



AÑO LXXII

MADRID.—NOVIEMBRE DE 1917.

NÚM. XI

## PRUEBAS DE RESISTENCIA

### EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO

El pasado junio, abrió sus puertas el nuevo teatro «Odeón», sito en el número 14 de la calle de Atocha en esta Corte.

Trátase de un hermoso edificio, en su casi totalidad de hormigón armado, construído próximamente en un año con arreglo a los planos y bajo la dirección del prestigioso arquitecto D. Eduardo Sánchez Ezna-riaga, a quien se debe también el magnífico inmueble que el Centro del Ejército y la Armada edificó recientemente en la Avenida del Conde de Peñalver.

Con objeto de aumentar el número de localidades, llegando hasta los 2.000 espectadores, capacidad no superada por ningún teatro de Madrid y sólo igualada por el Regio Coliseo, que dispone en planta, de una superficie cinco veces mayor que la del «Odeón», ha sido preciso dar en éste, altura superior a la corriente en dichos edificios a los elementos resistentes verticales, llegando a disponerse seis pisos de palcos, a colocar además la sala de butacas sobre el techo de un gran espacio destinado a bar, a dar gran vuelo a los anfiteatros y a efectuar, en una palabra, la

distribución de los servicios, procurando ganar en altura el espacio que en planta escasea.

Aun dentro del tipo de construcciones de hormigón armado, el nuevo teatro «Odeón» constituye una obra que, más que por sus proporciones, por la forma y saliente de los voladizos, por la mucha luz (14,50 metros) del entramado horizontal que cubre la sala de butacas, por la circunstancia de destinarse la azotea general del edificio a teatro al aire libre, sobre el que va dispuesto su correspondiente escenario y servicios afectos al mismo, y hasta por la misma ornamentación de la fachada con su gran cúpula en el chafán de la calle de Atocha y escultura decorativa de elevadas proporciones en el centro de la línea correspondiente a dicha vía, producía cierto temor en la masa general del público, poco acostumbrado a contemplar la evolución que la ciencia del constructor viene realizando en el presente siglo, caracterizándose por un progresivo atrevimiento no sólo al proyectar sino al interpretar las concepciones del artista, temor o desconfianza que aumentó al divulgar la prensa diaria el hundimiento ocurrido al hacerse las pruebas en la plaza de toros monumental de Sevilla, días antes del fijado para la inauguración de la misma (1.º de abril último).

Por estas circunstancias, el arquitecto Sr. Sánchez Eznarriaga, de acuerdo con los propietarios del «Odeón», solicitó de la Dirección General de Seguridad designase una Comisión que practicara en el mencionado teatro las pruebas de resistencia que estimase oportunas para comprobar las condiciones del mismo, trámite previo para permitir la apertura del aludido coliseo.

En concepto de técnico especialista en obras de hormigón armado fui nombrado miembro de dicha Comisión, que presidió como delegado especial del Director General de Seguridad, el Ilmo. Sr. S. Alvaro de Juana, Comisario General de policía de Madrid y de la que eran también vocales los arquitectos D. José Espeliús y D. José Monasterio y el ingeniero de minas (profesor de la Escuela) D. Serafín Orueta, vocales estos dos últimos de la Junta Consultiva de teatros y arquitecto el primero de la mencionada Dirección.

Las circunstancias mencionadas justificaban sobradamente la necesidad de que las pruebas a practicar fueran concienzudas, y más que benévolas, severas, aunque sin salirse naturalmente de lo razonable en el terreno técnico.

Dentro de este criterio que adoptó la Comisión, había que fijar en primer término las condiciones en que las pruebas debían efectuarse y especialmente precisar las cargas de prueba. A propuesta mía, la Comisión tomó los siguientes acuerdos:

1.º Que no habiendo en España ningún reglamento, cuya aplicación fuera obligatoria para el caso concreto del informe y sí sólo las «Instrucciones reglamentarias para el empleo del cemento armado», redactadas por el Laboratorio del Material de Ingenieros y aprobadas en 1912, inspiradas, en cuanto a las pruebas de las obras construidas con dicho material se refiere, en la Circular prusiana relativa a las construcciones de hormigón armado de 16 de abril de 1904, modificadas en 24 de mayo de 1907, procedía seguir en lo posible las reglas contenidas en dichas Instrucciones, por ser mucho más precisas y algo más severas que las contenidas en la Circular ministerial francesa del 20 de octubre de 1906.

2.º Que antes de deducir las cargas de prueba que debían en definitiva emplearse en las distintas partes del edificio, precisaba oír la opinión del arquitecto director de la obra y del técnico representante de la casa constructora de la misma, así como conocer las cláusulas que en el pliego de condiciones para la contrata figurasen relativas a cargas tomadas como base de cálculo y a las pruebas de recepción.

3.º Que las partes de la construcción que habrían de ser objeto de prueba, serían: *a)* Los tres voladizos de anfiteatro de los pisos entresuelo, primero y segundo. *b)* El patio o sala de butacas. *c)* Uno o varios tramos de escalera. *d)* La azotea.

Las cargas de prueba, constituidas con sacos de arena de 50 kilogramos de peso cada uno, actuarían durante veinticuatro horas, midiéndose las flechas con aparatos registradores a las quince y a las veinticuatro horas de terminada la carga, así como veinticuatro horas después de la descarga, para observar las reacciones de las piezas objeto de las pruebas al cesar de actuar las referidas cargas de prueba.

Al comunicarse estos acuerdos al director de las obras y al representante de la casa constructora, se manifestaron ambos contrarios al cumplimiento de los mismos en la parte referente a la fijación de la carga de prueba, indicando el primero de dichos señores que la contrata se había hecho sirviendo como base de cálculo la de 400 kilogramos por metro cuadrado, y al haber fijado dicha cifra, había ya tenido en cuenta el coeficiente de seguridad que debe tomarse en tales casos, entendiendo que dichos 400 kilogramos por metro cuadrado, suponían una carga triple de la que en realidad podía haber en cualquier momento en los anfiteatros, por ejemplo, por lo cual se oponía a que las cargas de prueba fueran superiores a las del cálculo, o sea a los 400 kilogramos por metro cuadrado.

El técnico de la empresa constructora, profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos, D. Enrique Colás, hizo análogas manifestaciones,

indicando no tenía por qué someterse a reglamento de ninguna clase, y sí sólo a su contrato, que era el de construir los pisos, voladizos, etc., para resistir una carga máxima de 400 kilogramos por metro cuadrado, y que por lo tanto, no autorizaría sin protesta y declinando toda clase de responsabilidades, las consecuencias que pudieran derivarse de una prueba con carga superior a los 400 kilogramos por metro cuadrado, para la cual la flecha no debería exceder de 1:750 de luz.

La divergencia de criterio entre los técnicos que habían intervenido en la ejecución de la obra y la Comisión encargada de las pruebas, creaba a ésta una situación delicada, pues si desentendiéndose de las manifestaciones de dichos técnicos y forzando las cargas hasta los límites que los reglamentos marcan, ocurría no ya un derrumbamiento parcial, sino aunque sólo fuera la aparición de grietas en vigas o forjados, los perjuicios que sufrirían los propietarios serían grandes al trascender los hechos al público y por otra parte la casa constructora se negaría a hacer por su cuenta las reparaciones. Basta como ejemplo indicar que cualquier avería producida en el cielo raso de la sala de butacas hubiera obligado a montar de nuevo un andamiaje de 18 metros de altura y a levantar, inutilizándolo, el lienzo pintado que decora el techo de la citada sala, lo que suponía de 30 a 35.000 pesetas, más las pérdidas consiguientes al retraso en la apertura del teatro.

Por otra parte, el aceptar la nota benévola en las pruebas, quitaba eficacia a las mismas y envolvía una responsabilidad grande para los llamados a comprobar si el nuevo edificio reunía todas las condiciones de seguridad que el supremo interés del público reclama.

Era en consecuencia, de todo punto indispensable, proceder con el mayor tacto, estudiando detenidamente el asunto e inspirando las decisiones en un criterio basado en las exigencias de la realidad que suele estar tan distanciada de las recomendaciones teóricas como de la conveniencia industrial.

El señalar los acuerdos tomados por la Comisión tantas veces mencionada y el fundamento de los mismos, constituye el objeto principal de este artículo que creo de interés general ya que será muy probable que algunos compañeros puedan verse en casos parecidos.

\*  
\* \*

Desde el punto de vista del constructor, es evidente que contratada la obra para que los entramados horizontales soporten una carga máxima de 400 kilogramos por metro cuadrado que fué la que sirvió de base

de cálculo, estaba aquél en su perfecto derecho al no autorizar pruebas a carga mayor cuando ni en el pliego de condiciones que ha regido para la contrata figura ninguna cláusula que a ello le obligue ni en España existe disposición ni reglamento alguno que para garantizar la seguridad pública lo exija.

Hasta fecha reciente, las construcciones de cemento u hormigón armado no se habían generalizado lo bastante para que fuese preciso exigir en los presupuestos y aquilatar escuadrías y secciones de metal, y como propaganda los mismos constructores tenían interés en hacer ensayos y pruebas, sometiendo las obras a cargas muy superiores a las de cálculo.

La casa Hennebique, por ejemplo, recomendaba a sus concesionarios en España, probasen siempre por lo menos a vez y media dichas cargas. Pero hoy las cosas han variado mucho; las aplicaciones prácticas del hormigón armado (a pesar de algunos fracasos en número reducidísimo), se han extendido extraordinariamente; existen ya gran número de empresas que construyen por este sistema, y la competencia no sólo de estas casas entre sí, sino también entre los constructores con hormigón armado y con entramado metálico es tan grande que forzosamente hay que reducir los precios al minimum para que las obras sean adjudicadas. En tales condiciones, el no tolerar pruebas con cargas superiores a las que han servido de base en los cálculos, es perfectamente disculpable.

Desde el punto de vista de la seguridad pública, ya es otra cosa; siendo estas competencias nueva razón justificativa de que las autoridades procedan con el debido y posible rigor en las pruebas. Vamos a ver en el caso concreto actual qué límite debía tener ese rigor.

La carga útil o sea la sobrecarga permanente o accidental que el piso está llamado a recibir según su destino, es dato poco concreto; pero, sin embargo, las cifras que los diferentes autores de obras de Mecánica aplicada a las construcciones asignan, distan poco unas de otras.

El Oslet (*Traité de charpente en fer*) fija para los grandes salones y piezas de recepción de grandes dimensiones la sobrecarga, en 280 a 300 kilogramos por metro cuadrado; en las salas de reunión o de asambleas, en 300, y en los salones para grandes reuniones, en 420 kilogramos por metro cuadrado. Berger y Guillerme (*La construction en ciment armé*) da para la carga útil en los cuarteles y lugares de reunión, de 350 a 450 kilogramos metro cuadrado. Marvá indica como sobrecarga en salones para audiencias, espectáculos, cuarteles, hospitales, etc., 300 kilogramos por metro cuadrado, pudiendo agregarse que dentro de los límites indicados están los valores que para las sobrecargas figuran en la multitud de obras y manuales consultados.

Para valorar las cargas originadas por la aglomeración de personas va habiendo más unidad de criterio, fijándose hoy en 400 kilogramos el peso por metro cuadrado de una acumulación de personas, cifra adoptada para los puentes de carreteras en la instrucción para redactar proyectos de puentes metálicos aprobada por Real orden de 25 de mayo, y vigente en la actualidad. En el informe del Consejo de Obras Públicas que acompaña a dicha instrucción, se considera muy acertado el que se fije en 400 kilogramos dicho peso, en analogía con lo hecho en la instrucción francesa de 1877 al modificarse el año 1891 y por lo que se refiere a puentes militares, si bien en el *Manual del Pontonero* se asigna a la Infantería en derrota el peso de 330 kilogramos por metro cuadrado de tablero, en el *Manual de Puentes Militares Provisionales*, premiado en el Concurso celebrado por el MEMORIAL en 1913, se considera como carga accidental en los puentes militares, 400 kilogramos por metro cuadrado de tablero para la mencionada infantería en derrota.

Respecto a cargas de prueba, la instrucción ministerial francesa de 20 octubre de 1906 sobre el empleo del hormigón armado, no puede ser más vaga, pues el artículo 21 se limita a decir que las obras de hormigón armado que interesen a la seguridad pública, serán probadas antes de ser puestas en servicio, indicándose las condiciones de las pruebas en los pliegos de condiciones y prohibiendo hacer las mismas antes de un plazo de treinta a noventa días, según la importancia de las mismas, y el artículo 25 indica la forma en que han de probarse los pisos, señalando que las sobrecargas deben actuar durante veinticuatro horas y las flechas no aumentar al cabo de quince.

Algo más precisas que estas instrucciones son las contenidas en la obra *Chaux hydrauliques et ciments* de la Sociedad J. y A. Pavin de Lafarge que dice en la página 200, «bajo la carga normal impuesta a la construcción y permaneciendo actuando veinticuatro horas, los ensayos son satisfactorios cuando: a) La flecha no aumenta después de las quince horas de carga. b) Cuando a las veinticuatro horas dicha flecha es menor de  $\frac{1}{2000}$  de la luz».

La «Circular prusiana relativa a las construcciones en cemento armado» de 24 de mayo de 1907, contiene prescripciones mucho más concretas sobre el particular a que nos venimos refiriendo. A continuación extractamos las más importantes:

A las pruebas precede el envío del proyecto y cálculos a la Policía.

Prohibido cargar hasta los cuarenta y cinco días del endurecimiento.

La prueba de los pisos se hará del modo siguiente:

Siendo  $g$  el peso propio y  $p$  la sobrecarga uniformemente repartida, la sobrecarga de prueba no excederá de  $0,5 g + 1,5 p$ . Para sobrecargas que excedan de 1.000 kilogramos puede contentarse con ésta no amplificada.

Si no se prueba más que una banda de piso, se repartirá la sobrecarga uniformemente sobre esta banda que debe tener como longitud la luz y como anchura  $\frac{1}{3}$  de la luz, siendo el minimum 1 metro. La sobrecarga no excederá de  $g + 2 p$ .

a) El peso propio debe comprender todas las partes que constituyen el piso y parquet o pavimento y las sobrecargas.

b) Para construcciones sometidas a vibraciones bastante fuertes como pisos de salas de reunión, baile, fábricas, etc., el peso *muerto real* y la *sobrecarga aumentada* en el 50 por 100.

c) Para construcciones sometidas a vibraciones muy fuertes, como pisos, sobre los cuales pasan carruajes, el peso propio real y la sobrecarga aumentada al 100 por 100.

Por último, en las instrucciones reglamentarias para el empleo del cemento armado redactadas por el Laboratorio del Material de Ingenieros (año 1912), figuran los artículos siguientes:

Art. 33. Las cargas de prueba de los suelos se repartirán uniformemente en toda su extensión a razón de 150 veces la calculada, de modo que llamando  $p$  y  $p'$  respectivamente al peso por metro cuadrado del piso y el de la sobrecarga, habrá que colocar sobre cada metro cuadrado un peso igual a  $0,5 p + 1,5 p'$ .

Si  $p' > 1.000$  kilogramos no se aumentará su valor.

Estas cargas deben mantenerse durante veinticuatro horas por lo menos.

Art. 34. Si la prueba ha de hacerse sólo sobre una faja del piso, ésta deberá tener una longitud igual a la luz y una anchura igual al tercio de dicha luz. En este caso la carga de prueba por metro cuadrado deberá ser  $p + 2 p'$ , resultando, por consiguiente, doble de la que ha servido de base para el cálculo.

Art. 35. En la recepción deberá procederse a la medida de las deformaciones; la carga de prueba no ha de producir deformaciones permanentes superiores al 30 por 100 de las calculadas.

En los suelos formados por vigas maestras y viguetas, se determinará la flecha de éstas con independencia de la de aquéllas, restando de la total la de las primeras. Igual regla se seguirá en casos análogos.

Teniendo en cuenta los antecedentes y circunstancias enumeradas el acuerdo tomado por la Comisión fué el siguiente:

Tomar como tipo de carga de prueba la de 400 kilogramos por metro cuadrado de superficie en planta, en los voladizos y partes de edificio donde la carga máxima real que en la práctica puede existir no exceda de los 300 kilogramos, y llevar aquélla hasta los 600 en aquéllas otras en

que puedan reunirse muchedumbres compactas y producir vibraciones bastante fuertes. En el primer caso se encuentran los voladizos, ya que ni aun suprimiendo las butacas que en ellos se fijaron podrá haber nunca más de cuatro personas por metro cuadrado, lo que supone una carga algo inferior a los 300 kilogramos y la azotea que se destina a funciones de cinematógrafo y varietés, disponiéndose palcos y sillas igualmente fijas, lo que imposibilita un exceso de carga, y en el segundo, el patio o *sala de butacas* organizado para poderse celebrar bailes, especialmente en época de Carnaval y las escaleras sobre las cuales la acumulación de personas, sobre todo al evacuarse el teatro, es siempre grande y las vibraciones intensas.

En las partes que hubieran de cargarse a 600 kilogramos se empezaría por la carga de 400, elevándola cuidadosamente después, hasta llegar a la máxima (1).

Atendiendo la dificultad que ofrece el cálculo exacto de las flechas teóricas, se acordó también el aceptar la condición de que las flechas medidas no deberían exceder del  $\frac{1}{750}$  de la luz, lo que es muy frecuente en las pruebas de obras de hormigón armado.

### Pruebas practicadas.

Con arreglo a los anteriores acuerdos, que fueron comunicados al director de las obras y al representante de la casa constructora, «Sociedad General de Cementos portland de Sestao», se comenzaron las pruebas el día 18 de mayo por el

*Voladizo del primer piso.*—De los tres existentes, es el que tiene más saliente (3,50 m.) y está constituido por una losa, de espesor variable entre 0,12 y 0,30 metros, correspondiendo este último al empotramiento que tiene lugar en una viga poligonal de 18 metros, que descansa en

---

(1) Los precedentes de obras similares construídas en España en estos últimos años no señalan un criterio fijo, pues mientras los voladizos, que tienen 2,40 metros, del teatro de Reina Victoria en San Sebastián construído en 1912 por la casa Olasagasti y C.<sup>a</sup> (de la que son ingenieros los capitanes Sierra y Díaz Montenegro), se calcularon a razón de 500 kilogramos por metro cuadrado de sobrecarga y se probaron a 1.000 kilogramos sin que la flecha pasara de  $\frac{1}{750}$  de la luz, los del teatro de la Comedia de esta Corte, reedificado el 1915, se calcularon a 300 kilogramos por metro cuadrado y ni siquiera se probaron, al menos oficialmente.

cuatro pilares, de los cuales los dos extremos sirven de arranque a los voladizos de palcos y limitan el de anfiteatro que nos ocupa.

La referida losa se prolonga hacia la fachada para constituir el techo del *foyer* de planta baja.

Se cargó totalmente el anfiteatro, empleando 1.250 sacos de arena, que a razón de 50 kilogramos suponen 62.500, insistiendo sobre la superficie de aquél, que es de 147 metros cuadrados, lo que supone una carga uniformemente repartida de 425 kilogramos por metro cuadrado. La carga terminó de establecerse a las dos de la madrugada del día 19. Se colocaron tres flexímetros que dieron las siguientes indicaciones.

A las seis de la tarde de dicho día 19, flexímetro central, 7,4 milímetros; flexímetros laterales, el de la derecha (mirando al escenario), 6,8 milímetros; el de la izquierda, 5,4.

A las veinticuatro horas de la carga, o sea a las dos del día 20, las flechas registradas fueron:

Flexímetro central.....	8,0 milímetros
Laterales { derecha.....	7,2    »
{ izquierda.....	5,9    »

Inmediatamente se comenzó la descarga, con los siguientes resultados:

Flexímetro central	{ a las doce del 20.....	3 milímetros.
	{ a las veinte del id.....	2,3    »
	{ a las doce del 21.....	0,0    »

Flexímetros laterales	{ a las doce del 20.....	{ derecha, 2 milímetros.
		{ izquierda, 1 milímetro.
	{ a las veinte del id.....	{ derecha, 2 milímetros.
		{ izquierda, 1 milímetro.

Teniendo en cuenta que para obtener la flecha real acusada por el voladizo, había que descontar de la marcada por el flexímetro, la correspondiente a la viga de 6 metros que sirve a aquél de empotramiento, flecha esta última que podía ascender a

$$\frac{1}{750} \times 6 \text{ m.} = 8 \text{ mm.}$$

y que las flechas en vigas empotradas por un extremo y cargadas uni-

formemente, guardan con las correspondientes a vigas apoyadas en ambos extremos la relación

$$\frac{1}{8} \times \frac{5}{384}$$

resulta en definitiva como tolerable la flecha obtenida de 8 milímetros en el punto que debía producir la mayor (borde del centro del voladizo), pues solamente el  $\frac{1}{750} l$  resulta ser 4,25 milímetros, cifra que sumada a los 8 de la viga suponen 12,25, mayor de 8 obtenidos (1).

Para juzgar el verdadero valor de esta prueba basta tener en cuenta que siendo la total capacidad del teatro 2.000 espectadores, la carga impuesta al anfiteatro representa el peso de más de 1.000 personas a razón de 60 kilogramos de peso medio.

*Escaleras.*—Se eligió para la prueba un tramo de una de las escaleras de acceso a los palcos, cargando éste, así como las dos mesillas inmediatas, a razón primeramente de 400 kilogramos metro cuadrado, elevando después esta carga a 600 kilogramos. La flecha registrada fué tan sólo de 0,2 milímetros, no habiendo sufrido aumento al pasar de los 400 a los

(1) La flecha teórica calculada por la fórmula  $f = \frac{1}{8} \frac{p l^4}{E I}$  no llega a los 6 milímetros, como indica el cálculo siguiente:

$$p = 400 \text{ kgs.} \times \text{m.}^2 = 0,4 \text{ kgs.} \times \text{cm.}^2$$

$$l = 3,50 \text{ m.} = 350 \text{ cms.}$$

$$E = 22 \times 10^5 \text{ (cms.)}$$

$$I = \frac{a b^3}{12} = \frac{100 \times 20^3}{12} = 2933040 \text{ para el espesor medio del voladizo de 0,20 m.}$$

Sustituyendo valores resulta:

$$f = \frac{1}{8} \times \frac{0,04 \times 15006250000}{22 \times 100000 \times 66660} = \frac{15006,25}{44 \times 66660} = 0,0051 \text{ m.}$$

La flecha admisible para  $\frac{1}{750}$  de la luz sería:

$$f = \frac{1}{750} \times 3,50 = 4,25 \text{ mm,}$$

a la que habría que agregar la admisible en la viga que sirve de empotramiento al voladizo.

600 kilogramos. Como la flecha tolerable era de 4 milímetros puede asegurarse que aun habiendo llegado hasta 1.000 kilogramos por metro cuadrado, la flecha habría sido despreciable.

*Piso de la sala de butacas.*—Tiene una extensión superficial de 253 metros cuadrados, estando constituido por un entramado con inclinación aproximadamente de  $\frac{1}{7}$ , que se empotra en los muros que limitan la sala, y descansa sobre cuatro pilares, dos de los cuales tienen 3,50 de altura y 4 metros los otros dos. En cada metro cuadrado de la mitad izquierda de la sala se colocaron 36 sacos, lo que representa una carga de 450 kilogramos por metro cuadrado. Se establecieron cinco flexímetros, y con objeto de poder apreciar la menor desviación en los pilares, efecto del empuje producido bajo la acción de la carga, se colocaron cuidadosamente plomadas en los dos pilares afectados por dichas cargas.

A las quince horas de dicha carga, los flexímetros acusaban:

Flexímetro núm. 1.....	2,0 milímetros.
» 2.....	1,5 »
» 3.....	2,5 »
» 4.....	2 »
» 5.....	0,8 »

Se aumentó la carga hasta los 500 kilogramos por metro cuadrado, y a las ocho horas de haberse terminado esta operación, las flechas eran:

Flexímetro núm. 1.....	2,0 milímetros.
» 2.....	1,5 »
» 3.....	3,1 »
» 4.....	2 »
» 5.....	0,8 »

Se elevó la carga hasta 600 kilogramos por metro cuadrado, y a las veinticuatro horas los flexímetros acusaban:

Flexímetro núm. 1.....	3,1 milímetros.
» 2.....	2 »
» 3.....	4,4 »
» 4.....	2,4 »
» 5.....	0,6 »

y las plomadas estaban exactamente en idéntica posición a la en que se

habían colocado, demostrando con ello no había existido el menor movimiento en los pilares. Como la flecha tolerable para los 5 metros de luz de las vigas era de 6,6 milímetros para carga de cálculo y algo mayor para la de prueba y no se pasó de los 4,4 milímetros, el resultado puede considerarse como satisfactorio, máxime cuando a las quince horas de la descarga los flexímetros 1 y 3 marcaban 0,4 milímetros y 0 los restantes.

*Azotea.*—Es una de las partes más delicadas del edificio por la crecida luz de las vigas armadas que la soportan.

Tienen éstas 14,60 metros, contados entre los pilares que sirven de empotramiento a los extremos de voladizos de anfiteatro y son tres idénticas, soportando dos de ellas el peso de la azotea, que mide 320 metros cuadrados, y teniendo la tercera por único objeto, transmitir a los muros la carga del escenario que se ha construido en dicha azotea.

El entramado horizontal que constituye la parte resistente de la azotea está formado por vigas maestras de 10 metros de luz y forjado con nervios; los ejes de dichas vigas maestras tienen dirección perpendicular a las de las vigas armadas y descansan sobre los cordones superiores de éstas, los que por medio de montantes se unen a los inferiores situados en el mismo plano que la losa con nervios que sirve de cielo raso a la sala de butacas. Entre el cielo raso y el forjado de la azotea queda una cámara de 2,80 metros de altura, que es la que miden las referidas vigas armadas.

Las pruebas hechas en la azotea han sido: a) La de la viga armada sometida a mayor carga. b) La de una de las vigas maestras. El día 25 se cargó a razón de 400 kilogramos por metro cuadrado toda la parte de azotea que afectaba a la viga armada posterior, que es la que por su situación soporta la mayor carga, y como dada la solidaridad establecida por intermedio de estas vigas entre la azotea y el cielo raso de la sala, toda flecha que aquella tomara la acusarían por igual los cordones superior e inferior, fué necesario para que las observaciones fueran más exactas, colocar el flexímetro en la sala de butacas, precisando para ello componer con listones de madera una barra de 18 metros de longitud, con el que se atravesaba el cielo raso por la abertura de uno de los faroles instalados en aquél. A las seis horas de la carga, el flexímetro marcaba 1,4 milímetros, y a las quince horas, 2,4 milímetros, cuya flecha permaneció inalterable hasta las veinticuatro horas.

Para la luz de 14,60, la flecha tolerable era de 19 milímetros, resultando por tanto insignificante la obtenida.

Cargada a razón de 400 kilogramos metro cuadrado toda la superficie que interesa a una de las vigas maestras de 10 metros de luz, que in-

sisten sobre el cordón superior de las armadas, la flecha máxima apreciada a las veinticuatro horas de la carga, fué de 1,4 milímetros contra 13,3 que correspondían al  $\frac{1}{750}$  de la luz; el flexímetro pudo en este caso situarse en el cruce de las dos grandes vigas de sección rectangular que soportan el cielo raso, por no establecerse enlace entre éste y la azotea, más que por intermedio de las vigas armadas.

*Voladizos del segundo y tercer piso.*—Se cargó en ambos a razón de 400 kilogramos por metro cuadrado la faja central de 6 metros de anchura y toda la profundidad de las respectivas graderías.

Las flechas máximas registradas a las veinticuatro horas de la carga, fueron:

Voladizo del piso principal.....	3 milímetros.
Idem del piso segundo.....	1,4

resultados muy en relación con lo que debiera esperarse, pues al ir disminuyendo en 0,50 metros el vuelo de dichas piezas, desde el piso 1.º al 2.º, es lógico que al someterlas a idéntica carga, se hayan ido encontrando flechas menores (8 mm., piso 1.º; 3 mm., piso principal; 1,4 milímetros, piso 2.º).

### Resumen de las pruebas.

El informe dado por la Comisión contiene las conclusiones siguientes:

Resumiendo todo lo anterior podemos indicar:

a) Que probadas, con cargas que pueden apreciarse en vez y media las máximas de trabajo, a que, aun suponiendo totalmente lleno el nuevo teatro, podrán estar prácticamente sometidas las partes delicadas del edificio (voladizos, azotea, patio o sala de butacas y escaleras) se han registrado siempre flechas bastante inferiores a las que hubieran sido admisibles, siendo de notar que dichas cargas se han mantenido actuando en todas las pruebas, durante veinticuatro horas, tiempo cuatro veces superior al que actuará la carga real que las personas representan.

b) Que los reconocimientos practicados a raíz de cada prueba parcial han patentizado, que el material ha soportado estas pruebas en inmejorables condiciones, toda vez que no se ha apreciado la menor grieta, ni el más ligero desconchado en las superficies cargadas, demostrándose con ello y por la anulación de las flechas a las veinticuatro horas de la descarga, que en ningún momento se ha salido del período elástico no ha-

biendo existido, por consecuencia, peligro alguno en ningún instante para dicho material.

Puede, por consiguiente, apreciarse como altamente satisfactorio el resultado obtenido en las minuciosas pruebas de resistencia efectuadas por la Comisión en el nuevo teatro «Odeón», los días 19 al 29, ambos inclusivos, del mes actual, deduciéndose como conclusión que a juicio de los firmantes, el citado edificio reúne las apetecibles condiciones de seguridad para el uso público a que se destina.

Como adición al informe, la Comisión se creyó en el deber de llamar la atención del Director General de Seguridad sobre la conveniencia para la seguridad pública de que por su respetable Autoridad se solicitase del Excmo. Sr. Ministro de la Gobernación:

1.º Que en lo sucesivo a todo permiso de apertura de edificio de uso público, preceda la realización de las pruebas de resistencia necesarias para comprobar las condiciones de seguridad en que aquél se encuentra.

2.º Que para evitar incidentes y definir posibles responsabilidades, se redacte por personal técnico designado por el Ministerio de Fomento, un Reglamento en el que se precisen las cargas de prueba y las de cálculo que deberán aceptarse en las distintas partes de dichos edificios, así como las flechas tolerables, dedicando especial atención a las construcciones de hormigón armado, toda vez que generalizadas éstas en España y habiéndose iniciado el período de competencia entre éste y los antiguos sistemas constructivos, es muy de temer que un espíritu de economía mal entendido en los constructores, unido a la escasez de base científica en muchos de ellos para el manejo de este material, conduzca a deficiencias de aplicación, justificativas de medidas previsoras por parte de las Autoridades a quienes corresponde velar por la seguridad pública.

En vista del aludido informe, la Dirección General de Seguridad autorizó la apertura del teatro; celebrándose la función inaugural el 18 de junio con asistencia de SS. MM. y Altezas Reales y numeroso público.

EDUARDO GALLEGU.

## La fortificación de campaña en los frentes austriacos.

La extensa información gráfica que de la actual guerra se viene haciendo, ha dado a conocer con bastante exactitud, no obstante la reserva natural guardada por los beligerantes en lo referente a sus métodos de guerra, todas las disposiciones de fortificación de campaña que preferentemente se emplean en los diversos frentes y posiciones fortificadas. Pero en esas informaciones faltan, casi por completo, datos precisos respecto al sistema de construcción, dimensiones y detalles diversos, que son de gran interés para los llamados a ejecutar las obras y que a veces influyen notablemente en su eficacia. Por ello consideramos que pueden ser útiles a nuestros oficiales los siguientes datos, tomados de un folleto titulado «Instrucción técnica para la Escuela de Oficiales de la reserva», editado en Viena hace pocos meses, y uno de cuyos ejemplares se nos ha permitido brevemente examinar.

Faltan, indudablemente, en dicha instrucción los tipos más recientes de disposiciones adoptadas en el frente franco-inglés como resultado de las enseñanzas logradas en las últimas ofensivas; pero aun así, no dejan de ser muy interesantes algunas de las que contiene y exponemos a continuación.

La organización general de un sector perteneciente a una posición fortificada, en terreno llano, es la representada en la figura 1.

Dos líneas continuas de trincheras, y a veces tres, distantes de 100 a 150 metros, enlazadas por ramales de comunicación, y un «Punto de apoyo», o núcleo de resistencia situado a retaguardia, a distancia variable según el terreno, constituyen el principal sistema de defensas. A vanguardia de la primera línea puede haber otra discontinua, formada por pozos de tirador y puestos para escuchas y patrullas, más algunas ametralladoras, que se procura queden completamente ocultas y resguardadas hasta el último momento del asalto, para batir de revés al enemigo, si llega a las alambradas. En las trincheras y ramales están intercalados numerosos traveses para la desenfilada y la localización de los efectos de los proyectiles explosivos. Emplazamiento para ametralladoras, para lanzabombas y para los encargados de arrojar granadas de mano, gran número de abrigos subterráneos destinados a todos los servicios, y un sistema muy amplio de defensas accesorias completan la organización del sector.

La primera línea de trincheras debe ocupar la cresta militar de la posición (fig. 2), la segunda debe estar trazada en la cumbre, y la tercera

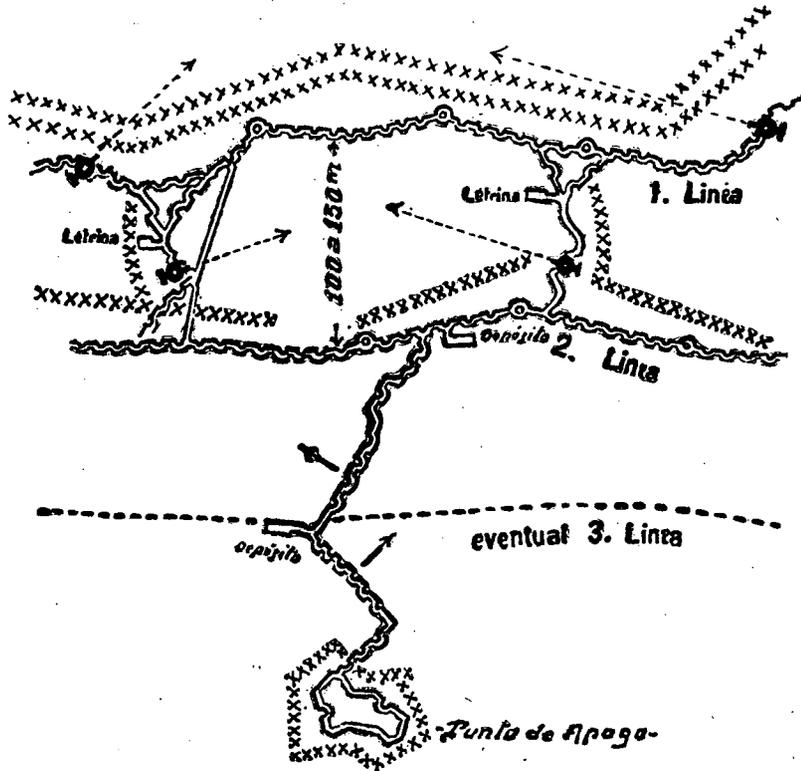


Fig. 1.—Sector fortificado en terreno llano.

batiendo la meseta, si es que existe. El detalle del perfil de estas tres líneas es el representado en la figura 3.

Debajo del parapeto de la primera línea existen abrigos en forma de

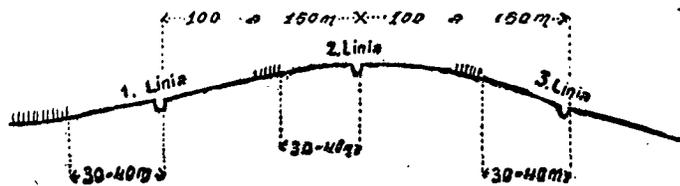


Fig. 2.

nicho con muros de hormigón de 1 metro de espesor; pero, según advierte la instrucción mencionada, el fuego de artillería que precede a los asaltos tiene tal intensidad, que los defensores de esta línea, general-

mente un hombre por cada 3 metros de frente, quedan todos muertos o heridos. Para preservar más a algunos de ellos se construyen también abrigos subterráneos, a 5 metros de profundidad como mínimo, análogos a los figurados en la 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> línea.

El detalle de estos abrigos está representado en la figura 4. El sólo

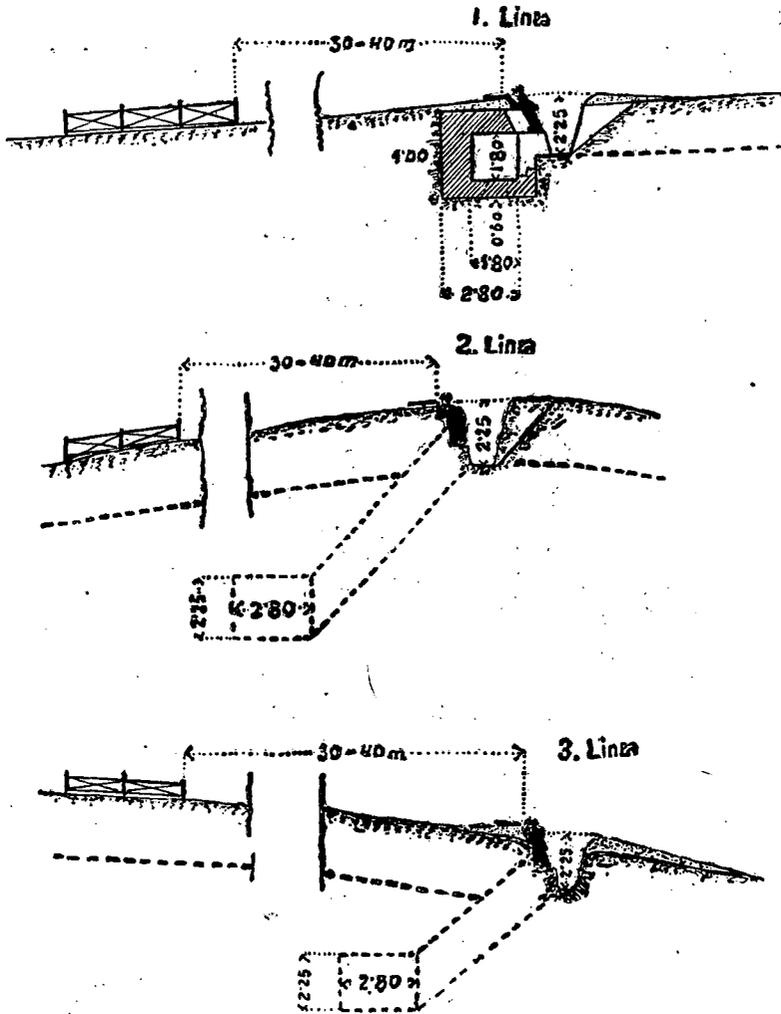


Fig. 3.

examen de la figura basta para comprender su disposición. El revés de la trinchera frente a las dos entradas, que por lo menos deben tener, se recorta en talud muy inclinado para que las tierras removidas por la

explosión de un proyectil que caiga en dicho revés no puedan obstruir la entrada. Un periscopio situado en el centro del abrigo permite observar desde su interior el terreno enemigo.

En la misma figura está representado el emplazamiento de uno de los observatorios, blindados con planchas de acero, que se colocan en diversos puntos del sector para los centinelas y jefes de los diversos grupos de defensores.

La figura 5 da con todo detalle las dimensiones y disposición adop-

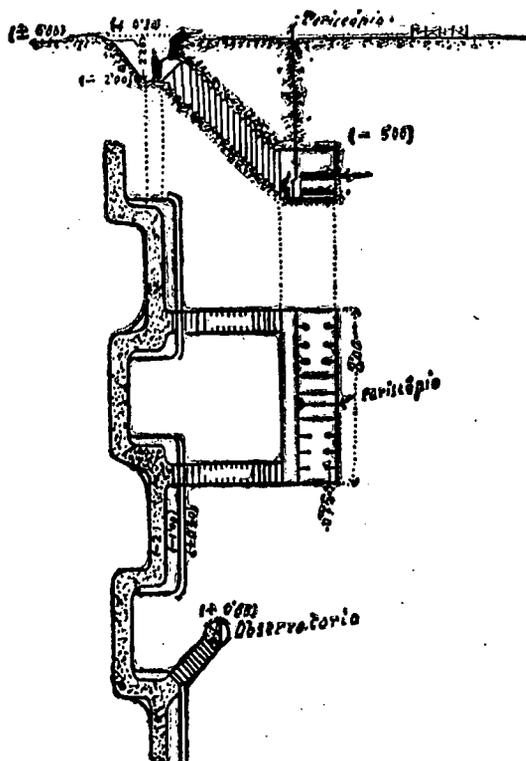


Fig. 4.—Abrigo subterráneo.

tada para las trincheras y traveses. En ella está también representado el emplazamiento de una ametralladora y el abrigo en que debe mantenerse hasta el momento de emplearla para rechazar un asalto.

En la figura 6 se representan con iguales detalles el emplazamiento y abrigo para una pieza de campaña de tiro rápido.

Los puntos de apoyo, situados a retaguardia de las tres líneas de trincheras, se enlazan generalmente por otra serie de trincheras forman-



Las cuatro obras defensivas que forman la posición se reducen a una trinchera, del mismo perfil y relieve que las restantes del frente,

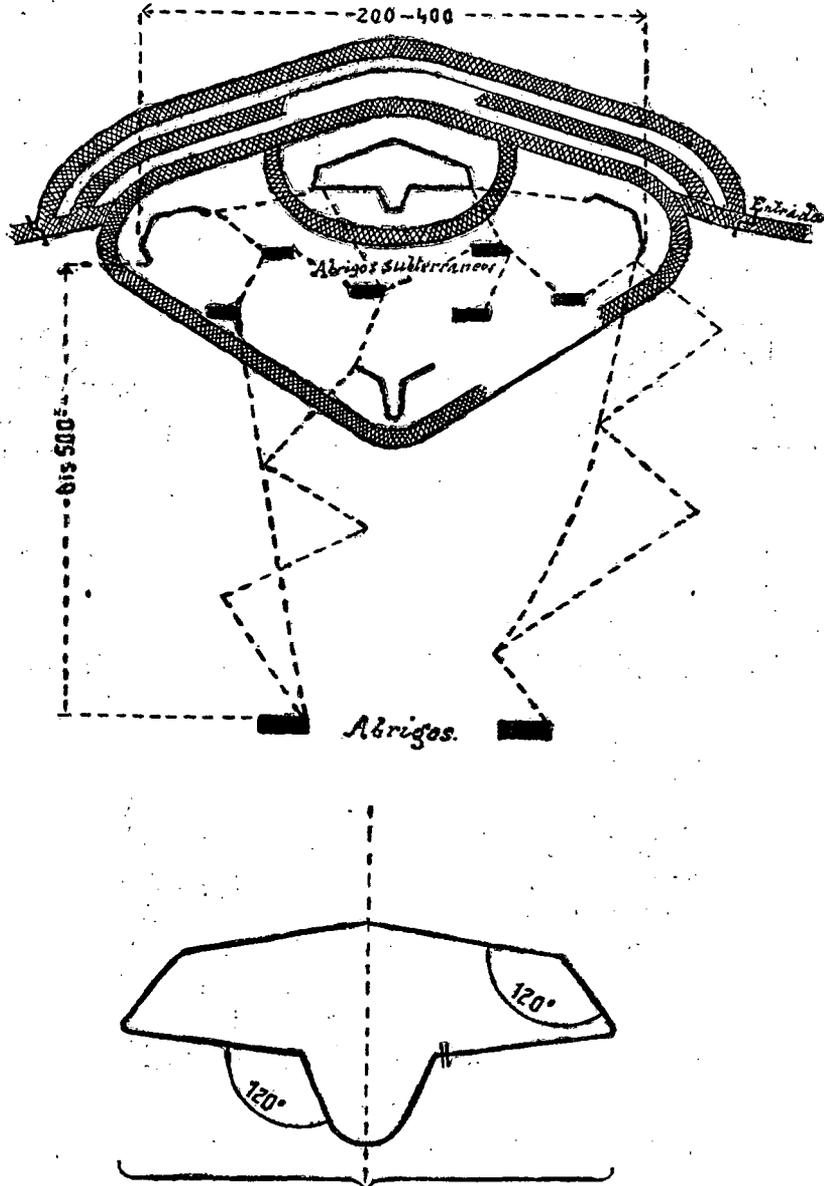


Fig. 7.—Punto de apoyo.

trazada siguiendo la magistral de cada obra, y cubierta con un blindaje y tierra. Con esto último se consigue una relativa protección para los

defensores y que sea difícil a las aeronaves enemigas descubrir su situación.

Observatorios blindados, puestos para proyectores y emplazamientos para ametralladoras, lanzabombas y artillería se hallan repartidos convenientemente. Galerías de mina, múltiples para cada objeto, conducen a los abrigos subterráneos y demás servicios de la posición.

Como ejemplo de la adaptación al terreno de uno de estos tipos de punto de apoyo, en el folleto de que se trata, se presentan dos fotografías de uno construido sobre una colina, tomadas desde un aeroplano antes de poner los blindajes y después de colocados éstos. A no ser por las alambradas, que denuncian la existencia de la obra, queda ésta perfectamente disimulada, pues las entradas diversas que dan paso a los subterráneos y trincheras aparecen en la fotografía como embudos producidos por la explosión de los proyectiles y se confunden con ellos.

JORGE SORIANO.



## PRÁCTICAS DE TIRO NOCTURNO HACIENDO USO DE PROYECTORES

No dudamos que una vez terminada la guerra actual y conocidos los procedimientos empleados por las tropas en el combate nocturno, podremos con base más sólida adiestrarnos en tal cometido. Pero siendo tan escasa la información respecto a experiencias de este género, nos creemos en el deber de publicar en nuestro MEMORIAL las prácticas que hemos llevado a cabo, con ocasión de los ejercicios combinados realizados en unión de la cuarta sección de la Escuela Central de Tiro y elementos del Servicio de Aerostación en el campo eventual de Villaviciosa de Odón (Madrid), durante el curso complementario para segundos tenientes de la escala activa del arma de Caballería celebrado por la expresada sección desde el 1.º de marzo al 15 de julio último, ambos inclusive.

Dichas prácticas comprendieron dos series de experiencias: unas preparatorias o de investigación, en las cuales los oficiales que en ellas tomaron parte estudiaron con nosotros los ejercicios, y otras definitivas, demostración de las enseñanzas deducidas.

A continuación describimos las operaciones realizadas.

## PRIMER PERÍODO DE EJERCICIOS PREPARATORIOS

En el mes de mayo último y durante los días 4 a 13 se trasladaron a Villaviciosa de Odón, cumplimentando la real orden del 15 de febrero del mismo año, los elementos siguientes del Tren de Iluminación de las tropas en campaña: un proyector de 0,90 metros de diámetro de espejo y dos de 0,60, con el personal y ganado necesarios para su servicio.

Los días 4 y 5 del expresado mes los dedicó el personal de la Unidad a practicar, independientemente de las demás fuerzas con las que después había de operar, reconociendo el terreno, obteniendo croquis de maniobra, referencia y los perspectivas necesarios para efectuar el servicio, y completando la enseñanza práctica del personal.

El lunes 7, se destinó a que nuestro personal practicara en combinación con el servicio de aerostación facilitando así en ejercicios sucesivos el enlace de ambos y con los tiradores. Para ello se iluminó un globo cautivo de 6,50 metros de diámetro, situado a un kilómetro del emplazamiento de los proyectores y con un cable de 1.000 metros de longitud. Se utilizaron el proyector de 0,90 y los dos de 0,60, que se establecieron en el campamento provisional establecido por la cuarta Sección para sus ejercicios.

Los proyectores Siemens y A. E. G. de 0,60, modelos que poseemos, están dispuestos de modo que pueden dirigir su haz hasta en dirección vertical. Son, pues, útiles para objetivos aéreos, y únicamente temíamos por referencia de experiencias análogas en el extranjero, que las chispas y cenizas que a elevadas temperaturas se desprenden de los carbones pudieran perjudicar a los espejos. Para evitarlo se dispuso una canastilla de tela metálica, situada convenientemente, la cual recogía aquéllas impidiendo llegaran al espejo; pero tal disposición, que restaba luminosidad al haz, fué suprimida después por resultar injustificado nuestro temor. El proyector Barbier Renard de 0,90 metros no reúne condiciones para este objeto. Su ángulo máximo de elevación es de  $24^{\circ} 30'$  y sólo en casos muy especiales de situación relativa del objetivo con relación al proyector y de éste en el terreno, aprovechando contrapendientes que aumenten dicho ángulo, puede tener alguna utilidad.

Se efectuaron diversos ejercicios. Primeramente se formó una pantalla luminosa con los haces de los dos proyectores de 0,60 metros, situados uno a cada lado del de 0,90, con dispersor, a fin de ver en el espacio dicha pantalla y estudiar la rapidez con que podríamos desplazarla para iluminar un avión, lo cual se efectuó con el mando automático a distancia ayudado por los teléfonos de los proyectores de 0,60. Des-

pués se iluminó el globo sucesiva y simultáneamente por los proyectores de 0,60 y en algunos casos también por el de 0,90, sin dispersor, colocando cuñas supletorias en su aparato elevador y teniendo que prescindir del mando automático porque el motor no funciona bien cuando el aparato se inclina. El personal llegó a adquirir gran práctica en la busca del objetivo.

El día 8 empezó el ejercicio a las veintiuna, siendo el objetivo un globo cometa de 3,50 metros de diámetro y 8 de altura, anclado a un kilómetro de la línea de tiradores y con 1.000 metros de cable. Constituían la guerrilla 32 tiradores de la sección experimental de la Escuela, sentados sobre el terreno para hacer fuego, por ser ésta la posición que se encontró preferible para esta clase de objetivo; el globo se movió muy poco, apreciándose con el eclímetro un ángulo de  $43^\circ$  y una distancia media, entre la dada por los telémetros Goerz y Stereo, de 1.200 metros, según datos proporcionados por el personal de la Escuela que tenía a su cargo este servicio.

Se utilizaron los dos proyectores de 0,60 para iluminar el objetivo; la línea de la guerrilla estaba completamente en sombra, no habiendo alumbrado para las alzas y el punto de mira, pues la elevación de los haces no dejaba luz difusa para este objeto. Circunstancialmente se utilizó la luz difusa del proyector de 0,90 llevando su haz en dirección conveniente, distinta de la del objetivo, pues el ejercicio proyectado fué con los dos de 0,60: en los sucesivos se solventó esta dificultad, utilizando los tiradores faroles de acetileno convenientemente situados para este objeto. En la práctica contra esta clase de objetivos no hay inconveniente se haga así utilizando el material que para su alumbrado posean las tropas. Duró el fuego doce minutos y veintisiete segundos, tirándose 40 cartuchos por hombre y lográndose el 3,12 por 100 de impactos. En la fig. 1 de la página 401 se indica la situación relativa de proyectores y guerrillas. Por la tarde de este día visitó el campamento el Excmo. Sr. General Jefe del Estado Mayor Central, el cual examinó el material de proyectores, encareciendo la conveniencia de su construcción nacional, en la parte que actualmente sea posible.

El objetivo del día 9 fué un globo esférico de 6,50 metros de diámetro, anclado a 1.200 metros de la línea de tiradores y con 1.000 metros de cable. Por la situación que el globo tomó, la guerrilla se estableció en una posición próximamente perpendicular a la del día anterior situándose los dos proyectores empleados en este ejercicio, en una línea paralela a la guerrilla y 1.000 metros a retaguardia de la misma: además y en la imposibilidad de emplear la luz difusa de los haces de los proyectores, dados los ángulos de elevación de los mismos, para iluminar las

obras y los puntos de mira se utilizaron cuatro linternas de acetileno situadas tres metros a retaguardia de la guerrilla.

Formaban ésta los 32 tiradores mencionados en el ejercicio anterior, tendidos sobre el talud del camino viejo de Villaviciosa a Brunete, que en esta parte es próximamente paralelo a la actual carretera. A una señal convenida se procedió por los proyectores, a la busca del objetivo, tardándose en ello ventiún segundos únicamente. Los telemetristas apreciaron una distancia media de 1.200 metros al objetivo y el eclimetro daba  $35^\circ$  de inclinación aproximadamente; excusado es decir que el objetivo estaba con exceso iluminado, para que pudiese ser distinguido a simple vista. El fuego duró dos minutos, tirándose 495 cartuchos y obteniéndose un 2,63 por 100 de impactos.

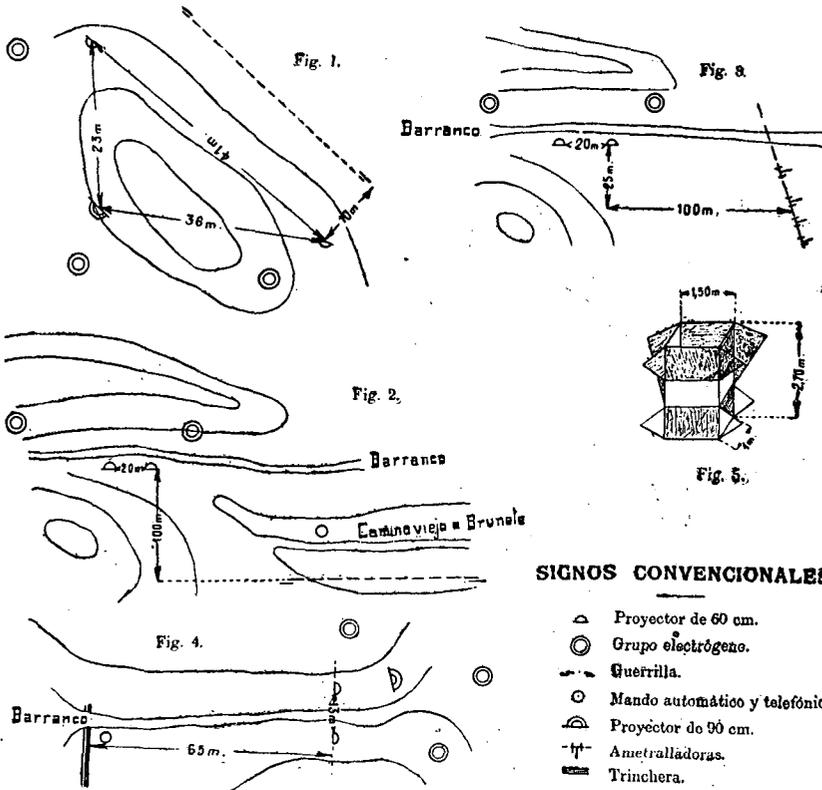
El croquis de la figura 2 (pág. 401) puede aclarar la anterior descripción. Tanto en este día, como en el anterior y siguiente, los proyectores quedaban encendidos y enfocados hacia el personal de aerostación, para ayudar a recoger el material y conducirlo a su campamento, situado a unos 2 kilómetros de nuestra posición.

El día 10 consistió el ejercicio en emplear el tiro de ametralladoras contra objetivos aéreos. Se utilizaron los dos proyectores de 0,60 y cuatro ametralladoras «Colt», con tripodes apropiados a esta clase de fuego, siendo dicho objetivo un globo de 6,50 metros de diámetro, anclado a 1.000 metros del origen y con 1.000 de cable; los telemetristas apreciaron una distancia de 1.200 al objetivo y un ángulo de situación de  $45^\circ$ . Diez segundos tardaron los proyectores en encontrarle, tirándose una cinta por arma (976 cartuchos aproximadamente, contando las faltas), obteniéndose un 3,18 por 100 de impactos, durando el fuego diez minutos y treinta segundos y consiguiéndose como en los anteriores ejercicios la iluminación necesaria para la puntería con una linterna de acetileno por pieza, convenientemente establecida. La situación de los proyectores está indicada en la figura 3. Tanto en este día como en el anterior y los siguientes, estaba terminado el ejercicio a la hora de la salida de la luna.

El ejercicio del día 11 tuvo por objeto batir aeronaves en movimiento, siendo el objetivo una cometa de 12 metros cuadrados de superficie (fig. 5) remolcada por tractor automóvil y con 700 metros de longitud de cable. El punto inicial del movimiento fué la calle Mayor de Brunete; el camino seguido la carretera de San Martín y el punto de parada el kilómetro 24,50 (antiguo kilometraje). La velocidad media del blanco aéreo, apreciada por los telemetristas, fué de 31 kilómetros por hora y la guerrilla se componía de 31 tiradores colocados en una trinchera, para tirar sentados, a unos 100 metros del puente sobre el Guada-

rrama y a la derecha marchando hacia Brunete, los cuales utilizaban para iluminar las alzas y puntos de mira cinco farolillos de acetileno. Se tiraron 296 cartuchos, duró el fuego cuarenta y cinco segundos y se obtuvo un 1,01 por 100 de impactos.

Se emplearon los dos proyectores de 0,60 y el de 0,90 metros que en este caso especial fué utilizable dada la poca inclinación de haz; uno de los haces del proyector de 0,60 moviase lentamente registrando el horizonte en acompasado movimiento de vaivén, por la parte del sector donde



el avión debía aparecer. El de 0,90 con el mismo movimiento ejecutaba la misma operación un poco más alto, siendo el haz casi tangente al anterior, y el otro haz del proyector de 0,60 trabajaba en forma análoga y un poco más alto, casi tangente al de 0,90; además, y muy despacio se elevaban los tres haces a la vez. Esta fué la forma en que dedujimos sería más fácil encontrar el blanco aéreo, problema quizá más difícil que el de encontrar aeroplanos, pues el ruido de sus potentes motores, así como el rastro lumino del escape del mismo, son indicaciones que no dudamos

servirán eficazmente en la práctica. Claro es que en compensación de la pequeñez del blanco, especialmente en algunas posiciones, y de la carencia absoluta del ruido delator, conocíamos el sector aproximado por donde

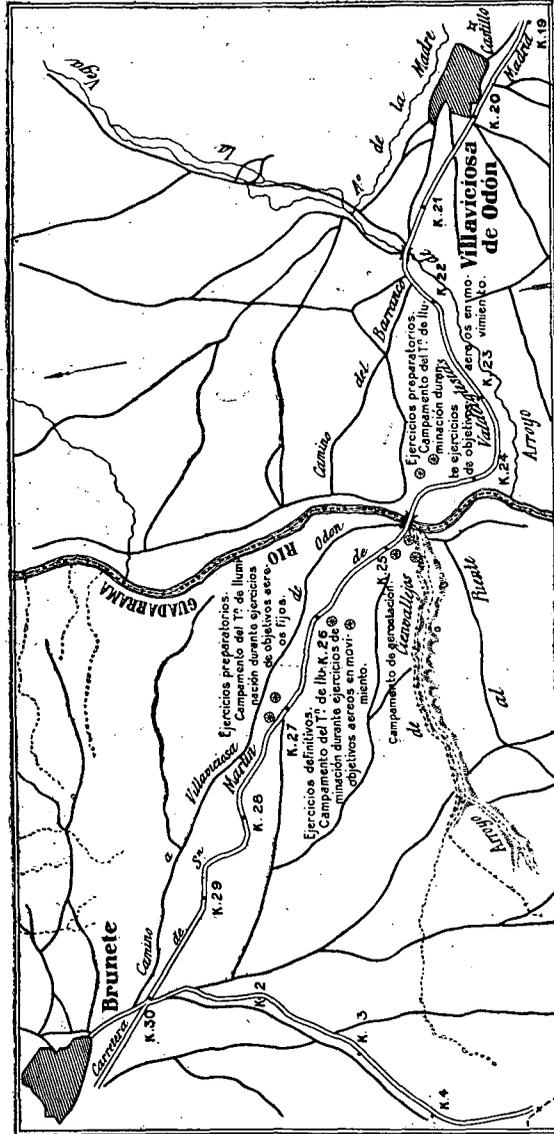


Fig. 6.

Tren de iluminación.—Croquis general de prácticas en Villaviciosa de Odón.

la cometa había de aparecer, pero el problema era de todos modos difícil, y la primera vez que tratamos de resolverlo, no lo conseguimos hasta tener la cometa a 750 metros.

La segunda vez que ejecutamos el ejercicio, que fué la en que tuvo lugar el fuego, tardamos en encontrarlo cinco minutos y cuarenta segundos desde que por teléfono nos comunicaron desde Brunete la salida de la cometa, apreciándose por los telemetristas 1.100 metros de distancia al blanco aéreo. Conceptuamos que mucho antes no era posible encontrar la cometa, dado el tamaño del blanco y la posición del observador, y los siguientes ejercicios comprobaron nuestra creencia. La figura 4 da una idea de la situación relativa de proyectores y guerrillas.

El día 12 presenciaron las prácticas los Excmos. Sres. Comandante General de Ingenieros de la Región y el General Jefe de la Escuela Central de Tiro. Para los efectos de iluminación, las experiencias eran análogas a las del día anterior: dos ejercicios se efectuaron este día.

*Primer ejercicio.*—Comenzó a las ocho horas y treinta minutos.

Siendo el blanco en su movimiento, el mismo del día anterior y en análogas condiciones, los proyectores tardaron cuatro minutos y cuarenta segundos en iluminar el objetivo, desde su salida de Brunete avisada telefónicamente a nuestra posición, siendo 1.200 metros la distancia dada por los telemetristas, los cuales continuaron efectuando sus medidas de veinte en veinte segundos, apreciando en el blanco una velocidad media de 32 kilómetros por hora. La situación de los 32 tiradores que tomaron parte en el ejercicio fué la del día anterior, en la trinchera inmediata a la caseta de Obras públicas, y los proyectores fueron los mismos y se situaron en la forma ya indicada en la figura 4. Se tiraron 353 cartuchos, durando el fuego un minuto y cuarenta segundos y obteniéndose 1,42 por 100 de impactos.

Una vez encontrado el objetivo, lo mismo en este ejercicio que en los análogos, la cometa fué iluminada continuamente por los tres proyectores. Parte de la guerrilla iluminó sus armas con tres faroles de acetileno, y la escuadra de la derecha por la luz difusa de uno de los proyectores.

*Segundo ejercicio.*—Análogo al anterior en lo referente a la iluminación, empleándose para el tiro las ametralladoras «Colt».

El objetivo fué encontrado por los proyectores a los cinco minutos de su salida de Brunete, apreciando los telemetristas una distancia al mismo de 1.500 metros; repetimos como justificación al tiempo tardado en encontrarlo, que dado el tamaño del blanco y la situación de la observación, no puede el objetivo ser visto por los tiradores mucho antes de los 1.500 metros, sobre todo a simple vista. La velocidad media de traslación de la cometa fué apreciada en 48 kilómetros por hora; se rompió el fuego por las tres ametralladoras, que tomaron parte en el ejercicio a los 1.500 metros; se dispararon 470 cartuchos entre las tres armas, durando

el fuego un minuto y diez segundos y obteniéndose 1,49 de impactos. Durante las prácticas, tanto el material del Tren de Iluminación como el de Aerostación, permanecieron con el personal necesario para su custodia, en los sitios indicados en la figura 6, la cual además de indicar este detalle, puede ser útil para aclarar la anterior descripción.

El día 13 regresó a Madrid el personal del Tren de Iluminación que tomó parte en estos ejercicios, con su material y ganado.

Si convenientes son estas prácticas para el servicio de Iluminación el cual dispone en ellas de elementos, con los que aisladamente no cuenta, no lo son menos desde el punto de vista de la técnica del tiro, e interesantes consecuencias han venido por este medio a aumentar los muchos y valiosos datos obtenidos por el personal de la cuarta sección de la Escuela Central de Tiro.

José LASSO DE LA VEGA

*(Se continuará).*

---

## NECROLOGIA

---

El día 13 de marzo último falleció en Cartagena el general Ramos, uno de los prestigios mejor cimentados del Cuerpo de Ingenieros. Aunque en la sección de reserva desde 1902, no se le había olvidado; sus relevantes servicios a la Nación y al Ejército, en Filipinas primero y más tarde en la Plaza de Cartagena, cuyo ingeniero comandante fué durante muchos años, mantuvieron y mantendrán perennemente su recuerdo entre sus compañeros de armas y más particularmente entre los ingenieros.

A pocos es dado en estos tiempos en que la defensa nacional está casi del todo abandonada, unir los laureles del soldado en campaña con los del arquitecto militar, dicho en su sentido más genuino; el general Ramos pudo enorgullecerse, si su modestia se lo hubiese permitido, de haber merecido ampliamente unos u otros. Las noticias que a continuación extractamos de su hoja de servicios y que apenas son otra cosa que enumeración de hechos, demuestran cumplidamente nuestro aserto. Si, como ocurre con otras corporaciones, tuviera la nuestra un mausoleo dedicado

a la memoria de sus hombres ilustres, en él reposarían por derecho propio los restos de este ingeniero eminente.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL GENERAL DE BRIGADA

**Excmo. Sr. D. Francisco Ramos Bascuñana.**

Nació D. Francisco Ramos en Hellín (Albacete) en 4 de mayo de 1845; ingresó en la Academia de Ingenieros en 1861 y en ella cursó con aprovechamiento los estudios reglamentarios, siendo ascendido a Teniente del Cuerpo en julio de 1866. Dos años después fué nombrado Ayudante de Profesor de la Academia y en ella permaneció hasta su ascenso a Capitán, ocurrido en enero de 1871. Pocos meses más tarde pasó, a petición suya, a la Dirección Subinspección de Filipinas con el empleo de Comandante del Cuerpo en Ultramar; desembarcó en Manila en julio de 1871 y fué destinado a la Comandancia de dicha Plaza como oficial de obras. En 1872 tomó parte en las operaciones contra los insurrectos de Cavite y especialmente en las emprendidas para reducir a la obediencia a los posesionados del fuerte de San Felipe, que se rindieron poco después.

En 1873 fué destinado a Mindanao como Comandante de la plaza de Zamboanga, en donde permaneció el tiempo reglamentario, que eran dos años y regresó a Manila, en donde se le encomendó el mando de la sección de obreros del Cuerpo, del que se hizo cargo en febrero de 1875, ocupándose desde luego en adiestrar a sus obreros en la práctica de operaciones de campaña a fin de que pudieran tomar parte en la expedición que por entonces se preparaba contra Joló. Embarcó en 3 de febrero con la primera compañía y la Sección de Obreros con dirección a Zamboanga, en donde desembarcó el día 7, incorporándose allí la segunda compañía y continuando embarcado con ambas en dirección a Joló. Una vez en este archipiélago, tomó parte en el desembarco efectuado en Patícola y en la marcha a Tandú, durante la cual recibió una herida de bala de fusil en la boca. Por disposición del Capitán General pasó a restablecerse a Zamboanga, regresando después a Joló y haciéndose cargo nuevamente del mando el día 26 de marzo. En 29 de julio de 1876 obtuvo el empleo de Teniente Coronel de Ejército por el mérito contraído y herida recibida en la marcha a Tandú.

En febrero de 1877 se le autorizó para regresar a la Península por haber cumplido el plazo de mínima permanencia, que era de seis años, conservando el empleo de Teniente Coronel que había obtenido por mérito de guerra. Embarcó en Manila el día 10 de julio, llegó a Cádiz el mes de septiembre y quedó excedente hasta diciembre, mes en que fué destinado a la Comandancia General Subinspección de Valencia como Jefe del Detall de la Plaza de Valencia; en este puesto permaneció hasta febrero de 1879, pasando en dicho mes a Ciudad Rodrigo como Comandante de Ingenieros; en este destino se ocupó especialmente en el levantamiento del plano de la Plaza y en las obras de acuartelamiento de Salamanca.

En julio de 1881 fué destinado a la plaza de Cartagena como Comandante de Ingenieros. Por Real orden de 27 de diciembre se le dieron las gracias en nombre de Su Majestad el Rey por sus trabajos en el levantamiento del plano de Ciudad Rodrigo, y se dispuso que se hiciera constar en su hoja de servicios. En esta época tuvo a su cargo la dirección de las obras del fuerte de San Julián, el proyecto y ejecución del camino al mismo, el anteproyecto de reforma de la batería de Podaderas

y su camino y formuló el proyecto de un cuartel-enfermería para los baños de Archena. Formó además parte, como vocal, de la Junta Consultiva de Torpedos.

En agosto de 1885 fué ascendido a Teniente Coronel del Cuerpo por antigüedad, continuando en el mismo destino. Dirigió la obra del camino a Cerro Roldán y formuló el proyecto de la batería de Podaderas, dirigiendo también la ejecución de las obras. Por Real orden de 2 de marzo de 1887 le fué concedido el grado de Coronel de Ejército por los importantes servicios prestados en la Comandancia de Cartagena y por la «asiduidad, celo, inteligencia y buen desempeño demostrados en cuantos asuntos le habían sido encomendados».

En 1888 y siguientes dirigió, además de las obras dichas, las de reforma de las baterías 47 alta y baja, San Leandro, Santa Ana, complementaria de Santa Ana y Trinca Botijas. Por Real orden de 7 de febrero se comunicó al interesado la satisfacción con que S. M. había visto su notable trabajo sobre saneamiento del Almajar de Cartagena y por otra de 13 de marzo se manifiesta el agrado con que S. M. había visto el celo e inteligencia desplegados por el teniente coronel Ramos como autor del proyecto para cuartel-enfermería de Archena.

En marzo de 1891 ascendió a Coronel del Cuerpo y poco después fué confirmado en su destino de Comandante de Ingenieros de Cartagena, en el que continuó en los años sucesivos hasta 1902 en que ascendió a General de Brigada de la Sección de Reserva con arreglo a la ley de 6 de febrero de dicho año. Durante este período, en 1897, le fué concedida la cruz del Mérito Militar blanca, pensionada, por la redacción del anteproyecto de batería acasamatada de Santa Florentina e informe sobre el proyecto de saneamiento del Almajar de Cartagena. En 1888 se le dieron nuevamente las gracias de Real orden por el anteproyecto de iluminación de la zona de ataque marítimo de Cartagena, «estudio muy acabado y concienzudo que ha formulado por su exclusiva iniciativa, demostrando una vez más su inteligencia y constante amor al trabajo». Por Real orden de 18 de octubre de 1899 se le concedió la cruz de 3.ª clase del Mérito Militar blanca, por el celo y laboriosidad demostrados en los trabajos extraordinarios de fortificación efectuados durante el año anterior en Cartagena.

Estaba en posesión de las siguientes condecoraciones:

Gran Cruz del Mérito Militar blanca.

Cruz blanca del ídem íd., de 1.ª clase.

Dos cruces blancas del ídem íd. de 2.ª clase.

Cruz blanca del ídem íd., de 3.ª clase, pensionada.

Ídem íd. sencilla.

Ídem íd. del Mérito Naval de 3.ª clase.

Cruz y placa de San Hermenegildo.

Cruz de Isabel la Católica.

Medalla de Joló.

Era, además, Benemérito de la Patria.

Paz al espíritu de nuestro compañero ilustre y consuelo para los suyos, cuya pena comparte hondamente esta publicación que él honró con trabajos notables como suyos y con ella la comparte asimismo el Cuerpo, que le contará siempre entre sus hijos más preclaros. △

## REVISTA MILITAR



### Aparatos lanzallamas.

Es sabido que esta clase de aparatos, tan usados en la guerra actual, se destinan principalmente para ser utilizados en el asalto de las trincheras enemigas con el fin de obligar a sus defensores a evacuarlas, proyectando con tal objeto llamas que les abrasen o envuelvan en gases irrespirables.

Características de estos aparatos la sencillez y ligereza para que resulte fácil su empleo y cómodo el transporte se componían, en un principio, de un depósito en el cual se almacenaba el líquido (petróleo puro o mezclado con alguna sustancia que al arder produzca el efecto deseado), el cual iba provisto de una manga con su llave correspondiente: una bomba accionada a mano o con un pequeño motor, convenientemente situada y protegida, comprimía el líquido, con el cual se regaba la trinchera enemiga. Otro aparato auxiliar producía un chorro de petróleo que dirigido a un punto de la trayectoria del suministrado por el primero e inflamado por el soldado que lo manejaba, comunicaba la llama que obligaba a arder toda la masa líquida.

Entre los últimos modelos que de este género de aparatos han sido ideados, figura el denominado *Brandrohr* usado por las tropas alemanas de zapadores y constituido por un cilindro de chapa de palastro de un milímetro de espesor, cuyo fondo está formado por un disco de plomo de siete milímetros de espesor reforzado por otro de hierro más delgado. Dicho cilindro está lleno de termita comprimida (aluminio y óxido de hierro que sometido a una elevada temperatura determinan una viva reacción) y va cerrado con una hoja de celuloide que lleva varios agujeros para el aire y uno roscado en el centro donde se aloja el cebo. Comunicado el fuego a la carga se produce una llama de 2 metros de longitud, la cual funde la placa de celuloide y sale por la boca del aparato a una temperatura muy próxima a la de fusión del hierro.

Estos aparatos, de longitudes de 0,50 y 0,40 metros, con diámetros de 0,10 metros y 0,05, respectivamente, tienen un gran poder incendiario que impide una vez dado fuego conservarlos entre las manos. Para emplearlos se arrojan en los locales que se desea incendiar o se establecen unidos al extremo de una pértiga, con auxilio de la cual se sitúan donde convenga para que la llama se dirija a los sitios que con preferencia se desee incendiar.

### Lanzabombas empleados en el ejército alemán.

Tres clases de estos aparatos parecen ser los que principalmente emplean en la actualidad las tropas alemanas. El pesado de 24,5 centímetros, el ligero de 7,5 centímetros y uno intermedio de 17,5 centímetros. Todos son de avancarga y proyectan bombas cilindro-ojivales con aletas que encajan en hendiduras dispuestas en la boca de fuego. En el ligero la carga de proyección, constituida por discos de pólvora, va alojada en una pequeña cámara dispuesta en la parte posterior del proyectil, y en los otros dos se dispone en la cámara correspondiente. Los proyectiles de estos lanzabombas intermedio y ligero pesan 45 kilogramos y 4,500 respectivamente, y llevan 9 y 0,500 kilogramos de explosivo. El lanzabombas pesado emplea

dos clases de proyectiles: uno, largo, de 95 kilogramos de peso y 50 de explosivo, y otro, corto, de 63 kilogramos de peso y 26 de explosivo.

El lanzabombas pesado que con el proyectil corto resulta, según la información que tenemos a la vista, el de alcance mayor (850 metros) tiene con el proyectil largo un alcance de 150 metros. Los alcances de los lanzabombas ligero e intermedio son de 160 a 1.050 metros y 150 a 750 metros, respectivamente. ○

## CRÓNICA CIENTÍFICA

### Conservación de caminos con asfalto en emulsión.

Un ingeniero del estado de Illinois recomienda el empleo del asfalto emulsionado para la conservación de los caminos con pavimento de hormigón. Este procedimiento tiene la ventaja de permitir la supresión de la caldera con que de ordinario se calienta el asfalto hasta fusión y de que el trabajo puede hacerse aunque el pavimento esté mojado, no siendo tampoco preciso que las superficies de los baches estén secas para que el asfalto se adhiera perfectamente.

Cinco litros de emulsión de asfalto, a los que se añade medio litro de agua, se mezclan con treinta decímetros cúbicos de guijos cuya dimensión mayor varíe entre dos y medio centímetros, si los baches son grandes; para los baches pequeños los guijos serán menores y en los dos casos se empleará además garbancillo y arena; lo esencial es que este agregado se gradúe en tal forma que los huecos se reduzcan al mínimo posible. Sobre el agregado de piedras y arena se vierte el asfalto y el conjunto se remueve a mano para que la mezcla sea íntima; hecho esto, se vierte la mezcla en el bache y se apisona muy bien para evitar que se produzcan asientos.

Es de advertir que en los Estados Unidos existen muchos caminos con suelo de hormigón. En Inglaterra se han efectuado algunos ensayos, cuyos resultados no han sido muy favorables, a juzgar por un informe que hemos leído recientemente. △

### ¿El alcohol sintético industrial?

Según una noticia que publica *The Autocar*, en estos últimos tiempos se han imaginado procedimientos mediante los cuales se conseguirá la producción en grandes cantidades de alcohol por métodos sintéticos; ese transcendental descubrimiento ha sido, al parecer, realizado en Suiza. Aunque dichos informes aseguran que el problema ha sido completamente resuelto, añaden que su aplicación técnica no podrá realizarse en un plazo menor de dieciocho meses.

Suiza produce anualmente unas setenta mil toneladas de carburo de calcio; el alcohol sintético se obtiene por la acción del hidrógeno electrolítico sobre el carburo; a razón de una tonelada métrica de alcohol por dos de carburo, y 500 metros cúbicos de hidrógeno. Las materias primas necesarias para esa producción son: dos toneladas y media de carbón, cuatro toneladas de creta y el combustible o fuerza hidráulica necesarios para la obtención de la energía eléctrica absorbida en la fabricación del acetileno.

El alcohol sintético había sido ya obtenido en los laboratorios, en muy pequeñas cantidades, valiéndose también del acetileno. La posibilidad de producirlo en escala industrial causa gran expectación entre técnicos y comerciantes. △

### La chimenea más alta del mundo.

No es en los Estados Unidos, como podría suponerse conocido el prurito americano de sobrepujar a los demás países, donde se encuentra la chimenea más elevada de todas las conocidas, sino en una nación en la que, ordinariamente, las construcciones son de escaso relieve: en el Japón. La chimenea a que nos referimos ha sido construída en Sagonoski para una fundición de cobre.

La chimenea es de hormigón, tiene 173 metros de altura, 8 metros de diámetro interior en el coronamiento y 12,75 metros de diámetro en la base. El objeto de esta gran elevación es evitar que los humos de la chimenea destruyan la vegetación de los alrededores. La cimentación, cuyo diámetro es de 29 metros contiene 2.015 metros cúbicos de hormigón. Hasta la altura de 45 metros, la chimenea está reforzada por una envolvente de hormigón, separada de la chimenea propiamente dicha por una cámara de aire de metro y medio de anchura. La abertura de la base es de nueve metros y medio de alta y seis metros de ancha. Los conductos de humos desde los hornos a la chimenea tienen nueve metros de diámetro y 860 metros de longitud y están provistos de aberturas para la limpieza. La construcción de esta chimenea gigantesca requirió cuatrocientas toneladas de acero, cifra que no parece exagerada si se tiene en cuenta las dimensiones de la construcción.  $\Delta$

### Ladrillos refractarios de sílice y de arcilla.

En una comunicación que Le Chatelier y Bogitch han dirigido hace poco a la Academia de Ciencias de París, estudian dichos señores las ventajas que para la construcción de hornos presentan los ladrillos de cuarzo sobre los de arcilla. Los ladrillos de arcilla refractaria comienzan a ablandarse cuando la temperatura del horno está comprendida entre 1.300 y 1.400 grados centígrados y a partir de éstas, su reblandecimiento se va acentuando más y más. El cuarzo por el contrario, se funda sin ablandarse previamente; a 1.700 grados centígrados, la resistencia al aplastamiento de un buen ladrillo de cuarzo es todavía de 12 kilogramos por centímetro cuadrado; dicha temperatura es usual en los hornos Martín para la obtención del acero.

La experiencia ha hecho ver que los mejores ladrillos de sílice contienen de 3 a 5 por 100 de óxidos básicos y de 8 a 14 por 100 de sulfatos; la sílice forma en ellos un reticulado continuo en cuyos poros se aloja la masa metálica fundida, del mismo modo que el agua se aloja en los poros de la piedra pómez, sin disminuir su resistencia. Para que se forme dicho reticulado es necesario calentar el material durante algunos días a 1.450 grados centígrados aproximadamente.  $\Delta$

### La oxidación de los aceros expuestos al aire.

Los efectos de la intemperie sobre la chapa de hierro difieren grandemente según la composición del ambiente y la naturaleza del metal con que se fabrica la chapa. Dos ingenieros americanos, los señores Richardson, han realizado experimentos con diferentes clases de chapas, para precisar los resultados de las influencias atmosféricas sobre ellas; esas chapas fueron expuestas a la acción de la intemperie y desde el principio se observó que el orín formado sobre las distintas hojas tenía aspectos muy diferentes.

Mientras que las muestras de chapas Bessemer o Siemens Martin estaban cubiertas de un óxido de color amarillo-rojizo que se desprendía fácilmente, el depositado sobre otras era de color oscuro y mucho más adherente; esta característica de adherencia alcanzó un máximo en los aceros al cobre, en los que el orín era muy oscuro y de grano muy fino. Como resultado de los ensayos se deduce que los aceros con

una pequeña proporción de cobre son menos oxidables por acción atmosférica que el hierro puro y los aceros y hierros reducidos por el carbón vegetal. La adición de cobre al hierro puro aumenta su resistencia a la corrosión, aunque no tanto como la del acero con iguales cantidades de cobre. El hierro puro y el obtenido con carbón vegetal son superiores al acero ordinario desde el punto de vista de la oxidación por los agentes atmosféricos. △

## BIBLIOGRAFÍA

**Centro Electrotécnico y de Comunicaciones.—Radiotelegrafía.—Recopilación de las disposiciones legales relativas a organización y servicios radiotelegráficos para uso de los radiotelegrafistas militares, por el CORONEL DIRECTOR DEL CENTRO. Comprende hasta el 21 de marzo de 1917. Madrid. Imprenta y Litografía de A. Ungría, Plaza de la Encarnación, 2 y 4. 1917.**

En un prólogo, debido al coronel director del Centro Electrotécnico, D. Jacobo García Roure, se da cuenta de los motivos y alcance de esta recopilación. En 1911 publicó el mismo director un cuaderno con las disposiciones relativas al asunto, que hasta entonces habían aparecido en la *Gaceta*, *Diario Oficial* y *Colección Legislativa*. Un segundo cuaderno, publicado en 1912, contenía solamente el reglamento provisional para el servicio interior de las estaciones radiotelegráficas militares y para la redacción y depósito de los radiotelegramas; este Reglamento fué aprobado por Real orden circular de 17 de febrero de 1912.

El libro actual reúne los textos de los dos anteriores y contiene además las disposiciones publicadas desde 1912 hasta el día. Para darse cuenta de la importancia de las últimas disposiciones bastará recordar que, desde dicho año, se han celebrado dos congresos internacionales relacionados con las comunicaciones por telegrafía sin conductores: el de radiotelegrafía y el de protección de la vida en el mar, reunidos ambos en Londres. En ese mismo tiempo «se ha desarrollado en España el plan de estaciones para el servicio radiotelegráfico público, para el militar (de Guerra y Marina) y se han provisto de estaciones todos los buques de la flota mercante que por los reglamentos internacionales se hallan obligados a ello».

El plan seguido en la obra comprende tres partes: en el prólogo, la enumeración de las disposiciones anteriores al decreto de 21 de mayo de 1905; en el cuerpo del libro la legislación radiotelegráfica de interés general y las especiales de Guerra y Marina; en los apéndices, los reglamentos y disposiciones o partes de ellos citados en el libro por tener relación con el servicio radiotelegráfico.

Hace constar también el coronel García Roure en su prólogo que en el libro deberían figurar las características de todas las estaciones telegráficas, costeras y de a bordo; la discreción que imponen las actuales circunstancias lo ha impedido. Los radiotelegrafistas y el personal afecto al servicio tienen esos datos en el Nomenclador de la Oficina Internacional y en las notas comunicadas por nuestros ministerios de Guerra y Marina.

Este plan ha sido realizado concienzudamente en el libro de que damos noticia, con cuya publicación ha prestado el director del Centro Electrotécnico un buen servicio, no sólo al personal radiotelegráfico militar sino también al civil y al público que utiliza sus servicios. △