva correspondiente al ojo derecho o al izquierdo, se opera con  $v_1$  o con  $r_1$  como se indica a continuación.

### Análifos sobre el plano vertical.

Perspectiva de un punto cualquiera del plano horizontal. Siendo  $o_1$  y  $o'$  respectivamente (fig. 2) el abatimiento y la proyección vertical del punto de vista, basta unir  $o_1$  con  $a$  y  $o'$  con  $a'$  para tener la perspectiva  $A_1$  de un punto  $a a'$  que está delante del cuadro; si el punto está detrás, como el  $b b'$ , se hace lo mismo, es decir, se une  $o_1$  con  $b$  y  $o'$  con  $b'$  y se ob-

tiene por la intersección de estas rectas la perspectiva  $B_1$ . Como el procedimiento es general, puede establecerse la siguiente regla práctica:

*La perspectiva de un punto cualquiera del geometral, se obtiene uniendo  $o_1$  con la proyección horizontal y  $o'$  con su proyección sobre  $X Y$ .*

PERSPECTIVA DE UN PUNTO CUALQUIERA DEL ESPACIO.—Si se trata (fig. 3) del punto  $c c'$ , por ejemplo, se empieza por obtener la  $C_1$  de su proyección horizontal, como se ha explicado en el caso anterior; y levantando luego la  $C_1 p$  normal a  $X Y$ , en su intersección con la recta  $o' c'$  (que pasa por las proyecciones verticales del punto y del de vista), está la perspectiva  $C_2$  que se busca.

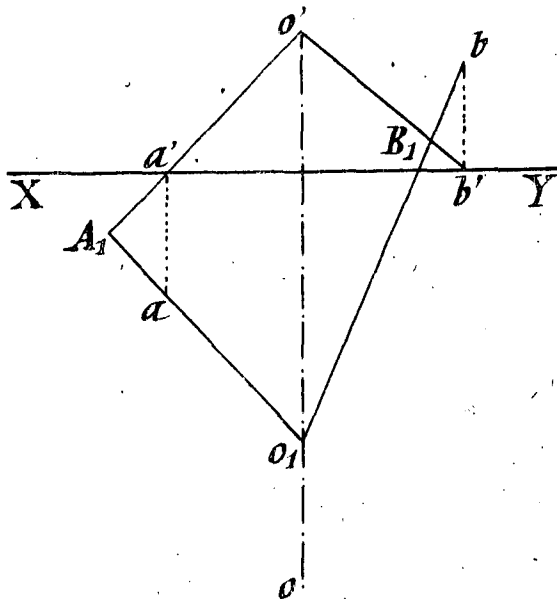


Fig. 2.

También es general el procedimiento y puede expresarse por la siguiente regla práctica:

*La perspectiva de un punto cualquiera del espacio, está en la intersección de la perpendicular a  $X Y$ , trazada por la perspectiva de su proyección horizontal, con la recta que une las proyecciones verticales del punto de vista y del dado.*

Aplicadas estas sencillas construcciones a todos los puntos de una figura, se puede encontrar su perspectiva con bastante rapidez y claridad; pero en los «Apuntes de perspectiva» que explican el fundamento de este método, se ve, que existiendo relaciones de homología entre las

proyecciones y las perspectivas, una vez encontrada la de un punto, se pueden hallar las de los demás con más sencillez todavía.

DETERMINACIÓN DE LA SEGUNDA PERSPECTIVA DE UNA FIGURA.—Para obtener la segunda perspectiva, basta repetir para cada punto la construcción aplicada (fig. 4) al  $D_1$  para hallar el  $D_2$ , que está, como se ve, en la recta  $r' d'$  (que une las proyecciones verticales  $r'$  del nuevo punto de vista y  $d'$  del dado) y en la  $D_1 D_2$  paralela a  $X Y$  trazada por la perspectiva conocida  $D_1$ .

Puede establecerse, por tanto, la siguiente regla práctica:

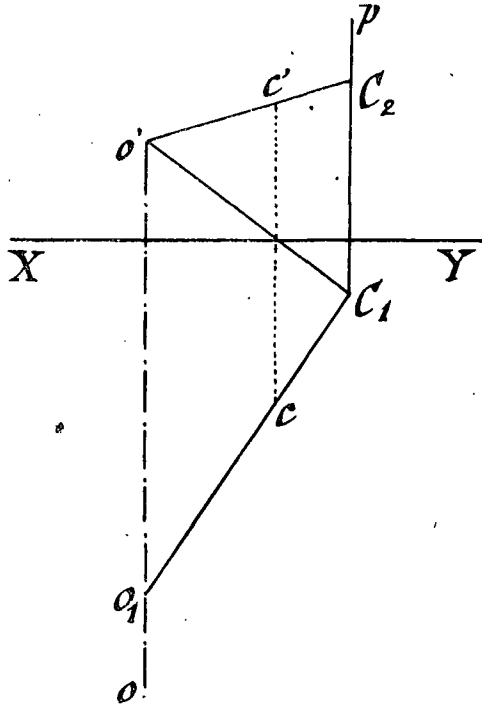


Fig. 3.

*Conocida la primera perspectiva de un punto, la que se busca está en la intersección de dos rectas: una paralela a  $X Y$  trazada por la perspectiva conocida, y otra, que une las proyecciones verticales del nuevo punto de vista y del que se considera.*

En dichos apuntes puede verse el fundamento de esta construcción, porque aunque no está explicado este procedimiento, basta tener en cuenta, que las dos perspectivas, según el 2.º teorema, son figuras afines en sistemas cuyos radios serían todos paralelos a  $X Y$ , y además, la perspec-

tiva que se busca y la proyección vertical del objeto, son también figuras homológicas en otra serie de sistemas que tienen por centro común la proyección vertical del punto de vista; debiendo estar, pues, en los

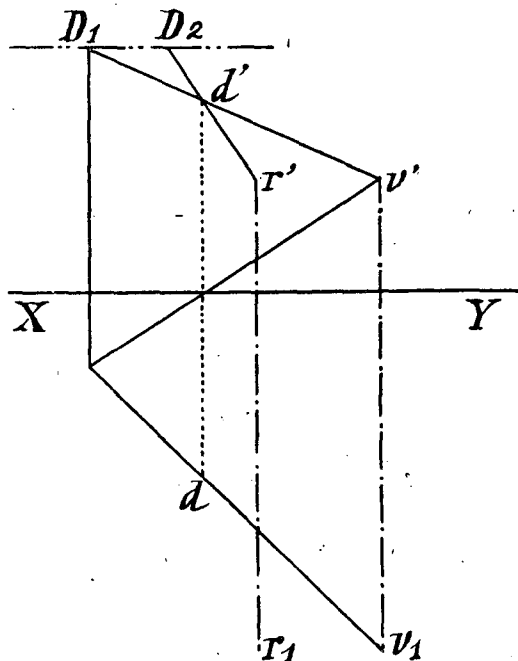


Fig. 4.

mencionados radios, serán sus intersecciones correspondientes.

### Análogos sobre el plano horizontal.

Si se toma el horizontal para plano del cuadro, las construcciones son tan parecidas, que basta aplicar a las proyecciones verticales lo dicho para las horizontales cuando el plano del cuadro es el vertical.

Desde luego, los puntos que están en el plano horizontal son ellos mismos sus perspectivas, como ocurre con los del vertical si él es el cuadro; respecto a los demás, se procede como sigue.

**PUNTOS DEL PLANO VERTICAL.**—Conocidos, como antes, los  $o$ ,  $o_1$  y  $o'$  y las proyecciones  $a$   $a'$  de un punto (fig. 5) su perspectiva  $A_1$  se encuentra en la intersección de la recta  $o_1 a'$  con la  $o a$ ; construcción que puede generalizarse en la siguiente regla práctica:

*La perspectiva sobre el horizontal de un punto cualquiera del plano vertical de proyección es la intersección de dos rectas; la que une  $o_1$  con la*

proyección vertical del punto, y la determinada por las proyecciones horizontales del mismo y del de vista.

PUNTO CUALQUIERA DEL ESPACIO.—Si se trata del  $b b'$  (fig. 6) se empezará por determinar la  $B_1$  de su proyección  $b' b_1$  y la que se busca está sobre la perpendicular a  $X Y$  trazada por  $B_1$  y sobre la recta  $o b$ . Esta construcción da lugar a la siguiente regla práctica:

*Para encontrar la perspectiva sobre el plano horizontal de un punto cualquiera del espacio, se empieza por determinar la de su proyección vertical, aplicando la regla anterior; por ella se traza una perpendicular a  $X Y$ , y donde corta esta recta a la que pasa por las proyecciones horizontales del punto de vista y del dado, está la solución.*

Como resumen puede decirse, que cuando el cuadro es uno de los

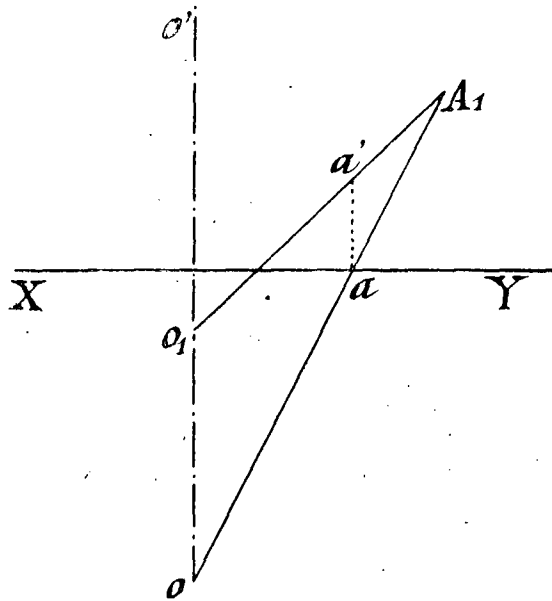


Fig. 5.

planos de proyección, la perspectiva sobre él de cualquier punto situado en el otro, es la intersección de dos rectas; la que lo une con  $o_1$  y la que determinan las proyecciones sobre el cuadro del de vista y del dado (que siempre está sobre  $X Y$ ).

La de un punto del espacio, está siempre sobre la recta que une su proyección y la del de vista sobre el cuadro, y sobre la perpendicular a  $X Y$  trazada por la perspectiva de la proyección sobre el otro plano, obtenida como se acaba de decir.

DETERMINACIÓN DE LA SEGUNDA PERSPECTIVA.—Trazada la perspectiva correspondiente a uno de los dos puntos de vista, para encontrar la segunda, se halla la de cada punto por medio de dos rectas: una, que pasa por la perspectiva conocida y es paralela a  $XY$ , y otra, determinada por las proyecciones horizontales del nuevo punto de vista y del que se considera.

Aplicando estas reglas prácticas, se puede hacer con facilidad el anáglifo de cualquier figura puesta en proyecciones. Debe procurarse, al disponer los datos, que las caras o elementos de las figuras estén en las

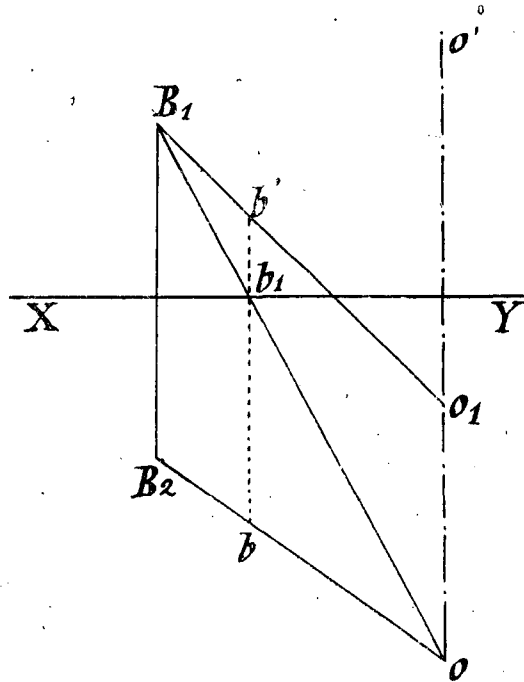


Fig. 6.

mismas condiciones respecto a los dos puntos de vista; es decir, que no haya partes vistas para el uno y ocultas para el otro.

Después, no hay más que dibujar la una en rojo y la otra en verde, por ejemplo, y mirarlas simultáneamente a través de unos anteojos provistos de cristales de aquellos mismos colores, colocados de modo que cada ojo tenga delante el cristal de color complementario del en que está dibujada la perspectiva que le corresponde.

Si cada cristal hace desaparecer por completo el dibujo hecho en su color, la impresión, al mirar a través de los dos, será como si se viera el

objeto mismo, que aparecerá flotando en el espacio; si no se borrarse del todo cada perspectiva mirada a través del cristal de su color, cada ojo verá las dos y no se verificará el fenómeno; habrá que debilitar las tintas o cambiarlas, o emplear otros cristales hasta conseguir dicha desaparición, que es indispensable para que se produzca esa ilusión.

### Ampliaciones.

Algunas veces convendrá hacer ampliaciones de esta clase de dibujos, y para obtenerlas se podrá emplear cualquiera de los procedimientos conocidos (cuadrículas, abscisas y ordenadas, un centro de homotecia convenientemente elegido, compás de reducción, pantógrafos, etc.); pero debe observarse, que en los que se obtengan, no sólo estarán ampliados los objetos y sus distancias a los planos de proyección, sino las de los puntos de vista entre sí y a los mencionados planos. De aquí resulta, que si se miran las ampliaciones con los anteojos descritos, las imágenes obtenidas estarán deformadas, porque las intersecciones de los conos perspectivos correspondientes, serán distintas de las que resultarían si los vértices de esos conos, que son los centros de las pupilas, estuvieran a la distancia conveniente; es decir, que si bien es cierto que de la doble perspectiva de cada línea resultará una sola flotando en el espacio, esta restitución que existe siempre para cualquier posición del observador, sólo será fiel representación del objeto ampliado, si se mira el dibujo separando las pupilas a la distancia conveniente, no sólo entre sí, sino respecto de los planos de proyección.

En muchos casos pasará inadvertida la deformación y hasta podrá no tener importancia, por tratarse de cuerpos irregulares; pero cuando se representan cuerpos geométricos de regularidad conocida, se aprecian irregularidades que acusan la deformación.

Este inconveniente podría evitarse, haciendo desde luego los dibujos en la escala apropiada; pero sería necesario emplear papeles de grandes dimensiones, porque no sólo habría que dibujar ampliadas las proyecciones del objeto, sino colocar la línea de tierra y las proyecciones de los ojos a distancias aumentadas en la misma relación. Por esta razón es más conveniente, en general, ampliar el anáglifo hecho de pequeñas dimensiones, y si hay interés en que no se produzcan deformaciones, pueden mirarse las ampliaciones con el aparato que se describe a continuación, ideado por Helmholtz con análogo fin.

Su autor le llama telestereóscopo y se compone esencialmente de cuatro espejos dispuestos como indica la figura 7; los rayos  $R$  que inci-



den en los  $A$ , distando entre sí  $nd$ , después de la doble reflexión en  $A$  y  $B$  sólo distan ya  $d$ .

Fundado en este principio y llevando además en  $r$  y  $v$  los cristales rojo y verde de los anteojos corrientes, envió la Academia de Ingenieros a la exposición celebrada en Valladolid con motivo del penúltimo Congreso de la Asociación española para el progreso de las Ciencias, un apa-

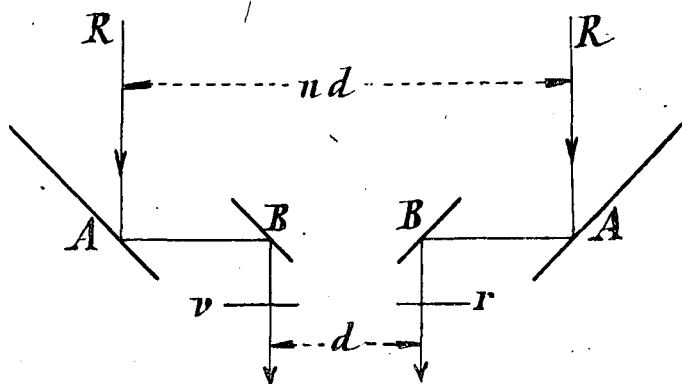


Fig. 7.

rato que puede llamarse telestereoscopio bicolor, por su analogía con el de Helmholtz, para ver, sin que sufrieran deformación, unos anáglifos que representan aparéjos de bóvedas vaídas sobre lunetos con arcos torales y sobre formeros y que se hicieron tres veces mayores que los originales.

J. ESTEVAN.

## NECROLOGIA

El día 30 de septiembre del año próximo pasado, falleció en Madrid el General de División de la escala de reserva, procedente del Cuerpo, Excmo. Sr. D. Antonio Muñoz y Salazar, y el 21 de abril del corriente año dejaba de existir en esta misma plaza su Ingeniero Comandante, Coronel D. Francisco Javier de Manzanos y Rodríguez Brochero.

Descansen en paz los referidos compañeros, de cuyos servicios militares hacemos a continuación un breve resumen y reciban sus familias el testimonio de pesar, por tan sentidas pérdidas, que en nombre de todos los Ingenieros militares les envía el MEMORIAL.

## EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL GENERAL DE DIVISIÓN

## Excmo. Sr. D. Antonio Muñoz y Salazar.

Nació este General en Ceuta el 21 de septiembre de 1824; ingresó en el Colegio General Militar en 1839 y pasó a la Academia especial de Ingenieros en 1841. En 1842 fué promovido a Subteniente de infantería en el regimiento de América número 14 y con este empleo tomó parte en la defensa de la casa-fuerte de Guadalajara, durante el alzamiento de julio de 1843, que le fué recompensada con el grado de Teniente de infantería: terminados sus estudios en nuestra Academia, fué promovido a Teniente de Ingenieros en 1846.

Destinado al único regimiento de Ingenieros entonces existente, de guarnición en Madrid, contribuyó a sofocar los movimientos revolucionarios que promovieron en la Capital los progresistas, contra la dictadura de Narvaez, el 27 de marzo y el 7 de mayo de 1848, obteniendo por su comportamiento en esta ocasión, el grado de Capitán de infantería.

Ascendido a Capitán del Cuerpo en 1853, continuó en el Regimiento; obtuvo el grado de Comandante de infantería por el Real decreto de gracias al Ejército del 11 de agosto del año siguiente, concedidas por el Ministerio Espartero al dominar las revueltas que ocasionó su advenimiento al poder, y a fines del mismo, estuvo con su compañía en Hiendelaencina para mantener el orden.

En 1855 fué nombrado profesor de la Academia, encargándose de la 1.<sup>a</sup> clase del 3.<sup>er</sup> año: en 1857 se le comisionó para estudiar en Francia los progresos de la Ingeniería militar y de los métodos de enseñanza, presentando a su regreso una memoria dando cuenta de su comisión por la que se le dieron las gracias de Real orden.

En 1860 escribió y publicó una obra titulada «Tratado de materiales de construcción» que fué declarada de texto para la enseñanza en la Academia y otra titulada «Lecciones de caminos ordinarios».

Ascendido a Comandante del Cuerpo en 1863, continuó en la Academia, desempeñando el cargo de Jefe del Detall de la misma; y en el mismo año publicó un «Manual de puentes» que le fué recompensado con la encomienda de Isabel la Católica.

En abril de 1864 le fué concedido el empleo de Teniente Coronel de infantería, por sus servicios en la Academia y a fines del mismo año ascendió a Teniente Coronel del Cuerpo, siendo destinado al 2.<sup>o</sup> Regimiento de Zapadores Minadores, Pontoneros, de guarnición en Madrid.

En enero de 1866 formó con su batallón en la columna que a las órdenes del Teniente General D. Rafael Echagüe salió en persecución de los Regimientos de Caballería de Bailén y Calatrava sublevados en Aranjuez (alzamiento promovido por los progresistas contra el gabinete O'Donnell y capitaneado por su Jefe el General Prim); internados en Portugal los sublevados, regresó con su batallón a la Corte.

Se halló luego frente a la sublevación del 22 de junio del mismo año (la de los sargentos del 1.<sup>o</sup> montado de artillería acuartelado en San Gil, que tuvo igual carácter y dirección que el alzamiento de enero); en este día salió de su cuartel al mando de dos compañías de su batallón y al llegar al Palacio Real recibió la orden de desalojar con una compañía a los sublevados que ocupaban las calles de Torija, Bola y Fomento; así lo ejecutó con la 1.<sup>a</sup> compañía de su batallón, haciéndoles abandonar dos piezas de artillería situadas en la de Leganitos, a pesar del fuego que

hacían y logrando unirse a las tropas que por la calle de Preciados entrarón en la plaza de Santo Domingo: por estos hechos obtuvo el grado de Coronel de infantería.

En agosto del mismo año le fué dado el mando del Batallón de obreros, sin perjuicio de este fué designado para formar parte de una comisión encargada del estudio y simplificación de los documentos de contabilidad del Ejército, perteneció a ésta hasta marzo del 67 en que terminó sus trabajos. Disuelto el Batallón de obreros en diciembre de este mismo año, quedó en situación de excedente.

Desempeñó el cargo de ayudante del Ingeniero General durante casi todo el año 68, cesando en el mes de noviembre, en cuyo mismo mes, por un decreto de gracias al Ejército, obtuvo el empleo de Coronel de infantería.

En junio del 69 fué nombrado Jefe de la brigada Topográfica del Cuerpo, de guarnición a la sazón en Gerona, cuyo gobierno militar desempeñó interinamente durante cinco meses del mismo año, y en julio del 70 se trasladó con la brigada a Tortosa.

En enero del 71 fué destinado al Detall de la Dirección general de Ingenieros: en el año siguiente formó parte de la Junta encargada de la formación del proyecto de reorganización de los Regimientos de Ingenieros (organización del 3 de octubre de 1872) por cuya cooperación, en dicho trabajo, se le dieron las gracias de Real orden.

Ascendido a Coronel del Cuerpo en 1873 fué nombrado oficial del Ministerio de la Guerra, quedando por este motivo en situación de supernumerario en el Cuerpo. En los dos años siguientes desempeñó interinamente, en dos ocasiones, la Subsecretaría general del Ministerio, siendo recompensados sus servicios en la misma con la encomienda de Carlos 3.º

Al reorganizarse el Ministerio de la Guerra en 1876 fué nombrado oficial de la clase de 1.º del mismo, en comisión, con el sueldo anual de 10.000 pesetas.

Ascendido a brigadier de Ejército en febrero de 1877, fué nombrado oficial de la clase de 1.º en propiedad. En abril del 79 se le confirió el mando de la 2.ª brigada de la 5.ª división del Ejército de Castilla la Nueva; en octubre el de la 1.ª de la 2.ª división; en marzo del 85, al reorganizarse el Ejército del Distrito, el de la 1.ª brigada de la división de reserva; y en mayo del mismo, el de la brigada afecta al cuartel general.

En junio del 90 ascendió a General de división, nombrándosele Gobernador militar de la Isla de Menorca y plaza de Mahón, cesando en 23 de septiembre de 1892 por pase a la Sección de reserva del Estado Mayor general del Ejército.

Poseía el finado General, además de las expresadas, las siguientes condecoraciones: Gran cruz del Mérito militar, cruz de 2.ª clase de la misma orden, de las designadas para premiar servicios especiales, cruz roja de 3.ª clase de la orden; Gran cruz, placa y cruz sencilla de San Hermenegildo; cruces de Carlos 3.º y de Isabel la Católica. □



#### EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL CORONEL DE INGENIEROS

#### D. Francisco Javier de Manzanos y Rodríguez Brochero.

Nació el Coronel Manzanos en la Habana el 17 de septiembre de 1885; ingresó en la Academia de Ingenieros en 1873 y fué promovido a teniente del Cuerpo en 1876.

Destinado al 3.º Regimiento, de guarnición en Guadalajara, fué al poco tiempo recompensado con la cruz blanca de 1.ª clase del Mérito militar por los servicios prestados en ella durante la insurrección carlista. A fines del mismo año fué destinado al 1.º Regimiento de guarnición en Madrid, pero a poco, pasó con el mismo a Guadalajara donde ascendió a capitán a fines del 77.

Destinado al 2.º Regimiento de guarnición en Madrid salió con un batallón para Cartagena regresando a poco para tomar el mando de la compañía de minadores del 2.º batallón: en abril del 78 salió con esta para Mahón, para ocuparse en los trabajos de fortificación de la Mola; en el mes siguiente le fué concedido el grado de Comandante de Ejército por el Real decreto de gracias concedidas por el casamiento del Rey D. Alfonso XII, y al siguiente fué destinado al 1.º Regimiento, de guarnición en la Corte, en el que sucesivamente mandó la 1.ª del 1.º, fué Cajero del batallón y mandó la 4.ª del mismo. Siendo Cajero se le comisionó para poner en claro la contabilidad del batallón de los años 1874 al 79, atrasada con motivo de la guerra Carlista, trabajo que realizó y mereció le diera las gracias el Director general del Cuerpo.

En julio de 1880 se dispuso que el 1.º Regimiento formase parte del Ejército del Norte relevando al 4.º, saliendo con su batallón y la plana mayor del Regimiento para Vitoria de donde a poco pasó a San Sebastián.

En 1882 fué destinado al 2.º batallón del Regimiento montado (Telégrafos y Ferrocarriles) al que se incorporó en Madrid. En agosto del 83 marchó a Badajoz con la columna mandada por el Teniente general D. Ramón Blanco, con motivo de los sucesos ocurridos en aquella plaza, restablecido el orden regresó a la Corte: por su intervención en estos sucesos se le dieron las gracias de Real orden.

En diciembre de 1883 se transformó el Regimiento montado en el Tren de servicios especiales, encargándose el capitán Manzanos de su Almacén general y Parques y poco después, del mando de la 2.ª unidad de la 2.ª Sección (Ferrocarriles). En virtud de la reorganización de las tropas de Ingenieros de diciembre de 1884 se constituyeron en marzo del 85, con las 6 unidades del tren, el Regimiento de Pontoneros y los batallones de Telégrafos y Ferrocarriles pasando el Capitán Manzanos al batallón de Telégrafos de Ayudante del mismo. En junio del mismo año fué destinado al Museo y Biblioteca del Cuerpo.

En 1889 fué destinado a la 3.ª Dirección del Ministerio de la Guerra y al año siguiente a la Subsecretaría y Secciones del mismo.

Ascendido a comandante en enero de 1891 fué a poco destinado al Ministerio de la Guerra, formando parte el año 92 de la Junta económica de la Remonta de Ingenieros, además de su destino.

El año 1901 ascendió a Teniente Coronel y al final de 1902 volvió a ser destinado al Ministerio de la Guerra.

En agosto de 1906 ascendió a Coronel, en agosto de 1907 fué nombrado Comandante principal de la 8.ª Región y en septiembre del mismo año Jefe de la Comandancia de Madrid, cuyo destino desempeñó hasta su fallecimiento.

Durante este último destino desempeñó, entre otras, las siguientes comisiones y cargos:

Presidente de la comisión mixta nombrada para valorar los daños ocasionados por el cierre de la fábrica de bujías «La Estrella».

Vocal de la comisión de acuartelamiento de Madrid.

Vocal de la Junta para la cesión, venta y permuta de edificios propiedad del Estado (R. O. 2 junio 1914).

Desde 1916 vocal de la Junta facultativa de Ingenieros.

Se hallaba el finado Coronel en posesión de las siguientes cruces, además de la ya expresada, cruz blanca de 3.ª del Mérito militar, placa y cruz de San Hermenegildo; medalla de plata conmemorativa de los sitios de Zaragoza. □

## REVISTA MILITAR

### La guerra submarina.

El Almirantazgo británico ha publicado recientemente los datos oficiales relativos a la guerra submarina, correspondientes a la semana que concluyó en 17 de junio. Dichos datos se refieren a las entradas, salidas, hundimientos y combates fallidos para los asaltantes que una revista francesa incluye en el siguiente cuadro que compendia el resultado de la campaña submarina durante el período transcurrido entre el 25 de febrero y el 17 de junio del año actual.

FECHAS	Barcos de todas nacionalidades en puertos del Reino Unido.			Barcos ingleses hundidos por mina o torpedo.				Barcos ingleses atacados sin éxito por submarinos.
	Entradas	Salidas	Total.	De más de 1.600 toneladas	De menos de 1.600 toneladas	Barcos pesqueros.	Total.	
Semana que termina el 25 de febrero ..	2.280	2.261	4.541	16	6	5	27	16
Total de marzo (4 semanas).....	9.355	9.422	18.777	65	28	40	133	53
Total de abril (5 semanas).....	12.367	12.408	24.775	133	52	38	223	106
Total de mayo (4 semanas).....	10.325	10.578	20.903	75	33	23	136	81
Semana que termina el 5 de junio .....	2.693	2.642	5.335	15	3	5	23	15
Semana que termina el 10 de junio .....	2.767	2.822	5.589	24	10	6	40	18
Semana que termina el 17 de junio .....	2.897	2.993	5.890	24	4	0	28	29

Dedúcese del mismo que el número total de barcos de todas las nacionalidades que entraron y salieron en puertos del Reino Unido durante el período de referencia fué de 85.810; que los barcos ingleses hundidos por mina o torpedo fueron 610 y 318 los que fueron atacados sin éxito por submarinos.

Según otra estadística, hasta el mes de julio de 1916 las pérdidas totales de tonelaje inglés y francés habían sido siempre inferiores a 34.000 toneladas. A partir de esta época han alcanzado, sucesivamente, las cifras de 497.000 toneladas, 926.000 toneladas, 1.300.000 toneladas durante el primer trimestre de 1917, y 850.000 toneladas solo en el mes de abril. Después, la situación parece que ha mejorado, y aún se espera obtener mayores ventajas para lo sucesivo con la entrada de nuevos elementos en la lucha y la determinación adoptada de montar cañones en los buques mercantes.

Todo ello explica la importancia excepcional que las naciones aliadas conceden al desarrollo de las industrias navales en los países respectivos y la gran actividad que se despliega en los arsenales, tanto del Estado como particulares. ○

#### **Cohetes incendiarios contra globos cautivos.**

Es de sobra conocida la gran importancia que en la guerra moderna tiene el evitar la observación enemiga. Las sorpresas se hacen casi imposibles cuando el adversario dispone de todos los medios para efectuar aquélla y no es de extrañar por tanto las frecuentes e ingeniosas disposiciones que en la guerra actual se vienen aplicando para impedir no sólo dicha observación, sino también los movimientos y maniobras de los globos cautivos antes de librar un combate.

En uno de los campos de aviación de los Estados Unidos se han realizado modernamente experiencias con el fin de perfeccionar los medios de ataque contra dichos globos cautivos, y se ha ensayado un aparato ideado con tal objeto. Consiste en un tubo de latón de un metro próximamente de longitud, abierto por uno de sus extremos y que lleva en el otro un émbolo. En el interior de aquél va dispuesto un cohete incendiario especial a cuya mecha unida a un circuito eléctrico se la da fuego oprimiendo un botón situado al alcance del piloto. El tubo se encuentra fijo al aeroplano y ello exige que el aviador antes de lanzar el cohete, haga maniobrar su máquina hasta situarse en la dirección conveniente.

El procedimiento empleado es muy parecido al que se sigue para la puntería de las ametralladoras que llevan los aeroplanos de caza de un solo tripulante, usados por los alemanes y los franceses en la contienda actual. ○

#### **Gastos de Guerra de los Estados Unidos de América.**

El Gobierno norteamericano inició el desarrollo de los planes con motivo de su entrada en la guerra europea, sometiendo al Congreso la aprobación de un crédito de 3.400.000.000 de dollars que se distribuirán en la siguiente forma: 2.932.537.933 para atenciones del Ejército; 292.538.570 dollars para gastos regulares de la Armada y el resto para pagos del personal extraordinario a propuesta del departamento de Marina para aumentar las fuerzas navales de 87.000 a 150.000 hombres y la marinería de 17.000 a 30.000 hombres.

Dicha suma se obtendrá por emisión de bonos que está encargada de hacer la Junta de reserva federal a un interés que oscilará entre 3 y 3,50 por 100.

El departamento de la Guerra tiene en proyecto la creación de un Ejército de 2.000.000 de hombres que se propone reclutar por grupos de 500.000. Con este fin parece que el Presidente ha sido autorizado para aumentar temporalmente las fuerzas militares de los Estados Unidos, reclutándose los hombres necesarios por enganche voluntario o alistamiento forzoso de todos los ciudadanos comprendidos entre los veintiuno y treinta años, ambos inclusive. ○

---

## CRÓNICA CIENTÍFICA

---

### Corrosión de metales en el canal de Panamá.

El informe anual del general Goethals, consigna el hecho de que en las válvulas cilíndricas de las esclusas se había observado una corrosión muy marcada. En julio de 1915 se dejaron en seco las esclusas de Gatun y se examinó el estado de las válvulas cilíndricas; se apreciaron grandes corrosiones, aunque estaban construidas enteramente de acero o de fundición sin nada de bronce para evitar las acciones electrolíticas. En el tramo inferior de las esclusas un promedio de 75 por 100 de las tuercas estaban corroídas; en algunos casos media tuerca había desaparecido. Se vió también que los pernos que fijaban los asientos de las válvulas del tramo inferior, se encontraban en tal estado, que se hacía preciso reemplazarlos todos. Todas las válvulas fueron reparadas y pintadas de minio.

En las válvulas de vástago la corrosión fué también muy grande. Las puertas de las esclusas, hechas con plancha de 12 milímetros, fueron atacadas profundamente.

Algunas válvulas estaban en tal disposición que se hizo necesario fresar totalmente el asiento y reemplazarlo.

Las cabezas de los pernos de bronce sufrieron también gran corrosión, y en algunos casos desaparecieron completamente quedando suelto el perno. Otro tanto se observó en los trenes de rodillos de las compuertas fabricados con acero de herramientas. En las esclusas del Atlántico desaparecieron totalmente por la corrosión algunos rodillos, pernos y piezas fundidas. Todas las piezas fueron reemplazadas, sustituyendo las cabezas de los pernos por tuercas y se ensayan disposiciones para lubricar los rodillos que, como se comprende, no pueden ser protegidos con pintura. Es muy dudoso, sin embargo, que los remedios adoptados den el resultado que se desea; lo probable parece que todas las piezas sujetas a corrosión tengan que ser reemplazadas por otras de acero especial inoxidable, como se emplean hoy ya para muchos usos, aunque su coste es bastante elevado. Será preciso comprobar sin embargo si esas aleaciones inoxidables son a la vez, incorrosibles. △

### El Laboratorio Nacional de España.

En el número de marzo de esta revista dimos cuenta del proyecto de creación de un laboratorio nacional en Francia, semejante a los que ya existen en Alemania, Inglaterra y los Estados Unidos. El laboratorio francés estará bajo los auspicios de la Academia de Ciencias, cuyo asesor para este particular es M. Henry Le Chatelier.

No era preciso ser muy lince para predecir que, planteada esa cuestión en Francia, no había de transcurrir muchas semanas antes de que aquí fuera puesta también sobre el tapete, y así lo hicimos constar en la mencionada noticia. En efecto, en el Congreso de las Ciencias celebrado últimamente en Sevilla, presentó D. Fernando Sarz, primer teniente de Artillería una proposición para que se cree en Es-

paña un Laboratorio Nacional, utilizando para propugnar su tema la convincente argumentación de Le Chatelier, que ha visto la luz en *Le Génie Civil*.

La proposición del teniente Sanz encontró excelente acogida por parte de la sección 8.<sup>a</sup> del Congreso y más tarde por el pleno en la sesión de clausura. La acción no ha tardado por esta vez en seguir a la palabra, pues ya se han celebrado tres reuniones en la Academia de Ciencias, con representación de algunas entidades interesadas, para fijar las bases generales a que ha de ajustarse el proyecto. El laureado académico de Ciencias Sr. Cabrera ha aceptado el encargo de presentar una ponencia en ese sentido.

Tendremos a los lectores del MEMORIAL al tanto del desarrollo de esta idea, a la que presta decidido apoyo el Presidente del Consejo, que lo es a la vez de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias.

A las sesiones celebradas hasta el presente ha asistido un jefe de Ingenieros, invitado por la 8.<sup>a</sup> Sección de la Asociación. △

### Juntas de cemento para tuberías de conducción de aguas.

Ya en 1886 se empleó el cemento para formar las juntas de los tubos en una conducción de aguas de California; el resultado no fué favorable y la cuestión quedó en olvido hasta 1907 en que Mr. C. Tornburg, ingeniero director de una compañía de abastecimiento de aguas a California, decidió ensayar otra vez el cemento para formar las juntas de una tubería de fundición de 40 centímetros de diámetro.

Actualmente la población de Long Beach tiene cien kilómetros de tubería de fundición, cuyos diámetros varían entre 10 y 60 centímetros, con juntas impermeabilizadas con cemento. Las presiones hidráulicas están comprendidas entre tres y seis atmósferas y los resultados de esas juntas son completamente satisfactorios.

Los tubos se colocan por los procedimientos usuales; en la junta se pone una mecha fina de yute seco y no de estopa porque ésta no se halla del todo exenta de materia grasa. El cemento seco se pone sobre un trozo de arpillera, tomado generalmente de los sacos en que se suministra el material y se le humedece y amasa hasta darle tal consistencia que, apretándolo fuertemente en la mano, conserve la forma del hueco.

El trozo de arpillera con el cemento se pone debajo del enchufe que se llena hasta la mitad aproximadamente, atacándole con un hierro de forma a propósito; se continúa introduciendo cemento y atacándole fuertemente hasta que llene el enchufe.

Se forma después un anillo de cemento puro, plástico, alrededor de la junta usando el atacador a manera de llana; en cuanto se inicia el fraguado de este anillo exterior se cubre la junta con tierra para protegerle del aire y del sol.

Un 20 por 100 aproximadamente del cemento empleado se pierde por caer fuera de la arpillera o ser expulsado por el atacador. Siempre que caiga sobre el cemento polvo o tierra de la trinchera es necesario separarlo en el acto con alguna cantidad de cemento para que el resto del material quede del todo limpio. Al amasar el cemento con agua es preciso asegurarse de que no se formen grumos o núcleos duros, separándolos cuidadosamente.

Se deja fraguar el cemento durante cuarenta y ocho horas antes de someter las juntas a la presión del agua.

Estas juntas han resistido en algunos ensayos presiones de 20 y más kilogramos por centímetro cuadrado. △