MEMORIAL DE INGENIEROS.

MEMORIAL
DE INGENIEROS
DEL EJÉRCITO.

COLECCIÓN DE MEMORIAS.

CUARTA ÉPOCA.—TOMO XVII.

(LV DE LA PUBLICACIÓN.)

Año 1900.

MADRID
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.
1900

ÍNDICE

DE LAS OBRAS SUELTAS QUE COMPRENDEN LAS ENTREGAS

DEL

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO,

publicadas en el año de 1900.

SECCIONES DE TELEGRAFÍA LIGERA.

SECCIONES

DE

TELEGRAFÍA LIGERA

PARA ACOMPAÑAR Á LA CABALLERÍA

POR

D. EDUARDO GALLEGO Y RAMOS

Capitan de Ingenieros.

MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

—

1900

Todos los ejércitos de Europa medianamente organizados tratan, desde hace algunos años, de mejorar constantemente el servicio telegráfico afecto á la caballería, para que este arma se encuentre en condiciones de asegurar la transmisión de las reseñas recogidas y las instrucciones dadas por el mando en todas ocasiones, lo mismo cuando desempeña el papel estratégico que la misión táctica, que le son peculiares en la guerra moderna.

Con el mismo ó parecido objeto y otros varios cometidos se crearon en España en 1885 las *Secciones de obreros*, imperfectas desde su nacimiento, y que, lejos de mejorar paulatinamente, como parecía natural, en organización é instrucción, conforme lo reclamaban aquellas deficiencias por un lado y por otro los contínuos adelantos de rama tan importante del arte militar, han ido abandonándose, hasta el punto de encontrarse hoy arrinconado en los repuestos de la mayoría de los Cuerpos el escaso material que les está asignado.

Hacer ver la importancia que el servicio de comunicaciones tiene para la caballería; indicar los distintos procedimientos empleados para conseguir el buen funcionamiento de aquél, demostrando la superioridad del telégrafo sobre los demás; poner de manifiesto la imposibilidad de que la tropa de caballería pueda cumplir á satisfacción este nuevo cometido; señalar el material eléctrico y óptico más á propósito para constituir los parques de telegrafía ligera; estudiar la constitución de éstos en algunos ejércitos, y mencionar la solución que podría aceptarse en España para la organización é ins-

trucción de los ingenieros telegrafistas montados, es lo que, á grandes rasgos, nos proponemos en este ligero estudio, que no tiene otro mérito que el de presentar reunidos cuantos datos, más ó menos incompletos, hemos podido recoger de reglamentos y revistas, facilitando así algo la labor de los que, con más condiciones que nosotros, quieran profundizar tan importante asunto.

Dedicado este modesto trabajo á nuestros compañeros del Cuerpo, no juzgamos oportuno el detenernos en puntos ya conocidos por la mayoría de los lectores del MEMORIAL, y procuramos huir de describir aparatos ni hacer indicaciones que ya están suficientemente explicadas en las *Cartillas* del Batallón de Telégrafos, y sólo pretendemos señalar, en líneas generales, el material y organización de este servicio, ya que á la elección de aquél deberían preceder múltiples y detenidas experiencias comparativas de unos aparatos con otros para que pudiera ser acertada.

CAPÍTULO I.

Misión estratégica y táctica de la caballería en las guerras modernas.—Tendencias actuales de algunas potencias europeas.—Caballería divisionaria é independiente.—Ligeras ideas sobre la organización de los servicios de exploración á grandes distancias y seguridad de las columnas.—Importancia del servicio de comunicaciones en las guerras regulares é irregulares.

Muy dividida se halla hoy la opinión militar sobre el papel táctico que á la caballería está reservado en las guerras modernas, pues mientras abundan los escritores que sostienen que el mayor alcance y precisión de las nuevas armas, la gran rapidez del tiro y el empleo de las pólvoras sin humo, imposibilitarán, ó poco menos, en el porvenir las célebres cargas que tan directamente han influído siempre en el resultado final del combate, no faltan los que opinan que precisamente estos adelantos han aumentado la importancia del papel de dicha arma, «en razón del prodigioso desarrollo de las masas armadas que empleará la guerra moderna»; y así vemos á la caballería alemana, amante de sus pasadas glorias, manifestarse abiertamente en contra de aquella tendencia, lanzándose el emperador Guillermo II, al frente de una masa de 6.000 caballos, contra su adversario, para asegurar el éxito del combate con que finalizaron las maniobras de 1897.

Domina hoy, pues, en Alemania la idea del *empleo en masa* de la caballería en su papel estratégico, lo mismo que en el táctico antes, durante y después de la batalla, y así se expresa la *Revue militaire de l'etranger*, de 1897, que, hablando de este asunto, dice textualmente: «Es, en fin, en la hora suprema de la crísis cuando surgirá, para el asalto final, la masa del ataque decisivo, el torrente desbordado de los escuadrones que, bajo sus choques furiosos y repetidos, intentará abrir en las filas de la defensa la brecha que dará paso á la victoria.»

Consecuentes con sus ideas, las potencias europeas organizan y arman su caballería en forma diferente, y según la misión que en las guerras del porvenir estiman que ha de caber á dicha arma, y así vemos que mientras en Alemania fían en la superioridad moral que da la lanza, el arma del choque por excelencia, sin olvidar tampoco la necesidad que tendrá en algunos casos la caballería de combatir pie á tierra y, por lo tanto, de estar en condiciones para aumentar sus medios tácticos de acción, en Rusia transforman en dragones toda su caballería (300.000 caballos), armándola de fusil con bayoneta, tendiendo á emprender con dicha arma, utilizada en grandes masas, múltiples y arriesgadas operaciones independientes, y en Austria-Hungría se combina la caballería con la infantería, con objeto de aumentar la resistencia de aquélla, agregando uno ó varios batallones de cazadores á cada división de caballería independiente, aun á costa de sacrificar así la *movilidad del conjunto*, factor de trascendental importancia, que constituye, en la inmensa mayoría de los casos, la *característica* de las operaciones que se encomiendan á la caballería.

No creemos oportuno hacer en este lugar un examen detenido de las razones en que fundamentan estas opiniones sus partidarios. Basta para el objeto que nos proponemos, señalar que, si bien es indudable que los progresos del armamento *han dificultado* el empleo de la caballería en el combate, no es menos cierto que, como dice muy bien el coronel Caruncho en su preciosa obra *La guerra en nuestros días*, «en los combates del porvenir, lo mismo que en los del pasado, no han de faltar sorpresas, ni hemos de dejar de encontrarnos con tropas sin municiones, con tropas cansadas, presas de profundo pánico, con tropas que se retiran en desorden ó cometen otros desaciertos», ocasiones todas de las que una caballería bien organizada y *mandada por jefes hábiles* podrá sacar buen partido, proporcionando señaladas victorias y reverdeciendo sus laureles (1).

---

(1) No hay que olvidar tampoco «que la gran extensión de los campos de batalla y aumento de las distancias en el combate, impedirán, en muchas ocasiones al ejército contrario darse cuenta de estas situaciones apuradas, y en su consecuencia no podrán ser aprovechadas.»

(Von dels Goltz: *La Nación en Armas.*)

Mas si estas dudas y opiniones encontradas se manifiestan en cuanto se refiere al papel táctico de la caballería, no ocurre lo propio en lo concerniente á su misión estratégica, y todas las naciones reconocen la necesidad de poder disponer de grandes masas de caballería agrupadas por brigadas ó divisiones, que constituyen la caballería independiente (la cual, para llenar sus fines tácticos, se unirá muchas veces en el campo de batalla á la divisionaria, formando un sólo núcleo), cuyas misiones enumera la *Revue militaire de l'etranger*, de 1898, en el siguiente párrafo de su interesante artículo sobre las «Tendencias actuales de la caballería austro-húngara»:

«Asegurar al principio de las operaciones los servicios de reconocimiento y exploración; antes de la batalla, reconocer, con ayuda de la artillería á caballo, los movimientos de las columnas enemigas; durante la batalla, vigilar la seguridad de los flancos, amenazando, si es posible, los del contrario y su retaguardia; después de la batalla, en fin, perseguirle, ó en caso de ser por él rechazado, sacrificarse para cubrir retirada.»

***

Dados los enormes contingentes armados que en las guerras regulares toman parte, y en su consecuencia la gran extensión de los modernos campos de batalla, si la acción del mando ha de obedecer al principio inmutable de ser única, preciso es que el que lo ejerza disponga de medios que le permitan imponer *rápidamente* su voluntad á cuantos operan á sus órdenes, con objeto de aunar y combinar los esfuerzos de todas las armas, y poder desenvolver sobre el terreno sus planes, tanto estratégicos como tácticos; y claro está que la caballería independiente no ha de substraerse á esta ley general, máxime si se tiene en cuenta lo directamente que en el éxito de la lucha influyen sus operaciones.

***

Siendo varios los medios que puede emplear un ejército para obtener la comunicación necesaria entre el cuartel general del general en jefe y el del jefe de la caballería independiente, así como también entre éste y

los diversos escalones que forman las fuerzas de su mando, antes de entrar en su enumeración, y con objeto de ver en qué casos conviene utilizar uno ú otro de dichos medios, es conveniente indicar, aunque sea muy á la ligera, la organización general de los servicios de exploración á grandes distancias y los de seguridad que desempeñan, respectivamente, la caballería independiente y la divisionaria, señalando también á grandes rasgos las circunstancias en que puede emplearlos la caballería, en el campo de batalla, durante el combate ó después de él.

Suponiendo que se trate de un cuerpo de ejército, que, como será lo más probable, utilice para la marcha varios caminos convergentes ó sensiblemente paralelos, el servicio de la exploración á grandes distancias estará encomendado á una división de caballería independiente, que cubrirá de 20 á 25 kilómetros de frente.

El grueso de la división deberá marchar á una ó dos jornadas de las columnas (20 ó 30 kilómetros), destacando á 10 ó 12 kilómetros próximamente los escuadrones de descubierta y reconocimientos, y éstos á su vez proporcionarán la mitad de su fuerza para formar el escalón más avanzado, constituído por las patrullas que marchan 1 ó 2 kilómetros delante.

El servicio de exploración y seguridad de la columna lo presta, por lo general, una brigada, que cubre de 6 á 8 kilómetros de frente, y marcha de 8 á 12 kilómetros avanzada. Su organización, en líneas generales, es la siguiente: grueso (que destaca á 2 ó 3 kilómetros, un regimiento ó batallón de infantería, que forma la extrema vanguardia) y punta de caballería, constituída por los escuadrones de reserva, distantes 4 ó 5 kilómetros de la extrema vanguardia, y patrullas exploradoras, avanzadas otros 3 ó 4 kilómetros. El fondo de este servicio es, pues, de 10 á 12 kilómetros próximamente.

Por cuanto se refiere á la misión estratégica de la caballería, inútil nos parece encarecer de nuevo la importancia de tener perfectamente organizado el servicio de comunicaciones, para que permita tener enlazados constantemente los diversos elementos que forman la red de exploración, no sólo en sentido del frente, sino también en el del fondo, ya que, como dice muy bien el Reglamento de campaña alemán, «el mejor servicio de exploración queda sin utilidad, si las reseñas que recoge no

son transmitidas al mando en tiempo oportuno», siendo también indudable la necesidad de tener asegurada la rápida comunicación entre los cuarteles generales del jefe de la caballería independiente y del cuerpo de ejército, no sólo antes del combate, sino también al comenzar éste, en los reconocimientos del enemigo y tanteos que preceden al despliegue y durante el curso de la acción, para aprovechar las ocasiones favorables que, por los conceptos que ya hemos indicado, se presenten, ya que en momentos tan preciosos no debe desperdiciarse un instante, y aun después de la victoria, durante la persecución del enemigo, que tanto interesa sea lo más duradera posible, para aniquilar al vencido, impidiéndole reorganizarse y aprovechando el pánico que sigue al desastre, y siempre con objeto de que el general en jefe sepa en todo tiempo las incidencias de la lucha y pueda sacar de la caballería, *empleándola oportunamente*, todo el partido de que es susceptible dicha arma.

Si de las guerras regulares pasamos á las irregulares, tan frecuentes en nuestro país, la importancia de las comunicaciones sube de punto, ya que por la mayor extensión del teatro de la guerra se dificulta notablemente la acción del alto mando, y aunque entonces no hay lugar á que operen reunidas esas grandes masas de caballería independiente, impónese la necesidad de formar columnas pequeñas, ya mixtas ó ya sólo de caballería, y para aprovechar su gran movilidad y rapidez, conviene al buen éxito de las operaciones el que los jefes que las manden puedan estar enlazados con el general de la brigada ó comandante de la zona en que operen, único medio de que den resultados beneficiosos las combinaciones de columnas y las confidencias recibidas sobre la situación de las partidas, que, perseguidas constantemente, no encontrarán medio de reorganizarse ni resistir.

CAPÍTULO II.

Diversos medios de comunicación: secciones de estafetas; ciclistas militares; palomas mensajeras, y «procedimientos telegráficos» (1).

Todos los ejércitos de Europa dedican hoy preferente atención al estudio y perfeccionamiento de los distintos medios que pueden emplearse para dotar á la caballería de un buen servicio de comunicaciones, ensayándolas en sus maniobras, para deducir los resultados que en la práctica puedan obtenerse con su aplicación.

El primitivo y más sencillo consiste en valerse de ordenanzas montados, denominados jinetes-estafetas, los cuales deben recibir de antemano una instrucción especial que les permita desempeñar acertadamente su cometido.

El general Pelet-Narbonne, en su obra *Instruction et conduite de la cavalerie*, estudia detenidamente la organización del servicio de estafetas, recomendando la buena elección é instrucción del personal, «para el cual—dice—es un deber de honor la transmisión tan rápida como sea posible del despacho», y «á los que—agrega—habrá que facilitar su misión indicándoles por escrito los pueblos ó puntos que hay que atravesar ó cuyo paso conviene evitar, enseñándoles y marcándoles sobre el plano ó sobre un pequeño croquis el camino que han de seguir para llegar al primer destacamento de tropas avanzadas, desde donde podrá hacerse la transmisión *por relevos*». En Alemania se crearon en 1895 cuatro sec-

(1) Prescindimos de los automóviles, hoy aún de aplicación muy limitada, por no poder marchar más que por carreteras ó caminos medianos.

ciones de caballería para desempeñar el servicio de estafetas, formando unidades independientes, y en Abril de 1897 estas secciones se aumentaban á seis, formada cada una por un capitán, un 1.er teniente, tres 2.os tenientes, un aposentador-jefe, un subjefe, cuatro aposentadores, ocho cabos, 116 soldados y un sanitario. Si se tiene en cuenta la velocidad en la marcha que puede alcanzar un caballo, se comprenderá que, aun estando bien establecidos los relevos, el procedimiento no puede aplicarse más que á falta de más rápidos y seguros medios de comunicación ó para distancias cortas, como para comunicar los cuarteles generales de las brigadas con el de la división á que pertenezcan, ó aquéllos con los cuerpos que las forman, y casos análogos.

*
* *

Las múltiples aplicaciones del ciclismo en la guerra, y las más numerosas todavía que sus partidarios pretenden á cada momento encontrar, han dado lugar á multitud de ensayos en Alemania, Francia, Italia, Rusia, Austria y demás naciones, que han destinado secciones-ciclistas como tropas afectas á la caballería, divisionaria é independiente, con la misión de servirle de apoyo en sus movimientos tácticos y substituir á los jinetes-estafetas en la transmisión de órdenes, bien entre los distintos escalones de la red de exploración y seguridad, ó ya para enlazar el cuartel general divisionario con el del general del cuerpo de ejército á que precede la caballería. Como el primer inconveniente que se presentaba era el de la clase de terrenos que tiene que explorar y reconocer la caballería, los cuales no son ciertamente los mejores para poder moverse por ellos los ciclistas, hubo que idear distintas máquinas, que permitieran ó favoreciesen la marcha por malos caminos ó hasta por fuera de ellos, ensayándose varios modelos de *bicicleta plegable*, de cuyo tipo son los principales el del capitán Baden-Povell, de la guardia escocesa, el del capitán francés Mr. Gerard, y el muy parecido de la casa Leidel y Nauman, de Dresde. En este último se ha conseguido reducir el peso á 16,500 kilogramos, teniendo una altura de $0^m,68$ y plegándose ó replegándose en minuto y medio.

Si hemos de creer lo que á diario nos cuentan todas las revistas ex-

tranjeras de Europa sobre pruebas y buenos resultados conseguidos en las maniobras con los ciclistas, á lo que indudablemente obedece la creación de estas unidades en Rusia, Alemania, Francia, Bélgica, Italia, Austria, etc. (1), y la rapidez conseguida en la transmisión de órdenes, que, según repetidas experiencias verificadas en Alemania, se eleva á 24 kilómetros por hora, como término medio, empleando una *cadena* de ciclistas, es evidente que de este medio de comunicación podrá sacar buen partido la caballería independiente y divisionaria, substituyendo en muchos casos á los soldados-estafetas; pero dicho procedimiento, á pesar de los perfeccionamientos conseguidos en las máquinas, es indudable que no puede tener aplicación en terrenos accidentados, ni mucho menos substituir con ventaja á la telegrafía, sobre todo tratándose de distancias algo largas, como luego se verá.

*
* *

Recientemente se ha ensayado también en Alemania, Rusia, Francia, Inglaterra y Bélgica el empleo de las palomas mensajeras (sin que, al parecer, los resultados hayan defraudado las esperanzas), para obtener la comunicación entre los cuarteles generales del jefe del cuerpo de ejército y el de la caballería independiente, así como también entre éste ó los cuarteles generales de las brigadas con las patrullas exploradoras. Con este objeto, en las maniobras alemanas de 1898 los soldados llevaban sobre la espalda ó pecho unas cajas de cuero ó de tela, convenientemente preparadas para alojar en ellas una paloma, que se soltaba en el momento oportuno. En las maniobras de Rusia de 1898, verificadas en el campo de Novogueorguievsk, se entregaron á cada patrulla cinco ó siete palomas, que condujeron los despachos al palomar central, situado en la ciudadela de la plaza, las cuales se reexpedían por teléfono ó por

(1) En la campaña de Cuba los ciclistas militares prestaron buenos servicios en la trocha de Júcaro á San Fernando para transmitir órdenes, hasta que se unieron con línea telefónica los fuertes y campamentos en ella emplazados.

En España, á pesar del buen resultado obtenido en los distintos ensayos y largas marchas efectuadas por la sección ciclista del batallón de Ferrocarriles, no se han constituído unidades independientes.

medio de ciclistas al punto donde se hallase el Estado Mayor, habiéndose observado que las palomas empleaban de 18 á 23 minutos para recorrer 30 kilómetros.

En las grandes maniobras efectuadas en Francia en 1896, el capitán Reynaud, del Estado Mayor de la 3.ª brigada de caballería, practicó varias experiencias, como resultado de las cuales ha propuesto substituir la antigua jaula de madera ó cuero por otra de mimbre ó junco, la cual, al cerrarse, adopta la forma exacta del cuerpo de la paloma, dejando paso á la cabeza y al cuello, que quedan así en libertad, lográndose con este nuevo sistema evitar los choques de la paloma contra las paredes de la jaula, que hacían perder al animal la elasticidad en sus miembros, dificultando el vuelo.

Según el *Resumen del Ministerio de la Guerra*, de 1898, del que está tomada esta nota, el capitán Reynaud propone la adopción de un palomar móvil, transportado en un carruaje apropiado, afecto al cuartel general de cada brigada, y al cual acudirían todas las palomas de los exploradores de esa unidad, fuera cualquiera el sitio donde el referido cuartel general se instalare.

Aunque fundamenta esta idea el capitán Reynaud en experiencias realizadas en Saumur, creemos que no es seguro el que las palomas regresen á esos palomares móviles, en los cuales no han recibido ni educación ni tienen facilidades para orientarse y tomar su dirección, variando contínuamente su situación, por no ser fija la del cuartel general de la brigada ni aun el divisionario; y atendiendo á estas consideraciones, así como también al embarazo que para los exploradores representa el transporte de la jaula, creemos que el empleo de las palomas mensajeras no tendrá más aplicación, desde el punto de vista que aquí lo consideramos, que para obtener la comunicación del cuartel general del jefe de la caballería con el palomar que pueda existir en la base de operaciones, desde donde podrán ser reexpedidos los despachos, haciendo uso de las líneas de campaña ó de las permanentes que existan á lo largo de la línea de operaciones.

*
* *

Resumiendo, resulta: que ninguno de los medios indicados resuelve satisfactoriamente el difícil problema de la rápida transmisión de las noticias obtenidas en los reconocimientos practicados por la caballería exploradora, y hoy se busca la solución en el empleo de los medios telegráficos, aplicables también á todos aquellos casos en que, dentro ó fuera del campo de batalla, hayan de comunicar entre sí distintas fracciones de tropas de caballería ó ésta con el grueso del ejército, siempre, naturalmente, que la pequeñez de las distancias (hasta 4 kilómetros) y la naturaleza del terreno no hicieran más ventajoso el utilizar los estafetas ó ciclistas.

CAPÍTULO III.

Telegrafía eléctrica y óptica.—Telefonía.—Comparación entre estos sistemas.—Sus aplicaciones.—Condiciones que debe reunir el material telegráfico de la caballería.

Las transmisiones telegráficas en general presentan, sobre los restantes medios de comunicación, la importantísima ventaja de la gran rapidez que con su empleo se consigue, y la de poder además, haciendo uso de la telegrafía eléctrica ó de la óptica, establecer la referida comunicación á través de cualquier clase de terreno y salvar los obstáculos naturales que puedan presentarse.

Es indudable que el personal encargado de construir, servir y mantener las líneas telegráficas ha de recibir una instrucción especial durante la paz, ya que es imposible improvisar este servicio en la guerra, y esa necesidad constituye un inconveniente de tal sistema de comunicación, aunque en realidad no es de importancia ni exclusivo de él, puesto que tanto los ciclistas como los jinetes-estafetas necesitan también, si han de cumplir á satisfacción su cometido, esa prévia instrucción.

El exigir un material adecuado, así como las dificultades que existen para su transporte y para conseguir el establecimiento de las líneas telegráficas, sin detener ó embarazar á la caballería en sus operaciones, son también inconvenientes de este medio de comunicación, los cuales van disminuyendo notablemente gracias á los progresos constantes de la telegrafía militar en estos últimos años, y pueden evitarse en parte estudiando cuidadosamente el material con que deben dotarse estas secciones, empleando en cada caso el que más convenga, por las circunstancias especiales, tiempo disponible, naturaleza del terreno, condiciones atmosféricas, etc., etc., y perfeccionando la instrucción.

Las comunicaciones eléctricas, tanto telegráficas como telefónicas,

tienen sobre las ópticas las ventajas de la mayor rapidez que se consigue en la transmisión y de ser su funcionamiento independiente del estado atmosférico (salvo el raro caso de grandes tormentas que producen averías y perturbaciones); pero, á cambio de ellas, presentan los inconvenientes de exigir material de línea y personal encargado de la vigilancia y reparaciones, de que las averías son más frecuentes, y de que se tarda más tiempo en su instalación, aparte de que en algunas ocasiones es muy difícil salvar con el conductor determinados obstáculos, como cursos de agua, lagunas, pantanos, etc.

Las propiedades ó caracteres de la telegrafía óptica son opuestos á los de la eléctrica; por no existir *medio material* que enlace las estaciones, no se necesita material de línea, y no se pierde, por lo tanto, más tiempo para el funcionamiento que los pocos momentos necesarios para instalar el aparato y *alinearlo* una vez elegido el punto donde se ha de montar la estación; no exige personal de vigilancia; son muy poco frecuentes las averías, que han de estar forzosamente en el aparato, y son, por consecuencia, facilísimas de encontrar y á veces de corregir; pero presenta los inconvenientes de lenta transmisión, de no dejar rastro del despacho, facilidad relativa de comprender las señales el enemigo, necesidad de posiciones adecuadas que sean visibles cada una desde las otras, transparencia de la atmósfera que no dificulte la percepción de estas señales y otros menos importantes.

A pesar de estos inconvenientes, los adelantos recientes conseguidos en los aparatos, el empleo de luces de más potencia que el petróleo y la esmerada instrucción del personal que, siendo práctico, recibe con mucha mayor rapidez que la que hace algunos años se creía, han aumentado el campo de acción de la telegrafía óptica, considerada tan sólo, hasta hace muy poco tiempo, como de importancia secundaria en la guerra, y que, gracias á las mejoras señaladas y á los buenos resultados obtenidos con su empleo en las campañas contemporáneas, ha adquirido hoy gran desarrollo en todas las naciones (1).

---

(1) Mandamos al lector que tenga interés en conocer con más detalles este asunto á los artículos publicados por el autor de este estudio en la *Revista científico-militar* (números 3, 4 y 5 del 1899), titulados «La telegrafía óptica en nuestras campañas contemporáneas y sus aplicaciones en las guerras del porvenir».

Si todas estas cualidades que concurren en la telegrafía eléctrica y óptica las miramos desde el punto de vista que ahora nos conviene, es decir, por la mayor ó menor importancia que tienen para que las secciones de telegrafía ligera puedan llenar su cometido acompañando á la caballería, se comprenderá fácilmente que siendo *la rapidez*, como ya hemos repetido, la *característica* de las operaciones que á dicha Arma se encomiendan, la telegrafía óptica, al evitar el tendido de conductor, presenta una ventaja inapreciable, ya que permitirá en muchos casos obtener la deseada comunicación con un notable ahorro de trabajo, tiempo y material, y sólo por esta circunstancia está indicado su empleo, tanto por la caballería independiente como por la divisionaria, lo mismo para grandes masas que para fracciones destacadas con fines especiales, y ya en las guerra regular ó en la irregular en todos aquellos casos ú operaciones en que las columnas hayan de tener gran movilidad ó recorrer largas distancias, que obligarían á *transportar* mucho material y en las que sería muy difícil el tendido, vigilancia y repliegue de las líneas, aun dado el caso de que esto pudiese conseguirse á los aires que marcha la caballería, lo cual, como veremos más adelante, no es tan fácil.

Si comparamos ahora el telégrafo con el teléfono, sin perder de vista que sólo nos referimos á las aplicaciones militares, resultan á favor del teléfono las siguientes ventajas:

1.ª La gran sensibilidad del aparato permite que éste funcione con líneas aisladas imperfectamente, sin que por lo tanto tengan gran influencia las pequeñas derivaciones con tierra, los empalmes medianamente hechos, etc.

2.ª La poca intensidad de corriente que necesitan las líneas telefónicas motiva el escaso consumo, y en consecuencia exigen pocos elementos de pila ó ninguno si los teléfonos son magneto-eléctricos.

3.ª Por lo general están ya regulados los aparatos para las distancias medias, ahorrándose el tiempo que con los telégrafos de campaña se invierte con frecuencia en templar muelles y tornillos y pudiendo funcionar inmediatamente de tendida la línea y aun durante la marcha.

4.ª No hay necesidad de personal instruído, por ser sumamente fácil el tendido y no haber dificultades para la recepción.

La principal ventaja del telégrafo es que en el Morse de campaña,

que es el reglamentario para la telegrafía militar en la mayoría de los ejércitos, así como también en *algunos* aparatos volantes, los despachos quedan marcados en la cinta, lo cual tiene bastante importancia tratándose de operaciones de guerra, donde la más pequeña equivocación en una orden puede dar lugar á funestas consecuencias. A pesar de este inconveniente no despreciable, por las ventajas ya señaladas, todas las naciones utilizan el teléfono, tanto en el campo de batalla como fuera de él, para pequeñas distancias, para unir escalones próximos en la exploración y en casos análogos, y á diario las revistas extranjeras dan cuenta de ensayos practicados en Alemania, Inglaterra, Austria y otros ejércitos con teléfonos de modelos diversos, con los cuales han dotado á las patrullas exploradoras en sus maniobras, consiguiendo felices resultados.

No hay, pues, duda de que las secciones de telegrafía ligera afectas á la caballería independiente deben llevar consigo material, tanto eléctrico como óptico, formando parte del primero teléfonos y telégrafos de campaña y del segundo aparatos para transmitir de día y de noche, aprovechando la luz solar cuando sea posible, esto es, heliógrafos, banderas, aparatos de luces, etc.

Este material ha de reunir condiciones especiales que permitan su fácil transporte y manejo, aparte de las que ya se exigen á todo el empleado en la telegrafía militar en general, y que son, entre otras de menos importancia, solidez, facilidad para las reparacionea, intercambiabilidad de sus elementos, etc. Debe, pues, tenderse á *reducir* al *mínimum* posible su *peso* y *su volumen*, dándole las dimensiones más apropiadas para su fácil transporte, bien en carruajes ligeros afectos al cuartel general de las brigadas ó divisiones, ó bien, como luego indicaremos, llevándolo los mismos ginetes ó los caballos, con lo cual podrán utilizarlo en el momento que sea conveniente los soldados telegrafistas.

A pesar de las excelentes condiciones que reune nuestro material reglamentario de montaña y óptico, no puede utilizarse para la telegrafía ligera sino parte de él, tanto por su peso (1) cuanto por la velocidad

(1) El peso de un kilómetro de cable ordinario del usado por las secciones de montaña es de 19 kilógramos, en un diámetro total de 3,4 milímetros, y de 18 el de

que puede conseguirse en el tendido con aquel, que permite seguir á la infantería pero no á la caballería, la cual necesita en consecuencia material distinto y apropiado para estas secciones.

---

un kilómetro de cable de doble conductor, utilizable sólo en cortos tendidos por sus inferiores propiedades mecánicas y eléctricas.

La velocidad normal en el tendido, empleando gente instruída es en las secciones de montaña, de diez y ocho á veintitres minutos kilómetro, según el terreno.

CAPITULO IV.

Material eléctrico de la telegrafía ligera.—Aparatos volantes, teléfonos, zumbadores, pilas, material auxiliar conductor.—Ventajas de los hilos bimetálicos.—Bobinas.—Empalmes.—Velocidad conseguida en el tendido con este material.

El material eléctrico que compone las secciones de telegrafía ligera es casi idéntico en todos los ejércitos; las diferencias estriban tan sólo en la adopción de modelos distintos de aparatos ó cables, y algunas veces en simples detalles de las casas constructoras.

Los aparatos volantes se clasifican en tres grupos: el primero comprende aquellos en los que la recepción se verifica leyendo las letras frente á las cuales se detiene la aguja; en el segundo entran los que dejan escrito el despacho en la cinta; en el tercero hay que recibir al oído, diferenciándose los puntos de las rayas en la mayor duración de la atracción de la armadura del electro-imán; los del primer grupo se denominan de cuadrante, escritores los del segundo y electro-acústicos los del tercero.

El tipo del aparato del primer sistema es el Trouvé, con pila y cable del mismo inventor, y aunque su volumen y peso son insignificantes, lo delicado de su mecanismo y el no dejar rastro del despacho, motivan el que no tenga aplicación para las tropas de caballería que emplean aparatos que substituyen á éstos con ventaja. Al segundo sistema pertenece el Siemens-Halske, del cual existen modelos de distintos tamaños, siendo el menor de $0^m,55 \times 0^m,60 \times 0^m,65$ de altura y peso de 3,90 kilogramos. Este aparato funciona con corriente contínua, por lo cual no necesita pila más que en la estación de partida y puede transmitir durante la marcha, quedando escrito el despacho automáticamente en caracteres Morse, sin que haga falta la intervención del te-

legrafista de la estación receptora. El cable lleva conductor de ida y vuelta para ahorrar las pérdidas de tiempo que supone el obtener la comunicación con tierra; mas esta ventaja resulta contraproducente en la telegrafía ligera, por ser á expensas del aumento de peso que representa el doble conductor (12,4 kilogramos el kilómetro). Las buenas condiciones de poco volumen y peso de este aparato y el ser escritor, están contrarrestadas por su mecanismo, algo expuesto á roturas y averías, y el peso del cable, que no es todo lo ligero que puede apetecerse; sus aplicaciones para la caballería serán limitadas.

Los electro-acústicos son sencillísimos, y por sus dimensiones pueden llevarse cómodamente en el bolsillo; se intercalan con rapidez en cualquier circuito, y pueden permitir la sorpresa de despachos, comunicando con ambas estaciones. Son de gran aplicación para la caballería, y sólo presentan el inconveniente de exigir un personal muy práctico en recibir á oído.

La casa Siemens-Bros C.ª, de Londres, construye un electro-acústico (figs. 1 y 2) tan sencillo como ingenioso, con el cual se consigue que al transmitir quede escrito el despacho automáticamente. El aparato está encerrado en una cajita de $0^m,12 \times 0,10 \times 0^m,08$ próximamente y su peso es insignificante. El manipulador lo constituye un *estilo* en forma de lápiz, unido á un cordón (que envuelve el conductor), fijo en el fondo de la caja y en comunicación con el botón de línea. Al escribir sobre el papel de calco los puntos y rayas del alfabeto Morse, se oprime la punta del lápiz y por ella se establece un contacto que permite el paso á línea de la corriente que parte del polo positivo de la pila, entrando en la estación receptora por el casquillo L, para pasar á tierra, después de recorrer la bobina y de crear en ella un campo magnético, que origina un movimiento entre los polos del imán en herradura, produciendo un ruido muy perceptible por las buenas condiciones de la caja sonora que lo refuerza. En realidad la ventaja de este aparato es pequeña, pues lo importante es que el despacho quede impreso en la estación receptora y no en la transmisora, y aunque no exige personal práctico en la manipulación, se necesita para la recepción, y por lo tanto, en ambas estaciones.

*
* *

De teléfonos existe una infinidad de modelos, y cada nación emplea el suyo especial, con el cual cree reunir ventajas sobre los demás tipos, bien por su peso, sencillez, sensibilidad de los receptores, etc. Los más corrientes para líneas volantes son el Siemens, Mildé, Roulez, Berthou-Ader, Charollois y otros varios, en cuya descripción no entramos, porque tanto estos aparatos como los volantes, se hallan explicados en cualquier texto de telegrafía militar, y con ventaja en la segunda edición de la obra del teniente coronel de Ingenieros, Sr. Banús.

Nuestras secciones telegráficas de campaña y montaña emplean, con muy buen resultado, el teléfono Roulez, cuyo peso no llega á 4 kilogramos, con la gran ventaja de no necesitar pila, por ser magnético. El aparato se coloca en una cartera, que se cuelga el telefonista, pudiendo así hablar y recibir simultáneamente. Puede emplearse con ó sin hilo de vuelta, y funciona bien con líneas mal aisladas hasta las distancias de 14 kilómetros, y aun superiores. El único inconveniente (que tienen también la mayoría de los teléfonos) es que en el campo de batalla el mucho ruido dificulta la recepción, y entonces puede usarse como acústico golpeando con la uña la placa vibrante, con la cual se producen en la estación receptora sonidos muy perceptibles, que, por su duración, pueden representar los puntos y rayas del Morse.

Por las buenas condiciones de este aparato y su sensibilidad hasta las distancias máximas en que habrá de emplearlo la caballería, lo creemos muy apropiado para la telegrafía ligera, tanto para unir los diversos escalones de la red de exploración, cuanto para tratar de sorprender la correspondencia del enemigo, intercalándolo en sus líneas ó colocándolo en conductor paralelo á ellas, aprovechando los efectos de la inducción.

En Francia es reglamentario el teléfono del capitán Charollois, muy ligero y tan potente, que, según pruebas efectuadas por el 115.° regimiento de infantería, el sonido se percibe muy claramente á 10 metros de distancia del aparato, empleando el hilo conductor del mismo inventor, tendido sobre el suelo, sin aislar.

La combinación del micro-teléfono con el electro-acústico da lugar á un aparato muy sensible, denominado acústico-zumbador (Cardew), que se emplea para recibir despachos, bien al oído ó de viva voz, siendo

siempre el receptor un teléfono y el transmisor un micrófono ó un manipulador análogo al Morse. Funciona bien con hilo mal aislado, exige poca pila, los sonidos son muy perceptibles, su peso no llega á 3 kilogramos, y por su sensibilidad es muy recomendable para la caballería, que podrá hacer de él aplicación en aquellas líneas largas que hayan de tener un carácter de relativa permanencia, funcionando hasta que sean substituídas por otras de campaña.

***

Conocidas son ya las condiciones que deben reunir las *pilas* empleadas en la telegrafía militar y la infinidad de modelos existentes. En nuestro ejército es reglamentaria la de Leclanché, con vaso de ebonita, modificada por el batallón de Telégrafos, y por sus excelentes propiedades creemos que es la más á propósito para adoptarla para la telegrafía ligera. Es de sal amoniaco ($N H^3$, $H C l$), con electrodos constituídos por una plancha de zinc amalgamado y un aglomerado de bióxido de manganeso y carbón, envuelta en una tira de lona y en contacto con una tableta de carbón de retorta. El vaso es de ebonita deslustrada, de dimensiones de $0^m,05 \times 0^m,10 \times 0^m,10$, y su peso de $0^k,055$. La casa Sierra, de Madrid, construye este mismo modelo de las dimensiones de $0^m,065 \times 0^m,052 \times 0^m,106$ y peso de 610 gramos (fig. 3).

A cambio de pequeños inconvenientes esta pila tiene las grandes ventajas de su mucha fuerza electro-motríz, poca resistencia interior, pequeño volumen y peso, poco gasto de reactivo y poder ser éste instituído por la sal común ($N a C l$), resistir la disolución bajas temperaturas sin helarse y ser muy á propósito para los transportes (1).

Los galvanómetros de reconocimiento, conmutadores, piquetes de tierra, y en una palabra, todo el material auxiliar y objetos de escritorio que deben llevar los parques de telegrafía ligera, puede ser el mis-

(1) Todos los detalles de esta pila, así como los del teléfono Roulez, zumbador Cardew y en general del material reglamentario en el batallón de Telégrafos, están explicados con suma claridad en la *Cartilla de Telegrafía eléctrica* del capitán de Ingenieros D. Francisco del Río, declarada reglamentaria por Real orden de 21 de agosto de 1897.

mo que se emplea en la telegrafía militar en general, sin que por esta causa necesitemos siquiera mencionarlo.

***

El *conductor*, por las razones que hemos aducido, tiene que ser menos pesado que el reglamentario en las líneas de campaña, donde el material se transporta en carros especiales (secciones rodadas ó de campaña) ó á lomo (secciones de montaña). Los aparatos que, como hemos dicho, emplea con ventaja la caballería son teléfonos, zumbadores, electroacústicos y alguna vez telégrafos volantes escritores. Los más convenientes y de los que hará uso en la mayoría de los casos, son los teléfonos, y tanto ellos como los zumbadores, funcionan con conductor imperfectamente aislado y hasta con el hilo tirado en tierra; mas es indudable que tal ventaja es á expensas de pérdidas de corriente, y que exige en consecuencia mayor intensidad de pila, sobre todo en terrenos húmedos, en que naturalmente las derivaciones á tierra serán mayores y podrán llegar á impedir que el aparato funcione, por muy sensible que sea. Creemos, pues, que como medida de precaución y mientras experiencias concluyentes en terrenos húmedos y á distancias medias no lo aconsejen, debe adoptarse para la telegrafía ligera el hilo revestido con una débil capa aisladora, que aumentará poco su peso, con lo cual, y dadas las buenas condiciones de los teléfonos y zumbadores, funcionarán perfectamente, á pesar de las múltiples derivaciones que suelen existir en los tendidos rápidos. Como estos aparatos no necesitan conductor de vuelta, no hay necesidad de emplear cables sino que basta con el hilo, cuyo diámetro conviene reducir al *mínimum aceptable* para disminuir el peso, ya que ha de ser transportado por el caballo ó por el ginete y tendido ó replegado sin echar pie á tierra, marchando al paso y alguna vez al trote. Ese límite en la reducción del diámetro lo imponen las condiciones mecánicas y eléctricas que debe reunir el conductor, y las cuales se perjudican á medida que la sección dismininuye, por ser menor en consecuencia la resistencia á la extensión y mayor la que opondrá al paso de la corriente, factores ambos de gran importancia por necesitarse en razón al segundo más elemen-

tos de pila y por ser, á cuausa del primero, muy frecuentes las extensiones en la línea durante el tendido, dadas las condiciones en que esta operación se verifica, y si tales esfuerzos no son contrarrestados por la resistencia del conductor darán lugar á roturas en éste, que implicarán grandes pérdidas de tiempo para hacer los empalmes y repetidas averías en la línea.

El cobre, que posee en alto grado la conductibilidad (varía entre 55 y 91 con relación á la plata, que es 100) y la ligereza (el peso de 1 metro $= 0{,}0069\ d^2$ kilógramos tomado d en milímetros) no es aplicable á la telegrafía ligera por su escasa resistencia á la extensión (para $d = 0{,}50$ milímetros dicha resistencia es $= 4$ kilógramos), sucediendo lo propio al hierro galvanizado y al acero, que si bien presentan una resistencia mucho mayor que el cobre ó sus aleaciones con el fósforo ó silício (bronce fosforoso ó silicioso), es á expensas de la menor conductibilidad (próximamente $\frac{1}{6}$ ó $\frac{1}{7}$ de la de aquél) y mayor peso. Estas condiciones antitéticas las llenan en un grado aceptable los modernos conductores *bimetálicos*, formados por un alma de acero revestida de cobre, obteniéndose en el conjunto una resistencia á la tracción que se eleva á 80 kilogramos por mm^2 de sección, siendo la conductibilidad el 60 por 100 de la del cobre y el peso del kilómetro de $6^k{,}500$ para $d = 1$ mm. (1).

De este sistema es el hilo Charollois usado en Francia, cuyo peso (incluyendo el del tambor donde se arrolla) es de 3,5 kilogramos el kilómetro.

El aluminio, empleado también ya como conductor, guarda en su peso, comparado con el del cobre, la relación de 48 á 100 (á igual conductibilidad), correspondiendo á un diámetro de 10 mm. de cobre 12,6 milímetros de aluminio para obtener la igualdad de dicha propiedad, pero su resistencia á la tracción es muy pequeña.

En Austria-Hungría, en las grandes maniobras de 1891, se empleó con éxito colosal, según el coronel D'Ottone (2), para las comunicaciones de

(1) Los catálogos de la casa R. Delonstal, de Barcelona, representante en España de los hilos bimetálicos sistema E. Martin, Ducamps C.e, París, contienen los datos y resultados comparativos de numerosas experiencias de estos conductores, con los de hierro galvanizado, cobre y bronce.

(2) *Considerazioni e proposte sul servisio della cavalleria en guerra.*

la caballería, un nuevo teléfono tan sencillo como sensible, comunicándose perfectamente por una línea de 20 kilómetros de longitud, valiéndose de conductor cuyo peso era tan sólo de $0^k,500$ el kilómetro, lo cual induce á suponer que emplearon hilo de cobre de insignificante diámetro, en perjuicio de las propiedades mecánicas y aun de las eléctricas y así lo indica el que necesitaran seis elementos Leclanché.

En resumen, creemos que hasta que alguna aleación del aluminio aumente su resitencia á la extensión y permita emplear este metal simplificando el problema (1), el conductor preferible para la telegrafía ligera es el bimetálico, sin perjuicio de usar los cables especiales, como el Trouvé ó Siemens, si se emplean estos aparatos. Creemos inútil agregar que estas líneas serán siempre tendidas, y que no necesitan, por consecuencia, postes ni aisladores.

Las bobinas ó tambores para arrollar el conductor son generalmente de medio kilómetro para disminuir su peso y dimensiones, y pueden ser transportados por el caballo, sujetos á la silla, ó por el ginete. El movimiento del eje se consigue por medio de una manivela. El extremo del hilo está unido al mismo eje, con lo cual se puede fácilmente probar el conductor sin necesidad de desarrollarlo.

Para comunicar durante la marcha no hay más, como manifiesta la figura 4, que llevar uno de los conductores del teléfono al bocado del caballo, obteniendo así la comunicación constante con tierra, y el otro al eje del tambor, que ya comunica con línea por medio del hilo de la bobina. En Francia se han efectuado numerosas experiencias con el teléfono Charollois y su material por el 3.er regimiento de Ingenieros, con muy buen éxito, obteniendo durante la marcha constante comunicación con la estación de origen.

Una de las causas de pérdida de tiempo en el tendido son los necesarios empalmes del conductor al romperse éste ó terminar las bobinas,

---

(1) El célebre químico francés Mr. Partin acaba de descubrir un nuevo metal, denominado *partinio*, aleación del aluminio con el tungsteno, el cual une á la ligereza del primero la resistencia á la extensión del segundo, aumentando esta propiedad con la dósis que se adjunte de tungsteno.

También se están estudiando las propiedades del *magnalio*, aleación del aluminio con el magnesio.

y para evitar en parte este inconveniente la casa Siemens ha ideado unos empalmes (fig. 5), constituídos por unos cilindritos de bronce de unos 3 centímetros de longitud por 1 de diámetro, los cuales llevan dos ranuras cónico-helizoidales y cuya sección transversal es próximamente de doble longitud en su principio que en la terminación. Los extremos del cable están preparados de antemano, terminando en una parte cónica que se introduce en la ranura del cilindro, y es casi imposible, por la forma de ambos, que se separen, ofreciendo en consecuencia el empalme una gran seguridad. La unión de los dos conductores se aisla del exterior por medio de un tubo de goma, de diámetro un poco superior al del cilindro, que puede correrse á lo largo del conductor (1).

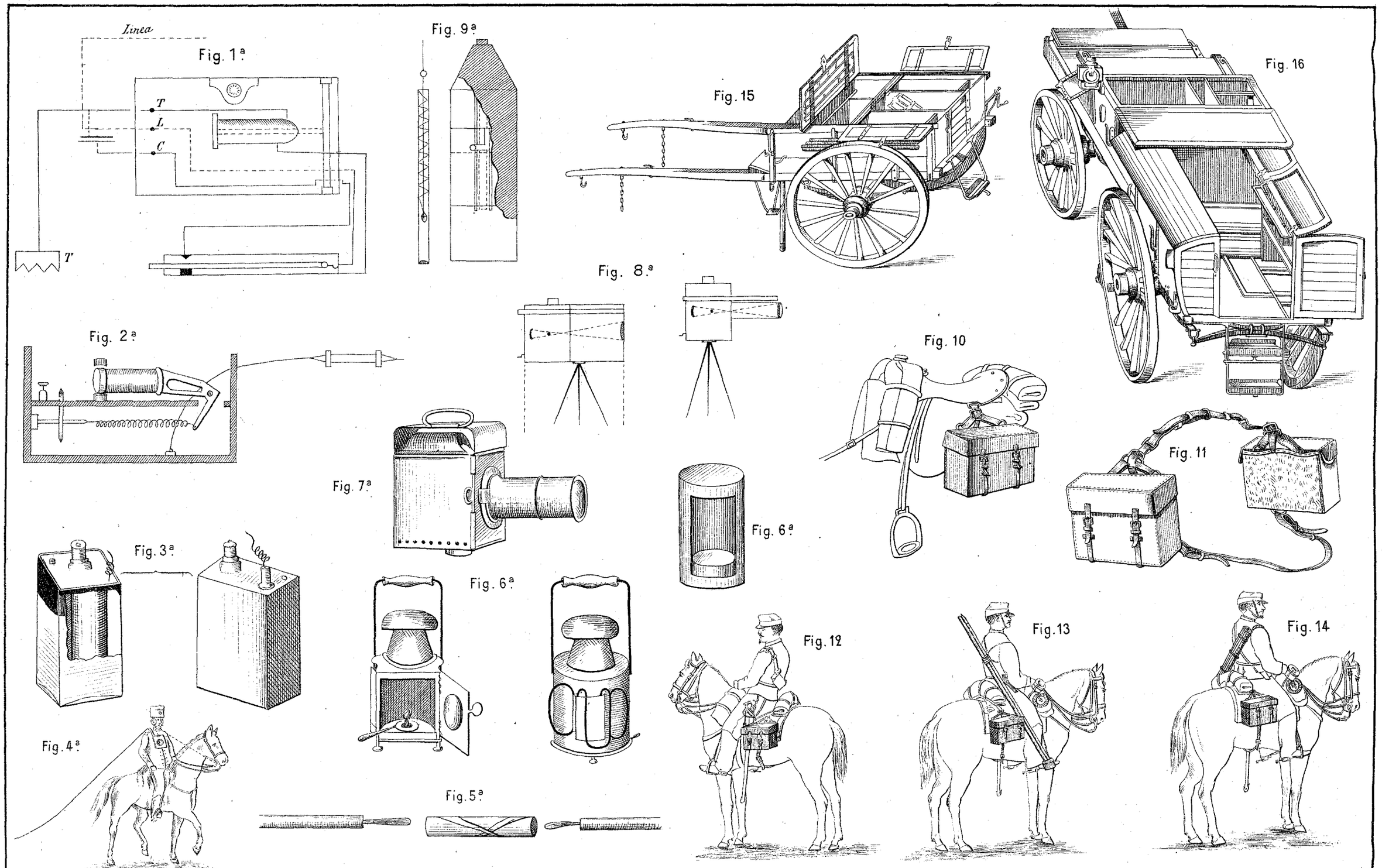
***

En unas experiencias llevadas á cabo en Julio de 1894, entre Berlín y Postdam, y detalladas en la *Rivista d'Artigleria é Genio*, de dicho año, dos patrullas, compuesta cada una de 1 oficial y 2 suboficiales de hulanos, unieron dichos puntos con una línea telefónica de 30 kilómetros de longitud, tendida en cuatro horas, habiendo obtenido, por lo tanto, una velocidad media de tendido de 8 minutos por kilómetro, que es algo menos de la mitad del tiempo que se emplea con las secciones á lomo.

***

En realidad, el material indicado es el sólo necesario para los fines que se persiguen con la telegrafía ligera; mas como los telegrafistas que acompañen á la caballería deben también tratar de sorprender las estaciones del enemigo, recomponer y utilizar sus líneas permanentes, ó destruirlas, según convenga, así como también aprovechar las propias existentes en las comarcas que recorre en la exploración á grandes dis-

(1) La misma casa construye otro modelo de *empalme*, que consiste en un cilindro metálico de unos $0^m,05$ de longitud, taladrado á lo largo del eje, y que tiene normalmente á esta dirección una ranura en la que penetra un tornillo de punta afilada. Por dicho taladro se introducen los conductores, cuyas envueltas aisladoras son atravesadas por dicho tornillo, que establece así el contacto entre ambos. El empalme se protege con un tubo de goma.


Línea
Fig. 1.ª
T
L
C
T
Fig. 9.ª
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 8.ª
Fig. 2.ª
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 7.ª
Fig. 6.ª
Fig. 3.ª
Fig. 6.ª
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 4.ª
Fig. 5.ª

tancias ó en sus operaciones, hasta que puedan ser servidas por las secciones telegráficas del cuerpo de ejército ó de su grueso, tiene que llevar el material de líneas civiles indispensable para estos cometidos, y en este concepto figura en los parques telegráficos de la caballería de todas las naciones la estación Morse de campaña, con sus pilas y algún material accesorio, como trepadores, carteras de empalmador, etc., etc., tratándose siempre de reducir al mínimum este material, empleando sobre el terreno los recursos de que en caso se pueda disponer, substituyendo los trozos que falten de línea permanente por otros provisionales, con el conductor disponible, y ahorrando todo el tiempo posible en estas recomposiciones y reparaciones, empleando un personal escogido y práctico en tales trabajos.

CAPÍTULO V.

Material óptico.—Banderas.—Heliógrafos.—Linternas.—Aparatos de luces.—Procedimientos propuestos para aumentar la rapidez en la transmisión de los despachos.—Cohetes de señales.

Las estaciones de telegrafía óptica comprenden: aparatos para comunicar de día y de noche y material auxiliar.

El batallón de Telégrafos, después de repetidas experiencias y detenido estudio, emplea, para la transmisión de día, el heliógrafo modificado (conocido con el nombre de modelo del Batallón) y las banderas de colores negro, rojo y blanco, y dimensiones de $1^m,20$, $0^m,90$ y $0^m,60$ de lado, que se clasifican por su tamaño en grandes, medianas y pequeñas, constituyendo las nueve un juego que va encerrado en un estuche ó cartera de cuero, cuyo peso total (incluído el de las banderas) es de $2^k,378$. El asta es de madera, y la componen tres trozos de 1 metro de longitud, que pueden empalmarse, pesando el conjunto, con el conterón de cuero en que se transportan, $0^k,485$.

Estos modelos de banderas (en cuya descripción detallada no entramos, por poderla ver los lectores en la *Cartilla de telegrafía óptica del Batallón*, que explica claramente todo el material reglamentario) por su poco volumen, peso y buenas condiciones para el transporte, son muy á propósito para formar parte de los parques de telegrafía ligera, y no vemos inconveniente en su aceptación. Con ellas se recibe á 5, 10 y 15 kilómetros, según su tamaño, en condiciones atmosféricas muy favorables, no debiéndose contar en la práctica con alcances superiores á 10 kilómetros para las banderas grandes, á menos que se haga uso de los anteojos que llevan las estaciones ó de los gemelos de oficial.

Cuando se pueda transmitir con sol, se emplea muy ventajosamente

el heliógrafo, cuyo alcance llega hasta 50 kilómetros; pero con el objeto de disminuir en lo posible el material que ha de transportar la caballería, puede emplearse el aparato Mangin como heliógrafo, para lo cual va provisto de los correspondientes espejos, llevando también unido á la caja el anteojo.

*
* *

Para distancias pequeñas (hasta 2 kilómetros) se utilizan las *linternas*, de las cuales hay distintos modelos, siendo uno de los más prácticos y sencillos el representado con detalle en la figura 6.

El manipulador lo constituye la palanca *p*, que gira, alrededor de un eje vertical fijo en el centro de la linterna, todo lo que le permite la ranura, arrastrando en su movimiento la pantalla que produce las ocultaciones de la luz. Para transmitir, se sujeta el aparato en el cinturón por el gancho central, sirviendo los dos laterales para el transporte, así como también el asa superior, que, en realidad, puede suprimirse. El foco es de aceite ó petróleo, y se fija, introduciendo el prisma saliente que tiene el receptáculo en su parte inferior, en un orificio de idéntica forma que lleva la linterna en el fondo.

Los rayos luminosos son refractados por la lente *s*, perdiéndose los de la parte posterior.

Este inconveniente se obvía con la linterna representada en la figura 7, más perfeccionada que la anterior. Los rayos luminosos, correspondientes á la pared posterior, son ahora reflejados por el reflector y recogidos por la lente, separada del foco una magnitud igual á la distancia focal.

Las ocultaciones de la luz se producen por una placa circular que obtura el tubo, y se hace girar por medio del botón *C*. El aparato entra á rosca en un ligero trípode, siendo el peso del conjunto tan sólo de $1^k,920$ y su alcance de 3 á 4 kilómetros.

Para distancias mayores que las indicadas se emplea el aparato Mangin, reglamentario en casi todos los ejércitos de Europa. Los distintos tamaños se clasifican por el diámetro de la lente, del cual depende el alcance, que es, en términos generales, doble de aquél. En Francia la

caballería usa el de $0^m,10$ y en España es reglamentario para dicha Arma el de $0^m,07$, cuyo peso es $5^k,500$, pero como para algunas aplicaciones, tales como enlazar el cuartel general de la caballería independiente con el del ejército ó columna á quien preceda, ó en reconocimientos á largas distancias, sería conveniente disponer aparatos de mayor alcance, los parques de telegrafía ligera en Francia llevan varios Mangin de $0^m,14$ y hasta de $0^m,24$.

Con objeto de disminuir el peso todo lo posible, la casa «Vial, sucesor de Bardhou», de Paris, ha construído unos modelos de aparatos de $0^m,10$ para la caballería (fig. 8), en los cuales se suprime la mitad delantera de la caja, que no tiene más misión que distanciar la lente del foco (de petróleo), substituyéndola por un tubo, al extremo del cual va dicha lente, que es el mismo sistema empleado en la linterna antes descripta (1).

Aunque pueden utilizarse otros focos de mayor potencia luminosa, como la gasolina, el acetono y especialmente las lámparas de acetileno, ensayadas con tan buenos resultados en Francia é Inglaterra, es más bien para estaciones fijas, y por este motivo no nos detenemos en su descripción, ya que todavía no son recomendables para la telegrafía ligera.

Para el servicio de las estaciones necesitan llevar los parques, además de los accesorios de los Mangin, alguna herramienta, como punzón, alicates, tijeras, brújula, etc., algo de material de repuesto y objetos de escritorio, impresos, etc., etc., todo lo cual constituye el material auxiliar.

***

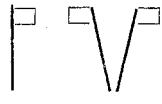
Para transmitir, tanto con las banderas como con los heliógrafos y aparatos de luces, se hace uso del alfabeto Morse, naciendo de aquí una lentitud en el servicio, que constituye uno de los inconvenientes que lleva consigo el empleo de la telegrafía óptica en general.

(1) En Barcelona se construyen aparatos Mangin, de aluminio, que, como es natural, resultan bastante menos pesados, y, por consecuencia, muy recomendables para la telegrafía ligera.

Tanto los puntos como las rayas, pueden marcarse bien con una sola bandera, como es reglamentario en el Batallón, ó bien con una los puntos y con dos las rayas, procedimiento que empleaban los telegrafistas de la sección óptica que funcionó en Mindanao-Norte, y con el cual se trataba de evitar las confusiones de los puntos con las rayas, lo cual, en realidad, no es de temer con soldados medianamente instruídos.

Para conseguir el doble objeto de simplificar notablemente la instrucción de los señaladores y aumentar la rapidez en la transmisión, se han propuesto y ensayado en el ejército francés varios métodos, aparte de la adopción del *Diccionario de abreviatura* que es reglamentario.

El comandante Mr. Agoir aconseja la substitución del alfabeto Morse por otro más sencillo, que forma, dividiendo las 26 letras de que consta, en dos columnas y cuatro series, como indica el siguiente cuadro:



1.ª serie. . . .	A B.	▪
	C D.	▪ ▪
	E F.	▪ ▪ ▪
2.ª serie. . . .	G H.	▬
	I J.	▬ ▪
	K L.	▬ ▪ ▪
	M N.	▬ ▪ ▪ ▪
3.ª serie. . . .	O P.	▬ ▬
	Q R.	▬ ▬ ▪
	S T.	▬ ▬ ▪ ▪
	U V.	▬ ▬ ▪ ▪ ▪
4.ª serie. . . .	W X.	▬ ▬ ▬
	Y Z	▬ ▬ ▬ ▪

Como se vé, cada señal corresponde á dos letras seguidas del alfabeto, y su representación es por orden correlativo, partiendo del punto para las dos primeras y substituyendo á los cuatro puntos la raya. Así, por ejemplo, las letras *i*, *j*, en vez de estar representadas por cinco puntos, lo están por una raya (cuatro puntos) y un punto, siendo, por consiguiente,

muy fácil retener ó escribir en un papel dicho alfabeto, sin necesidad de ser telegrafista.

Para indicar que la letra transmitida es de la primera columna ó de la segunda, se emplea una ó dos banderas, respectivamente, como marca el cuadro, sin que haya lugar á confusión.

Los números los representa por el mismo sistema que las letras, substituyendo también la raya por los cuatro puntos, de modo que el 5 es ▬ ▪; el 8 ▬ ▬, etc., y para no confundirlos con las letras, se señalan con la bandera de la mano izquierda, permaneciendo la otra inmóvil.

Con las linternas y aparatos de luces, en general, se indica la columna correspondiente, dejando dos segundos de una á otra letra, si la representada es de la 1.ª y doble si es de la 2.ª, ó también, y es preferible (según el autor), usar dos linternas empleándolas como las banderas.

Aún propone mayor simplificación dividiendo el alfabeto en tres columnas, y empleando la bandera de la mano izquierda para las letras de la 1.ª, la de la derecha para las de la 3.ª, y ambas para las letras de la columna central, obteniendo el cuadro que sigue:

1.ª serie. . . .	A B C.	▪
	D E F.	▪ ▪
	G H I.	▪ ▪ ▪
2.ª serie. . . .	J K L.	▬
	M N O.	▬ ▪
	P Q R.	▬ ▪ ▪
	S T M.	▬ ▪ ▪ ▪
3.ª serie. . . .	V W X.	▬ ▬
	Y Z..	▬ ▬ ▪
4.ª serie. . . .	0.	▬ ▬ ▪ ▪
	1 2 3.	▬ ▬ ▬
	4 5 6.	▬ ▬ ▬ ▪
	7 8 9.	▬ ▬ ▬ ▪ ▪

En este segundo cuadro, y aun en el primero, se obtiene una economía en signos digna de tenerse en cuenta, por cuanto para una palabra de 9 letras, se necesitan, por término medio, unos 21 signos.

El capitán Legris, del 54 regimiento de línea, ha ideado otro método, cuyo fundamento es el ya conocido de formar una tabla en cada una de cuyas casillas se escribe una letra, palabra ó frase, cuya representación será la del número que le corresponda de la fila y columna. El cuadro así formado (el del autor contiene 400 casillas) se utiliza para la recepción, existiendo otro para la transmisión, que contiene, por orden alfabético, las mismas 400 palabras, frases ó letras, y á su izquierda los números correspondientes.

Cuadro A para la transmisión.

	1	2	3	4	5	6	7
1	*a*	*e*	*u*	*l*	*d*	*r*	car-tou-che
2	*e*	*i*	*s*	*r*	*x*	aba-tis	
3	*o*	*f*	*m*	*t*	*z*	*ai*	

Cuadro B para la recepción.

A. . . . . 1-1 B. 4-1

Abatis. . . 6-2 Bac. 5-11

Abrevoir. 6-9 Baraquemet. 16-20

Abri. . . . 11-9

Para comunicar por este método la palabra *Abatis*, por ejemplo, se busca en el cuadro *A* y se ve que le corresponden las cifras 6-2, que son las que se transmiten, y en la estación receptora, teniendo á la vista el cuadro *B*, al recibir la cifra 6 uno de los telegrafistas, busca rápidamente la 6.ª columna, descendiendo hasta el número que le indique la cifra siguiente 2.

No hacen falta más que 20 números para representar los 400 signos del cuadro, debiendo telegrafiarse letra á letra las palabras que en él no figuren, siendo muy fácil de recordar esos 20 números, señalados por otros tantos puntos, substituyendo cada 5 por una raya, de modo que el 9 será ▬ ▪ ▪ ▪ ▪ y al 11 ▬ ▬ ▪, etc., etc.

Ambos métodos aseguran sus autores ser mucho más rápidos que el *Diccionario de abreviaturas*, con el cual creemos, con el profesor de la Escuela de Saint-Cyr, Mr. Cuvrard (1), que hay exposición á grandes errores, dificultades para su manejo, con la mediana ó débil luz de una lin-

(1) *Telegraphie optique et signaleurs-leur emploi.*

terna, y poca ó ninguna economía de tiempo, toda vez que las mismas instrucciones ministeriales de 1887, relativas al empleo del *Diccionario*, dicen que «A fin de evitar errores, los despachos importantes de servicio transmitidos con abreviaturas, deben ser *íntegramente repetidos* por la estación receptora antes de ser llevados al destinatario».

El comandante de Ingenieros Sr. García Roure indica otro método (1) para simplificar los telegramas no oficiales referentes al servicio y contabilidad del Cuerpo, basado en el empleo de un *Diccionario de abreviatura* y en la observación de determinadas reglas para las palabras que no figuran en aquél, así como en la admisión del signo personal del telegrafista y en la transmisión de la hora por el procedimiento fijado en la *Cartilla de señaladores* del ejército inglés. El tiempo que en ambas estaciones se pierde en la transformación del telegrama no es inconveniente—dice el autor—ya que pueden aprovecharse aquellos momentos en que el servicio escasee ó el estado de la atmósfera impida la transmisión.

Tanto con los procedimientos indicados como con otros varios propuestos, consíguese en la práctica pequeña ventaja en la rapidez de la transmisión, á cambio algunas veces de mayor exposición á errores, gran complicación ú otros inconvenientes, y de aquí que creamos que lo único aconsejable es la adopción de un pequeño diccionario de las palabras más frecuentemente empleadas, representándolas precisamente por sus primeras sílabas, ó éstas y la consonante siguiente, ganándose de este modo algún tiempo, evitando confusiones y no necesitándose cifrar y descifrar los telegramas. Se comprende, en efecto, que no se puede dudar un momento del significado de las palabras abreviadas que figuran, por ejemplo, en el telegrama siguiente: *Comte. milt. á Gener. Brig.—Sin nvd.—Capt. btria. montaña ruega envío munic. primer conv.*, y es indudable que empleando estas abreviaturas y en muy limitado número de palabras, los telegrafistas las aprenderían de memoria el primer día y no tendrían que acudir al *Diccionario* más que en casos rarísimos.

---

(1) MEMORIAL DE INGENIEROS, meses de febrero y marzo de 1899 (artículo *Telegramas abreviados*).

Esto precisamente es lo que ocurre en la práctica, pues es muy frecuente que cuando los telegrafistas se acostumbran al lenguaje especial empleado en los partes telegráficos en campaña, mucho antes de terminar gran número de palabras de las que se repiten á diario, den el enterado como señal de haberlas comprendido.

La rapidez en la transmisión, aparte del empleo de esas abreviaturas, que es cómodo y sin inconvenientes, debe buscarse en la buena instrucción del personal y en el cuidado que deben tener (y que á menudo no tienen) las personas autorizadas para usar el telégrafo, de redactar los partes sin faltar á las condiciones de «precisión, claridad y concisión,» evitando inútiles rodeos é inoportunas y largas explicaciones, más propias del correo que del telégrafo.

***

Como complemento de este ligero estudio, del material óptico que deben llevar las secciones de telegrafía ligera, vamos á dar una idea de los «cohetes de señales,» que pueden ser muy útiles para comunicar el cuartel general de la caballería independiente, bien con el general en jefe del ejército ó columna á quien preceda en su marcha, ó bien con cualquier fracción que se destaque del núcleo, ya para efectuar un reconocimiento ó con alguna misión táctica durante el combate, antes ó después de él.

Los cohetes construídos por la Sociedad en comandita que explota la fábrica de algodón-pólvora de Faverskan, ducado de Kent (Inglaterra) (fig. 9), son de forma cilíndrica, terminada en un tronco de cono su base superior y en un casquete esférico la inferior, teniendo una altura próximamente de 15 centímetros, con un diámetro en su sección de 5 centímetros. La envuelta de la parte cilíndrica es de hoja de lata y de madera la del trozo tronco-cónico. El cohete está formado por dos cuerpos (del mismo diámetro), que se unen por medio de un cierre de cubo de bayoneta, entrando el botón p verticalmente por la canal p' y dándole después un cuarto de vuelta.

El cohete está dividido en tres compartimentos, a, b y c, de los cuales el inferior a va lleno de pólvora, descendiendo hasta él una canal

vertical, en la que se introduce el estopín, y dos conductos, que son por los que comunica el fuego de la pólvora al compartimento superior *c* de las bengalas. En el compartimento central *b* está contenida una mezcla detonante, denominada *tonita* (cuya composición se cree sea barita y algodón-pólvora), que produce al explotar un ruido que se oye á distancias comprendidas entre 7 y 15 kilómetros, según la dirección del viento.

El estopín es un tubo metálico, en el interior del cual va un pequeño resorte, fijo por uno de sus extremos en la tapa, y un hilo metálico que sale al exterior, terminando en una vuelta, á la que se une el tirafrictor y en un peso destinado á inflamar el fulminato contenido en una cápsula en el fondo del estopín.

Introducido éste en la canal del cohete, al ejercer la tracción con el tirafrictor se comprime el muelle, y al romperse el hilo que suspende el *peso* impulsa á éste contra la cápsula del fulminato, cuya explosión se transmite á la pólvora y *tonita*, prendiéndose las bengalas, cuyos distintos colores (blanco, rojo y verde) pueden servir de señal, convenida de antemano. Este color de la bengala es el mismo que el del papel que envuelve al cohete, siendo el rojo el más visible. El cohete se dispara colocándolo sobre un pequeño morterete, siendo próximamente de 150 metros la altura de subida (1).

---

(1) En el batallón de Telégrafos se han efectuado detenidas experiencias con estos cohetes, habiendo obtenido satisfactorios resultados.

CAPITULO VI.

Parques regimentales, de brigada y divisionarios.—Ligera idea del material que los forma en los ejércitos alemán y austro-húngaro. —Descripción detallada de los reglamentarios en Francia.—Transporte sobre los caballos del material de los parques regimentales.

En los dos capítulos anteriores hemos estudiado, sin descender á detalles, el material más á propósito, tanto eléctrico como óptico, para constituir las secciones de telegrafía ligera, y con objeto de fijar las ideas damos á conocer la composición de los parques reglamentarios en el ejército francés, haciendo una incompleta reseña del que constituye los parques de los ejércitos alemán y austro-húngaro, tomándola del folleto *Apunti e considerasioni sobre el servicio telegrafico nelle caballeria*, de que es autor el teniente del ejército italiano Emilio Salaris, alumno de la Escuela de telegrafía de Firenze.

En Austria y Alemania no existen más que parques regimentarios y divisionarios, mientras que en el ejército francés, además de ambos, cuentan con el de brigada. Por regla general, todo el material que constituye los primeros se transporta en los de brigada, si bien está dispuesto de modo que pueda conducirse sobre los caballos cuando sea necesario ó conveniente.

El parque regimental de la telegrafía ligera en Alemania comprende:

1 aparato telegráfico ligero (volante). 1 batería eléctrica (18 elementos). 1 acústico. 1 batería (de bolsillo) de 2 elementos. 2 teléfonos. 1 vibrador. 500 metros de hilo revestido. 250 metros de hilo de ligadura grueso. 1 aparato de campaña.	Este material es llevado sobre los caballos.

La división de caballería lleva su parque en el carro de los zapadores (1) y transporta:

2 aparatos volantes.
4 baterías de 8 elementos.
4 acústicos.
4 baterías (de bolsillo) de 2 elementos.
4 teléfonos.
4 vibradores (zumbadores).
2 aparatos de campaña.
750 metros de hilo metálico de ligadura.
500 metros de hilo telegráfico.

***

En Austria Hungría, según indicaciones que el autor antes mencionado toma de *Il Popolo Romano* y otras revistas, el parque regimental lo forma una estación de campaña (de aluminio), acústicos, teléfonos y aparatos ópticos, en número que no está fijado; los carros de división transportan un remanente de este material. El del parque regimental va en 8 sacos que se adaptan á las sillas, llevando también 2000 metros de hilo aislado. La estación telefónica utiliza las pilas secas (Hellesen), colocadas en la misma caja que el aparato. Cada regimiento tiene un pelotón de telegrafistas, formado de dos suboficiales y dos soldados.

En Francia cada regimiento tiene dos talleres de telegrafía ligera y cada brigada dispone de un carruaje de un caballo, que conduce el material de los cuatro talleres regimentales, y el especial denominado de brigada. El material de reserva, así como los aparatos eléctricos y ópticos destinados á la comunicación á grandes distancias, lo transporta el carruaje divisionario de dos caballos.

Las instrucciones ministeriales del 9 de febrero de 1889 relativas «á la composición, transporte y entretenimiento del material de servicio

(1) En las maniobras de 1898 se efectuaron repetidas recomposiciones de las líneas telegráficas, valiéndose de los zapadores-ciclistas.

de la telegrafía ligera», indican con todo detalle la composición del material de un taller, del lote especial de la brigada y de la división, y de ellas tomamos los siguientes datos:

MATERIAL.	NÚMERO.
Cajas de pilas.	2
Parlante con estuche.	1
Teléfono con estuche y cuerno de llamada.	1
Bobinas de cable ligero (cada una 500 metros)..	2
Aparato desarrollador con su pie..	1
Conmutadores de línea.	2
Hilo de ligadura. . . . . , ...	$0^{kgs},50$
Idem recubierto. . . . . , ...	$0^{kgs},20$
Linterna con funda.	1
Cinta de caoutchouc..	$0^{kgs},20$
Idem alquitranada..	$0^{kgs},20$
Pares de bolsas de cuero con correa de sujeción.	2
Saco de útiles..	1

Aparte del material auxiliar, como clavos, clavijas, cuchillos, limas, martillos, etc., y objetos de escritorio.

Material especial del carruaje ligero de brigada *(fig. 15).*

Material óptico.	Aparatos de 0,10.	2
	Cajas de accesorios.	2
	Pies de aparatos ópticos.	2
	Bolsas de cuero con correas de sujeción (pares).	2
Material diverso.	Bobinas de cable ligero (500 metros).	8
	Toldos (tela de hilo).	10
	Clavijas.	12
	Clavos (grandes y pequeños).	$0^{kgs},500$
	Piquetes de tierra.	2
	Vasos de sal amoniaco para pilas.	4
	Correas de sujeción de bolsas.	4
	Cubetas de ebonita.	2
Objetos de escritorio.	Lápices.	
	Cortaplumas.	
	Tinta.	
	Goma, etc.	
Impresos.	Cuadernos de despachos.	
	Sobres, etc.	

Carga del carruaje ligero de división *(fig. 16).*

Aparatos ópticos	De 0,14	1
	De 0,24	1
Bobinas para cable ligero		22
Cable ligero		10 kms.
Estación completa Morse con pila		2
Conmutadores		2
Parlantes		2
Cajas de pilas		4
Linternas		2
Teléfonos		6
Hilo de ligadura		2 kgs.
Hilo recubierto		500 gms.
Antorchas	De 40 milímetros	2
	De 18 milímetros	4
Bengalas	Rojas	5
	Blancas	5

Aparte de la caja de accesorios, de herramientas pequeñas, material auxiliar y depósito de objetos de escritorio.

El reglamento mencionado detalla la colocación del material telegráfico en los carruajes de brigada y división, así como también la repartición del material regimental (1), tanto eléctrico como óptico, entre los tres telegrafistas que componen cada taller. Conformes con nuestro propósito de indicar tan sólo la constitución de estas secciones en términos generales, nos limitamos á copiar ambos modelos de carruajes, deteniéndonos algo en los medios de transporte sobre los caballos, del material de los mencionados talleres regimentales.

El material eléctrico se reparte del siguiente modo (figuras 12 y 13):

Primer telegrafista. Conduce en bandolera una caja con la pila y, sujetos á la silla, un par de bolsas de cuero y el pie del aparato desarrollador del cable.

(1) A cada taller regimental se agrega un ciclista.

Estas bolsas llevan: la de la derecha una bobina con 500 metros de cable ligero, y la de la izquierda un saco de útiles, un aparato desarrollador con eje y manivela y un conmutador de línea. En el saco de útiles van, además de martillo, punzón, lúa, clavijas, etc., una bobina de hilo de ligadura, cinta de caoutchouc y alquitranada, tubos de caoutchouc y algún otro material pequeño.

El *Segundo telegrafista* transporta un parlante en bandolera, un par de bolsas de cuero sujetas á la silla y una lanza de horquillas con estuche portalanza.

La bolsa de la derecha lleva, igualmente que la del primer telegrafista, una bobina con 500 metros de cable ligero; la de la izquierda un teléfono, una linterna, hilo recubierto, un punzón, un destornillador, un conmutador, etc., cuadernos y sobres.

El ayuda-telegrafista conduce una cartuchera, un hacha de pico y una sierra articulada.

La sujeción de las bolsas á la silla se asegura por las correas que se ven en las figuras 10 y 11.

La parte *c* que toca el caballo va provista de un acolchado de fieltro. La correa *b* permite variar la altura de las bolsas y se aloja entre la silla, debajo del asiento, pasando por una ranura especial que impide el movimiento lateral.

El estuche portalanza se une al estribo por dos correas; es de cuero y está destinado á recibir las dos astas de la horquilla, que está dividida en dos trozos que se ensamblan, sosteniéndolos durante la marcha por una correa que se pasa por el hombro del ginete.

Todo el material óptico puede transportarse sobre un solo caballo (figura 14); el pie del aparato, en bandolera como indica la figura; en una de las bolsas el Mangin de $0^{m},10$ y en la otra la caja de accesorios y documentación. Si van dos telegrafistas, el uno lleva el trípode y el otro el aparato y caja de accesorios.

Cuando hay que montar las estaciones, el ayuda-telegrafista sostiene los caballos mientras los dos telegrafistas recogen el material del carruaje de brigada. La carga y descarga está sujeta á reglas que marca el citado Reglamento.

CAPÍTULO VII.

Instrucción teórica y práctica de los telegrafistas afectos á la caballería.—Escuelas regionales de telegrafía en Austria, Alemania, Italia, Bélgica y Francia.—Nociones sobre la organización é instrucción y material reglamentario en las secciones de obreros en España.—Solución propuesta para la organización en nuestro país del servicio de la telegrafía ligera.

Deducese de cuanto llevamos dicho, que el personal de las secciones de telegrafía ligera, si ha de cumplir satisfactoriamente su misión, necesita poseer vasta ilustración teórica, complementada con una gran práctica en el manejo de los aparatos, ya que el máximo rendimiento de éstos se obtiene cuando dicho personal ha llegado á la perfección de su instrucción. Hay que dedicar, pues, atención preferente á procurar los medios para proporcionar esa instrucción á los oficiales y tropa que han de desempeñar tan importante servicio.

Así lo entienden en todas las naciones de Europa, existiendo academias, á las que en determinadas épocas del año asisten el número de oficiales y clases designados por los respectivos ministerios de la Guerra, siendo de notar la tendencia manifiesta á centralizar este servicio, separando á los telegrafistas de los *pionniers*, organizando batallones de telégrafos y creando para oficiales y tropa escuelas de telegrafía.

En Austria Hungría la escuela para los telegrafistas afectos á la caballería está instalada en Thuln, y al curso, que tiene ocho meses de duración, acuden generalmente de 10 á 20 oficiales y 70 á 100 suboficiales y soldados. En Alemania asisten anualmente á la academia establecida en Berlin 28 oficiales y 83 indivíduos de tropa (uno por regimiento), siendo de cinco meses la duración del curso para los primeros y de nueve para los últimos. En el presupuesto para el ejercicio de 1899

la antigua escuela de telegrafía (de los *pionniers* telegrafistas) se transforma en escuela de telegrafía ligera, organizándose tropas especiales para este servicio, que se separa de los *pionniers (Revista Militar del Extranjero*, 1899). En Italia y Bélgica las escuelas de telegrafía se hallan en Firenze y Amberes, respectivamente, y á ellas acuden anualmente destacamentos de caballería.

En Francia existen cuatro escuelas regionales de telegrafía ligera, establecidas en Versailles, Lunneville, Lyon y Limoges. Para pasar á ellas se escoge en cada regimiento el personal entre el que haya aprobado un curso de instrucción telegráfica en la escuela de aplicación de caballería de Saumur, ó en su defecto entre los que hayan pertenecido á la administración de las estaciones y en casos extraordinarios entre los que se hayan ejercitado en las estaciones telegráficas de la guarnición y cuya instrucción técnica la conceptúe suficiente el tribunal que los examina en los cuerpos antes de pasar á las mencionadas escuelas. El período de instrucción en estas academias regionales es de 28 días, terminados los cuales regresan á sus cuerpos, donde completan la instrucción teórica y práctica, siendo forzosa la asistencia por lo menos de 36 horas al mes á las estaciones telegráficas de la guarnición.

Todos los detalles referentes á la organización y funcionamiento del servicio de la telegrafía ligera están contenidos en el Reglamento de 14 de mayo de 1896, del que tomamos el siguiente programa de las materias que abarca la instrucción que reciben en las escuelas regionales los telegrafistas de caballería:

Nociones generales sobre organización y funcionamiento del servicio de la telegrafía ligera. Constitución de un taller regimentario.

Material eléctrico, nomenclatura, empleo, distribución entre los soldados que componen el taller.

Idem óptico, aparatos y accesorios.

Entretenimiento del material en servicio y en el almacén. Comprobación de las pilas, aparatos y cable.

Material rodado. Carruajes de brigada y división.

Construcción y repliegue de un trozo de línea de cable.

Cortadura y restablecimiento de las líneas aéreas, manejo de los aparatos; ejecución de empalmes.

Utilización de las líneas existentes.

Instalación de las líneas telegráficas y telefónicas.

Lectura de cartas, busca de las estaciones ópticas sobre el terreno y por medio del plano; envío de telegrafistas á estaciones alejadas, señaladas sobre la carta.

Nociones sobre los aparatos en uso en las líneas del territorio é internacionales.

Reconocimiento de una estación telegráfica de la administración municipal. Instalación y destrucción de las comunicaciones dentro de esa estación.

Recepción al oído.

Descripción, empleo y manejo del Mangin de $0^m,10$.

Ejercicios de día y de noche. Busca de las estaciones sobre el terreno y sobre la carta.

Reglas de transmisión telegráfica y redacción de despachos.

Como se vé, la nación vecina tiene perfectamente organizado el servicio de la telegrafía ligera, que funciona con éxito en las grandes maniobras anuales, y otro tanto sucede en Alemania, Inglaterra y otros ejércitos, cuya constante preocupación es el mejoramiento de su organización militar; mas por desgracia no sucede esto en el propio, en que con muchos trabajos seguimos á la zaga de la Europa militar, sin preocuparnos gran cosa de nuestra desairada situación.

***

En cada regimiento de caballería de nuestro ejército debe existir una Sección de Obreros, «destinada á prestar en campaña los múltiples cometidos de reparación ó utilización que á dicha arma le corresponden en la guerra moderna.»

El personal de esa sección debe componerse de un oficial, 2 sargentos jefes de grupo, un trompeta, un herrador, 4 cabos-obreros preferentes, 16 soldados-obreros y 6 ú 8 suplentes, todos, como es natural, montados.

Oficialmente esas secciones de obreros se dividen en dos grupos, denominado el uno de Zapadores-pontoneros y el otro de Telegrafistas-

pontoneros, y para su instrucción los cuerpos deben regirse por la *Cartilla del Obrero*, del laborioso oficial del arma Sr. Bordons, que fué declarada reglamentaria por Real orden de 12 de octubre de 1888.

La mencionada *Cartilla* comprende una primera parte, denominada preparatoria, en la que el autor da algunas nociones de Geometría y conocimiento del terreno; una segunda, que es la que realmente constituye la instrucción de la sección, y la tercera, ampliatoria para los sargentos y cabos. Prescindiendo de cuanto se refiere en ella á puentes militares de circunstancias, fortificación del campo de batalla, nociones sobre caminos ordinarios y de hierro, de topografía y de una porción de materias que la instrucción abarca, nos limitaremos tan sólo á dar una idea de la parte concerniente á la telegrafía, que es lo que interesa á nuestros fines. Comprende esta instrucción en la *Primera parte* (preliminar), ideas de electricidad; segundo, nociones del siguiente material de estación: pilas, manipulador, receptor, timbre, galvanómetro, pararrayos y conmutador; tercero, ídem del material de línea: conductor, postes, aisladores, cable, con una indicación de las líneas tendida, aérea, subterránea, subfluvial y submarina.—*Segunda parte.* Trátase en ella de la descripción y uso de la herramienta ordinaria (pico, pala, hacha, etc.) y de los útiles y material de línea siguiente, que es el reglamentario: trepadores, cinturón, trócolas, perrillo, hilera, aisladores, tenacillas de cortar, hilo de línea de 4 milímetros y de anudar, cable, galvanómetro y pasadores, y del transporte á lomo de parte de este material (1) por los once obreros del grupo de Telegrafistas-pontoneros.

En la parte complementaria, destinada tan sólo á cabos y sargentos, como ya hemos indicado, se dan reglas para la manipulación y recepción con los telégrafos Breguet y Morse, y unas ligeras nociones de las averías más frecuentes en estos aparatos, así como también del tendido y repliegue de líneas de cable (tendidas) y de aéreas, por más que los postes no forman parte de la dotación de la sección; y por último, breves ideas sobre las destrucciones y reparaciones de los telégrafos en la guerra, modo de sorprender los telegramas y vigilancia de las líneas.

(1) El restante debe llevarlo una acémila, que conduce también el repuesto de los zapadores-pontoneros. El rollo de cable ($^1/_2$ kilómetro) lo lleva al brazo un soldado.

El conjunto de la instrucción telegráfica tiene en la *Cartilla* un desarrollo de 26 páginas, y si se compara con el programa de las escuelas regionales francesas, ó con el de nuestros telegrafistas militares, que en nada desmerece de él, se notará la enorme inferioridad de aquéllas, insuficiente no ya para crear un buen telegrafista tal y como la caballería los necesita, sino hasta para hacer uno muy mediano, y éste eléctrico, pues se observará que de la telegrafía óptica ni siquiera se habla.

Tan deficiente instrucción teórica podría aparecer á primera vista como una falta de cuidado al redactar el Reglamento; mas si se ojea éste, se comprenderá rápidamente que no es así, y que exigiéndose conocimientos tan vastos á las secciones de obreros, es humanamente imposible que éstos sean más extensos, á menos de caer en la manía de pretender hacer del soldado de caballería un infante-zapador-minador-pontonero-telegrafista montado sobre un caballo, como dice muy bien el mayor de la caballería belga, Mr. Delforse, hablando de este asunto, en su folleto *Telegrafistas y zapadores de caballería.* Pero una cosa es lo que debe ocurrir y otra muy distinta lo que ocurre en la realidad; y si por reglamento deben estar organizadas é instruídas estas Secciones de Obreros en todos los regimientos de caballería, es lo cierto que, salvo contadas y muy honrosas excepciones que nos complacemos en reconocer, en la mayoría de los cuerpos ni siquiera existen tales fracciones, y en otros limítanse á conocimientos tan superficiales, que puede asegurarse que si se reuniesen todas las secciones de obreros de los distintos regimientos del arma, no saldrían media docena de regulares telegrafistas y ni uno solo que recibiese á oído, condición que debe reunir la mayor parte de los telegrafistas de caballería. Mas para que no se crea que tal opinión es nuestra, copiamos un párrafo de un artículo que, con el título de *La caballería independiente ante los cursos de agua* (1), ha publicado el capitán Bordons, y en el cual dice hablando de estas secciones:

«Algunas, muy pocas, han existido ó existen, debidas al laudable celo é iniciativa de contados jefes de cuerpo y entusiastas oficiales, pero que ante la carencia, sin duda, etc. etc.»—agregando—«las que existen, ó existieron, alcanzaron, alcanzan y alcanzarán siempre, mientras tal es-

(1) *Revista técnica de Infantería y Caballería.*—Año 1899, núm. 1.º al sucesivo.

tado de cosas subsista, vida efímera é ilusorio resultado, ante la indiferencia de los más, la hostilidad de no pocos y el diferente criterio ó capricho de los llamados á organizarlas é instruirlas.»

No creemos necesario emplear nuevos argumentos para demostrar plenamente la imposibilidad material de que nuestros regimientos de caballería puedan obtener telegrafistas como los que necesitarían en campaña, ya que siendo para ellos lo importante su arma, la mayoría del tiempo que el soldado permanezca en las filas la dedican y dedicarán siempre á su instrucción especial, sin que la telegrafía sea, por otra parte, de las que puedan aprenderse en temporada tan corta.

En nuestro concepto, lo importante para un telegrafista es su instrucción propia y peculiar, siendo accesorio que este soldado telegrafista vaya sentado en un carro, al lado del mulo ó á caballo, pues en este último caso su misión, como soldado de caballería, debe reducirse tan sólo á lo preciso para ser un mediano ginete y saber cuidar á su caballo, ya que nunca habrá de tomar parte en instrucciones y maniobras de su arma más que como tal telegrafista.

No es, pues, el camino que se sigue actualmente el más derecho para conseguir el obtener los telegrafistas que la caballería necesita, y puede asegurarse, sin temor á error, que por muy grande que fuese el interés de los jefes de cuerpo y de los oficiales de las secciones de obreros en lograr aquel fin, difícilmente lo conseguirían, si se tienen en cuenta las razones aducidas, el poco tiempo de permanencia en filas, el reclutamiento del personal de tropa del arma, y sobre todo que para ser un buen telegrafista, eléctrico ú óptico, son precisas especiales aptitudes y una instrucción teórica y práctica esmerada, que no pueden recibir los soldados de las secciones de obreros, que, aparte de ella, se quiere que posean la especial de zapador y alguna de pontonero, más la propia de su arma.

Si, pues, es imposible que en los regimientos adquieran los conocimientos telegráficos necesarios, y ya que en España no hay, como en el extranjero, escuela de telegrafía para la caballería, ¿qué soluciones pueden adoptarse actualmente para que los regimientos de dicha arma dispongan de telegrafistas capaces de cumplir á satisfacción su cometido en guerra ó en maniobras?

En nuestro concepto, la única aceptable es constituir en el batallón de Telégrafos una ó varias secciones de telegrafía ligera, de la cual podrían enviarse los telegrafistas necesarios en el momento oportuno á los regimientos de caballería, bien en tiempo de guerra, ó bien para maniobras, en las que desde luego deberían y podrían tomar parte. Si se estudia detenidamente el sistema propuesto, se verán desde luego las ventajas que para el Estado y buen servicio del arma ofrece, si se tiene en cuenta que el batallón de Telégrafos, por el reclutamiento del personal de tropa y por la constante instrucción teórica y práctica que recibe, puede ser considerado como una excelente escuela de telegrafía militar, que cuenta con todo el material necesario para la completa enseñanza, y nada más fácil que entre los muchos y buenos telegrafistas eléctricos y ópticos de que en todos los momentos dispone, poder escoger los que más á propósito sean para formar parte de las secciones de telegrafía ligera, cuya especial instrucción muy poco se diferenciaría de la que reciben hoy en el Batallón, ya que parte del material sería el mismo que el empleado en nuestras compañías eléctricas y óptica, y por lo tanto, corto el aprendizaje, siendo, además, indudable, que estando la sección ó secciones reunidas, se favorece notablemente la instrucción de conjunto.

No se nos alcanzan los inconvenientes que podrían resultar de la implantación en España de la solución propuesta para dotar á la caballería de secciones de telegrafía ligera, y creemos que con ello se beneficiaría el Estado y el buen servicio del arma, á la que se libraría así de su cometido, que no puede cumplir en la forma que la guerra moderna exige, á pesar del buen deseo y laudable celo de distinguidos jefes y oficiales.

FIN.

ÍNDICE.

OBRAS Y FOLLETOS DEL MISMO AUTOR.

De venta en la Librería de Fernando Fé, Carrera de San Jerónimo, Madrid.

	Pesetas.
Operaciones en Cavite durante el mando de los generales Blanco, Polavieja y Primo de Rivera (con 20 láminas).	5
Las campañas del Norte de Mindanao (con nueve láminas).	3
Ligera idea de las campañas sostenidas en Mindanao durante la dominación española.	1
El Municionamiento de la Infantería en el combate moderno..	2
Trabajos de campaña y herramientas de las tropas de Infantería.	1,50
La Telegrafía óptica en nuestras campañas contemporáneas..	1
Los campos de instrucción y de tiro en Alemania.. . .	1

ALMACENES PARA PÓLVORAS.

DATOS

SOBRE

ALMACENES PARA PÓLVORAS,

EXPLOSIVOS Y MUNICIONES DE GUERRA,

REUNIDOS POR EL COMANDANTE DE INGENIEROS

D. J. M. Y B.

MADRID

IMPRENTA DEL *MEMORIAL DE INGENIEROS*

—

1900

PRÓLOGO.

La chose la plus importante pour l'artillerie es d'avoir de la poudre toujours egale á élle même.

PAIXHANS.

TODAS las edificaciones cuyo objeto sea tener bien conservados los elementos ofensivos ó defensivos necesarios para mantener con gloria los intereses, las tradiciones, el honor de la patria, deben ser estudiadas con detenimiento y preparadas con anticipación, procurando que reunan condiciones para el fin á que se las destine.

Los Ingenieros militares, por su misión especial en los ejércitos, son los llamados á cumplimentarlo y así como sus estudios los dirigen á conseguir defender la vida de los compañeros, á darles comodidades construyendo fortificaciones, edificando cuarteles y hospitales, también se preocupan de los almacenes, sin los que serían inútiles cuantos gastos realizara una nación en adquirir elementos para estar preparada en caso de guerra, máxime siendo éstos tan numerosos, por la constitución de los ejércitos que las campañas modernas obligan á mantener.

En esta memoria expondremos tan sólo lo referente á los almacenes para pólvoras, municiones confeccionadas y substancias explosivas, no ocupándonos de los de aprovisionamiento de víveres y demás artículos que necesita el ejército, que si bien son tan útiles, no entran en los fines que nos

hemos propuesto, por más que algunos de los asuntos que tratemos podrán tener aplicación para aquellos.

Ya hemos indicado lo importante que es tener buenos almacenes, pero además deben ser numerosos, no sólo por serlo los ejércitos, sino teniendo en cuenta la corta duración de las guerras modernas, que obligan á conservar, preparadas en buen estado, mayor cantidad de municiones. Las armas de fuego actuales requieren, para que sus efectos sean los previstos, pólvoras de excelente calidad. La falta de buenos explosivos puede traer la derrota de un ejército al fallar en el momento preciso la voladura de un puente; es, pues, indudable la necesidad de que las naciones posean locales en número suficiente y en buenas condiciones para almacenar y conservar tan importantes elementos.

Por eso muchos artilleros é ingenieros, entre ellos los españoles, han dedicado su inteligencia al estudio de este asunto, proponiendo tipos nuevos ó modificaciones á los almacenes existentes.

Al decidirnos á escribir estos apuntes, que no otro nombre merecen, fué sólo nuestro ánimo reunir algo de lo mucho que se ha dicho y que está diseminado en las revistas técnicas para que otros, con más práctica en construir y mejor criterio, digan la última palabra en asunto tan importante á los intereses del país.

Los datos é ideas que aparecen en esta memoria no son propios, están tomados del Zastrow, Brialmont, Fallot, Cerero, Cazorla, Aparici, Barrios, Rubio, Torrenay, Sierra, Chalons, Lacroix, Rubió, *Revistas* belgas, *Aide memoire de l'Officier d'Artillerie* y *Memoriales* francés, español é italiano de los Cuerpos de Ingenieros y Artillería; á ellos podrán recurrir los que no encuentren claridad en lo que expongamos. Hemos tenido que hacer esta recolección de datos por no haber encontrado, fuera del libro del malogrado oficial de Ingenieros

D. Emilio Cazorla, ninguno que tratara el asunto, y la hemos hecho por creer útil á los compañeros darles coleccionado algo de lo aceptado por las distintas naciones, evitándoles este trabajo, ya que son tantos los que pesan sobre ellos, y facilitándoles el estudio de los proyectos dándoles á mano lo más conocido de lo publicado en estos últimos años.

El orden que seguiremos será: división de las distintas clases de almacenes, distribución y situación; pólvoras empleadas, sistemas de envase y conservación; reseña histórica y tipos reglamentarios; defensas para evitar las humedades, ventilación; detalles, pararrayos; prevenciones para los guarda-almacenes y, como terminación, los reglamentos vigentes sobre transportes y situación de edificios peligrosos.

Para mayor claridad haremos, al tratar de las pólvoras, un ligero estudio de lo referente á las causas que pueden producir su inutilización, dando noticias de los diversos empaques empleados, expresando su peso y dimensiones, como también los de los proyectiles. Igualmente daremos tablas de las dotaciones reglamentarias, por convenir su conocimiento al tener que determinar la capacidad de los almacenes.

Los detalles de puertas, ventanas, medios de iluminación y ventilación, pararrayos, aparatos para comprobar el estado de éstos y cuanto sea útil tener presente al formar un proyecto, procuramos tratarlo con suficiente extensión. La reseña histórica y progresiva de lo ejecutado en distintas épocas, la hacemos para que se tengan un cierto número de modelos que sirvan para refrescar las ideas y de los que se puedan tomar disposiciones, antecedentes y detalles; no siendo partidarios de reglamentar las construcciones, por creer que tienen que variar en forma, disposición y materiales con el sitio, clima y elementos que puedan aprovecharse, no daremos más que como ejemplo algún tipo.

El empleo tan grande que se hace de los explosivos, no sólo

para minas, sino para cargar proyectiles y el de las nuevas pólvoras sin humo, llamaron nuestra atención por si podría tenerse que pensar en cambiar los actuales almacenes por otros, no siendo iguales las condiciones de las pólvoras antiguas á las de los nuevos explosivos; creyendo, pues, necesario que el ejército tenga almacenes ó modifique los existentes para guardar, si no grandes cantidades, por lo menos las dotaciones reglamentarias de las tropas de Ingenieros, Artillería y Caballería, las que pudieran hacer falta al principio de una guerra, en los trabajos ordinarios de las plazas ó en los fuertes en construcción, y la cartuchería con la pólvora sin humo, presentamos los modelos admitidos en Francia y Bélgica.

Como final ponemos los reglamentos referentes á la colocación de estos edificios con respecto á los poblados y los relativos á transportes, por considerar de utilidad su conocimiento.

Es seguro que existen errores, efecto de la poca competencia en el asunto, y quizás algún desorden en el modo de exponer las materias; suplico á los compañeros los dispensen, corrijan las faltas ó lo malo que en estos apuntes encuentren, y no piensen que fué amor propio el que me impulsó á escribir, sino deseo de servir al Cuerpo, procurando hacer práctica la máxima de que ningún hombre debe pasar por el mundo sin haber intentado hacer algo que pueda ser útil á los demás.

CAPÍTULO PRIMERO.

Distintas clases de almacenes.—División, distribución y situación.—Artillería reglamentaria.—Dotación de las baterías.—Armas portátiles y dotación.

SEGÚN que el objeto sea guardar pólvora, proyectiles cargados ú ordinarios ó cartuchería, que sirvan para surtir una plaza de guerra, para las tropas de un cuerpo de ejército ó para conservar los productos de las fábricas, así es distinta la clasificación y nombre que se dá á los almacenes y diferentes su organización y distribución. Cada nación ha empleado para designarlos diversos títulos, llamándolos principales ó secundarios, de depósito ó de aprovisionamiento de paz ó de guerra, modelos grande y pequeño, de mano, diarios ó de consumo, adjetivos que en general no expresan su objeto y aunque esta cuestión de nombre no parece de importancia, la tiene para estos apuntes, pues facilita al desarrollarlos concretar las palabras que hemos de emplear, fijando el título de cada almacén de los que puedan necesitarse.

Los primeros que se presentan á nuestra vista son los que deben existir en las fábricas, ya sean de particulares, ya del Estado. Por su condición guardan sólo pólvoras, en grandes cantidades en unas épocas, en pequeñas en otras; pero sus entradas y salidas son frecuentes y requieren que sean los locales ámplios, con buena iluminación y ventilación, y sobre todo que su construcción no permita humedades y que sus medios de desecación sean rápidos, especialmente en aquellos climas propensos á las nieblas, pues en ellos no es posible esperar para abrirlos á épocas determinadas del año ni en días fijos, en evitación de las humedades que puedan venir del exterior.

Para no tener expuesto todo el material en caso de que ocurriera una

explosión, parece lo más práctico subdividirlos por clases de pólvora y colocarlos á bastante distancia de los edificios en que están los molinos y centros de manipulación, haciéndolos de construcción ligera, cubierta ordinaria sencilla y los almacenes situados en filas paralelas, separados unos de otros por traveses de tierra, pues así en caso de una voladura es probable que las pérdidas sean menores.

La pólvora de las fábricas sale destinada á las plazas de guerra y á los centros artilleros, bien para conservarla ó para confeccionar cartuchería, rellenar proyectiles ú otros artificios, que una vez hechos deben pasar á los almacenes correspondientes de los cuerpos de ejército, ó á los puntos fortificados donde se tienen las dotaciones para las tropas de activo, para maniobras, escuelas prácticas y las necesarias para municionar sus reservas en caso de guerra. Estos constituyen los depósitos, que necesitan ser suficientemente grandes para contener todos estos elementos, no siendo práctico resolver el problema con uno sólo; lo menos debe haber dos en cada sitio donde estén emplazados, dependiendo su número de las necesidades que tengan que cubrir.

Los franceses y los alemanes almacenan hasta 150.000 kilógramos, cantidad que quizás sea algo excesiva, y convenga reducir á 70 ú 80.000 kilógramos, con lo que teniendo tres ó cuatro en una plaza de primer orden podrán conservarse en tiempo paz las dotaciones de las tropas de la defensa, baterías de recinto y fuertes destacados, pues en el instante en que se prevea una guerra conviene trasladar á otros, de que después trataremos, el contenido de los de depósito.

No cabe duda que un almacén único sería más económico, pero no se puede exponer tan costoso material á que por descuido, por traición ó por cualquier otra circunstancia se produjera una voladura, hecho siempre temible por sus consecuencias materiales, pero mucho más si se dejaba á los defensores de la plaza reducidos á la impotencia por falta de municiones.

Además, si fuera necesario hacer modificaciones, composturas en su interior ó reparaciones en las cubiertas, pararrayos, etc., no se podrían efectuar estando llenos; sería preciso desalojarlos, y sólo teniendo otro donde guardarlas se podría hacer sin peligro.

Las condiciones de estos edificios permiten que no sean á prueba; con-

viene construirlos ligeros, pocas veces subterráneos (1), por lo que serán más económicos, fáciles de organizar y de evitar que su enemigo la humedad inutilice su contenido.

Conviene situarlos separados de los centros de población, evitando de este modo que en casos de incendio pueda propagarse el fuego y la alarma que su existencia produce. Fácil es realizarlo en los de los cuerpos de ejército; no tanto en las plazas de guerra. En éstas propone Fallot, aceptando lo hecho en Ostende, colocarlos en las explanadas interiores; creemos que si existen fuertes exteriores, entre éstos y el recinto podrán situarse, y si no los tiene pero hay obras destacadas, no habría gran inconveniente en situarlos en ellas, aprovechando aquellas á las que sea menos probable que se dirijan los primeros ataques.

Algunos ingenieros no admiten esta clase de almacenes en las plazas por creer que deben siempre estar preparadas como en el instante de un asedio y que al empezar son muchos los trabajos y preparativos que hay que hacer, grande el número de hombres que se necesitan para realizarlos é imposible, por tanto, distraer fuerzas en llevar á otros almacenes estos productos peligrosos.

En teoría parece verdad, pero militares como Brialmont, Fallot, Cazorla y otros demuestran que no es conveniente ni útil hacerlo así. Una guerra y sobre todo un sitio no se efectúa de improviso; necesita para realizarse un cierto tiempo, en el que la diplomacia trabaja, las naciones se preparan, y hasta que llega la declaración oficial de la guerra transcurren algunos días, suficientes para ponerse en estado de defensa; únicamente los puntos fortificados de las fronteras, por lo rápida que es hoy día la concentración de los ejércitos, es opinión bastante admitida que deben estar preparadas como si fueran á sufrir un sitio, y por consiguiente sus almacenes, de que luego trataremos, completos con sus dotaciones.

Sólo en casos de imprescindible necesidad debe obligarse á las poblaciones á vivir con sobresalto; cuando se pueda evitar es de justicia no producir molestias ni exponer la vida de los que mañana la han de

(1) Subterráneos sólo cumpliendo las condiciones que se indican en el capítulo IV.

dar para defender los intereses de su patria. Reclamaciones por la existencia de estos almacenes cerca del casco de las ciudades podríamos citar muchas, bastando con recordar las del vecindario de Cádiz, que por reiteradas instancias de su municipio consiguió que se desalojasen y logró en 1862 que se contruyesen dos fuera del recinto y á unos 2000 metros de éste para que no peligrasen ni las fortificaciones ni las casas, siendo los primeros que en España se han hecho aislados, de construcción ligera y con cubierta ordinaria.

Los almacenes de depósito son los encargados de surtir á otros de menor capacidad, cuyo objeto es alimentar á las baterías de las plazas y costas, á los fuertes y á las tropas en campaña y que podemos llamar de aprovisionamiento.

En los momentos críticos de una guerra no es conveniente que, al armar las reservas ó al organizar los parques que acompañan á las tropas en campaña, haya que esperar el envío de municiones de parajes quizás distantes de los en que se efectúa la movilización, lo que se evita, teniendo un almacén en cada uno de los centros principales de numerosa guarnición, de los que no sean capitales de los cuerpos de ejército. De este modo se adelanta la organización, se facilita la concentración y marchan las tropas á su destino con completa confianza, puesto que llevan consigo sus elementos de defensa.

En las plazas y fuertes destacados se llenan los almacenes de aprovisionamiento con el contenido de los de depósito y estando aquéllos al lado de los fuertes de ataque se evitarán peligros, mayores durante el fuego en que los proyectiles cierran todos los pasos. Al mismo tiempo se facilitará el servicio, como aconsejaba Vauban, quien por lo mismo proponía que fueran muchos los almacenes. La mayoría de los autores de fortificación indican como mejor colocar uno en cada frente, calculando su cabida por el número de baterías y tropas de línea que le corresponden y que el total de municiones de toda la plaza sirva para sostener la defensa por sí sola, por lo menos durante un período de seis meses. Los fuertes exteriores deben tener cada uno el suyo, en condiciones análogas á los del recinto. Algunos fuertes ingleses lo tienen de esta clase bajo el terraplén interior, comunicando por poternas con los particulares.

La situación de estos almacenes es variable: unas veces están aislados, otras adosados al terraplén ó bien bajo él, en los sitios próximos á poternas ó debajo de los traveses; lo más importante es que estén bien defendidos de los tiros del enemigo y desde luego á prueba de los mayores proyectiles de la artillería de sitio. Se construyen de uno y de dos pisos; Fallot opta por los últimos, por ser más económicos.

Aunque no es prudente, excepción hecha de las plazas fonterizas, tener durante la paz las dotaciones allí guardadas, tampoco es práctico desguarnecerlos por completo, sobre todo de proyectiles, los que se podrán conservar, estando descargados, en los almacenes más cercanos á las casas y emplear los más alejados para la cartuchería de instrucción, de artillería y fusilería. En cambio los fuertes destacados, sobre todo si son marítimos, deben estar al completo de su dotación, pues sus condiciones son en un todo análogas á las expuestas para las fronteras y aun más que aquéllas por el modo rápido de obrar de la marina de guerra.

Los almacenes de aprovisionamiento, que como ya hemos dicho son los encargados de abastecer las baterías, obras exteriores y tropas de la defensa, envían á éstas sus dotaciones para seis ú ocho días y para guardarlas cada batería tiene su almacén particular. Aunque conservan poco tiempo las pólvoras y cartuchería, necesitan bastante espacio y buenas condiciones, pues en ellos se reune no sólo el local para la pólvora, sino otros destinados á la carga de proyectiles, confección de cartuchos y los que diremos al marcar la distribución que deben tener; pero como el tiempo durante el que se han de usar no suele ser muy largo y las municiones son renovadas con frecuencia, no es probable que la humedad produzca sus efectos perniciosos tan rápidamente; de todos modos es preferible que estén secos. Como su uso es principalmente durante el fuego, necesitan ser ámplios para que el transporte y operaciones se hagan con facilidad y la poca tranquilidad del momento no cause barullo que produzca desgracias y mal servicio. No necesitamos decir que deben estar bien defendidos de los proyectiles enemigos y para ello cubiertos á prueba ó blindados. Las buenas comunicaciones subterráneas ó desenfiladas para llevar las cargas y proyectiles á las baterías, evitando que sean peligrosos los transportes, ya que por sí sólos lo son, sobre todo durante el día, es otra de las condiciones

á que se ha de atender. Salvo raros casos, durante la noche será cuando se traigan de los de aprovisionamiento las pólvoras y proyectiles necesarios á las baterías; de este modo no será fácil que un proyectil cause una voladura y sean muertos los encargados de este servicio; por esto y para reducir el personal empleado en el municionamiento fué por lo que se vió la necesidad de estos almacenes.

Al encargado de proyectar corresponde elejir el sitio en que han de ir colocados, pues caben una infinidad de soluciones, procurando siempre que estén bastante cerca de las baterías. Unas veces se sitúan bajo el terraplén, lo cual tiene la ventaja de facilitar las comunicaciones, dá más espacio alrededor de las obras y los deja mejor defendidos: se procura que sus puertas den á una poterna, que al mismo tiempo que sirve de galería de comunicación se pueda utilizar para resguardar á los encargados de su vigilancia. Otras veces, sobre todo en las baterías de costa, se sitúan en la gola. Por último, los traveses huecos pueden servir para el objeto y también se colocan bajo la esplanada, pero este sistema, que se emplea en el caso de no poderse por falta de sitio aprovechar otro, resulta malo y muy expuesto, pues su voladura, si llegara á ocurrir, no sólo afectaría al municionamiento, sino á las piezas, dando al enemigo el trabajo hecho.

Además de los almacenes que acabamos de indicar hay otros llamados repuestos de municiones, que sirven para asegurar á las piezas durante el fuego sus cartuchos y proyectiles. Estos repuestos tienen cabida para las municiones necesarias en un día de combate, y en ellos no se conservan más que elementos confeccionados. Durante la paz no se emplearán y por lo tanto las precauciones de ventilación tienen poca ó ninguna importancia; en cambio el temor á los proyectiles enemigos obliga á blindarlos.

Se suelen colocar bajo el parapeto ó en los traveses, de manera que cada uno sirva para dos piezas, si éstas son del mismo calibre, pues si fueran de distintos es imprescindible hacer uno para cada clase y en distinto paraje para evitar las equivocaciones que retrasarían el fuego. En este caso van, como hemos dicho, en el parapeto, facilitándose así el servicio.

En las baterías de sitio, aunque no se hacen de mampostería, para evitar el manejo de las pólvoras en la proximidad de las mismas, con-

viene que todas las operaciones de carga de cartuchos y proyectiles se hagan en los parques, y para que el servicio sea rápido, como suele ser preciso en algunos momentos, se establecen almacenes intermedios, que se llaman centrales, en los que se guardan las dotaciones para veinticuatro ó cuarenta y ocho horas. Se construyen en ondonadas del terreno, fuera de las vistas del enemigo, ó en forma de traveses huecos, cuyo interior está constituído por marcos de mina de primera clase y blindados con faginas, forradas las paredes con tablas lo mismo que el piso, que queda un poco elevado del suelo natural. Su distancia á las baterías es generalmente de 500 á 1000 metros.

Los repuestos en las baterías de esta clase son cajones ó barriles empotrados en el espaldón ó en los traveses, y algunas veces, raras, hechos con cestones y blindas ó usando marcos análogos á los empleados para las minas, y conocidos por *de combate.*

En los cuarteles se establecen pequeños edificios destinados á guardar el sobrante de la cartuchería de dotación de los de activo, más la correspondiente á los soldados que están con licencia ilimitada, y en los de artillería la mayor parte para que no quede en los armones, donde es un peligro constante; todo este material y el del fogueo se encierra en los locales llamados también *repuesto de municiones.*

La marina usa como almacenes de aprovisionamiento los que establece en tierra en los arsenales ó puertos militares, separados de los talleres. Su objeto y disposición son análogos á los de los que tiene el ejército. Sus almacenes de batería son los sitios especiales de los barcos, llamados *pañoles.*

Los almacenes de explosivos, por su gran exposición, se sitúan á gran distancia de los poblados, excepto en las plazas en el período de sitio, en que para las contraminas es importante tenerlos cerca, y entonces se aprovecha un local como los de pólvora para el objeto. En España no hay adoptado tipo reglamentario, pero así como en Francia tienen el pequeño para 120 á 130 kilos, y el grande cuando excede de estas cantidades, sería conveniente admitirlos aceptando la división que vamos haciendo, denominando los grandes de *depósito* y de *aprovisionamiento* los pequeños, con distribución y disposición análoga á los ya construídos por Francia y Bélgica.

De cuanto hemos expuesto, deducimos que podrían clasificarse los almacenes del modo siguiente:

1.° *Almacenes de depósito.* .	Los de las fábricas, plazas de guerra y cuerpos de ejército. . . .	Construcción y cubierta ordinaria.
2.° *Almacenes de aprovisionamiento.*	Centros de guarnición.	Construcción y cubierta ordinaria.
	Los de la Armada.. . .	
	Plazas de guerra. . . .	A prueba.
3.° *Almacenes particulares de batería.*		A prueba ó blindados.
4.° *Repuestos de pólvoras y municiones.*	De batería.	Blindados.
	Cuarteles.	Construcción y cubierta ordinaria.
	Escuelas prácticas.. . .	

Hemos excluído en absoluto los nombres tiempo de paz y de guerra que en España se han empleado, porque podría creerse que su nombre era debido al período en que se usan, y como todos, excepción de los depósitos de las plazas, pueden cumplir su objeto en cualquier época, y que el ser ó no á prueba es dependiente de la situación que tengan, por eso hemos adoptado la anterior división, que los clasifica según el fin que han de cumplir.

También es conveniente al nombrar los dos primeros grupos, añadirles el del objeto ú objetos que vayan á guardar, expresando si es pólvora sola, cartuchería ó proyectiles, para que el ingeniero encargado de proyectar haga la distribución con conocimiento de causa y en forma tal, que sea fácil la conservación y vigilancia, sin excluir la economía.

Determinada la nomenclatura, indiquemos la distribución que deben tener estos edificios según su fin y situación.

Conviene que los destinados al servicio de las fábricas sean amplios y de un sólo piso; el trasiego constante que la venta de los productos exige, obliga á facilitar el servicio, evitando escaleras ú otros medios que hagan pesadas las operaciones, aumentando en jornales los precios de las materias. El poco coste de los terrenos donde suelen estar instaladas, también permite esta mayor extensión, que además es necesaria

para quitar los peligros que la costumbre de manejarlos acarrea á los encargados de ellos.

En las fábricas sólo se conservan pólvoras ó explosivos, pero es conveniente la separación de las distintas clases que producen, dando á cada tipo un local aparte y éstos situados paralelamente y entre unos y otros traveses ó caballeros que sirvan para defenderlos en caso de explosión de cualquiera de ellos (fig. 1). Si en un mismo edificio se pusieran dos clases de pólvoras, deben estar separadas por tabiques y dar á cada local su antealmacén respectivo; no siendo las cubiertas muy resistentes, ellas sufrirían los efectos principales y evitarían la pérdida del contenido en los próximos. Todos los edificios deben tener su antealmacén, pues no sólo ayudará para las faenas de saca de material, sino que en él se tendrán las alpargatas y enseres necesarios de limpieza y podrá impedirse que haya desorden con la entrada de mucho personal en el interior del almacén.

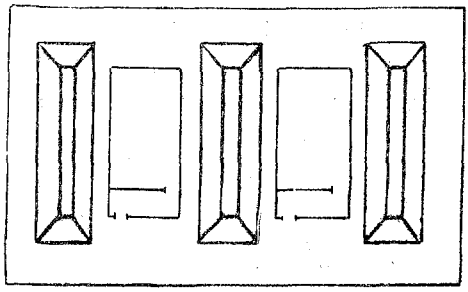


Fig. 1.

Por razones económicas pueden construirse de dos pisos los de las plazas y cuerpos de ejército, lo que no tendrá inconveniente en épocas normales, en que la entrada y salida de municiones se puede ejecutar con personal suficiente, bien vigilado, sin prisas y de tarde en tarde: en casos de guerra podrá haberlos, pero haciendo independiente el servicio de un piso de el del otro, con sus correspondientes antealmacenes, procurando no poner en uno mismo más que una clase de municiones, sean pólvoras, cartuchería ó proyectiles, y en caso de emplear un edificio para dos distintas de éstas, destinar el bajo para proyectiles y el alto para la otra clase. Unido á una rigurosa ordenanza y á que los empleados estén acostumbrados á cumplir su cometido, no serán inconvenientes estas disposiciones, quedando en absoluto prohibida la preparación de cartuchos, colocación de espoletas y demás operaciones, que siempre deben hacerse en edificios que estén aislados y hechos exclusivamente para el objeto.

Los que necesitan un estudio más detenido, por los varios locales que se reunen para la conservación de pólvora, proyectiles y cartuchería, son los de aprovisionamiento. En general se emplean edificios distintos y separados para cada clase de municiones, con lo que no hay duda que hay suficiente seguridad, pero es mucho más caro el procedimiento y se necesita más personal para su vigilancia, pudiendo evitar el desorden natural en casos en que se exija la rapidez de acción.

Son indispensables, uno para la pólvora, otro para proyectiles vacíos y otros dos para distribución y carga de cartuchería, si llegara el momento de faltar de ésta ya preparada.

A los de los cuerpos de ejército, hoy que para los cañones se suelen emplear cartuchos preparados con su proyectil, podría dárseles la forma de la figura 2, en que la planta de abanico resolvería el problema, pues aunque ocupe un poco más de sitio estarían defendidos unos de otros, la vigilancia se haría con menos personal y el aislamiento que dan los macizos de tierra facilitaría el blindarlos si llegara el caso de tenerlo que hacer y favorece el caso de una voladura, la que no tendrá acción sobre los demás edificios.

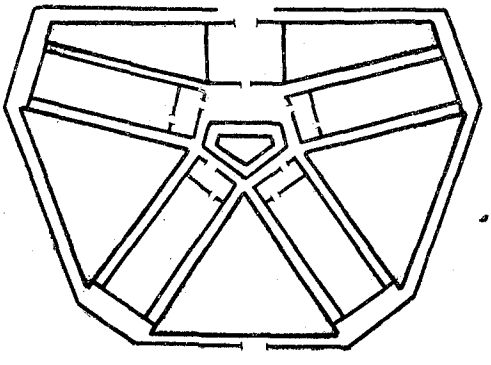


Fig. 2.

En las plazas de guerra con mucha más razón convendría aceptar este sistema, pues hechos á prueba y de tierra, todo el hueco central formaría un gran través que podría colocarse en los ángulos de las uniones de los frentes y facilitaría el servicio del suyo correspondiente, y si hubiera suficiente espacio, para los dos laterales, con lo que se obtendría alguna economía.

Abasteciéndose los almacenes particulares de los de aprovisionamiento y colocándose en los puntos que ya expusimos, conviene que haya fáciles comunicaciones entre ambos. Para cumplir su objeto nece-

sitan varios locales en los que se guarden y construyan (1) todas las municiones necesarias á una batería; su número y disposición son en España los determinados en la Real orden de 22 de noviembre de 1888, que si bien se refiere á las de costa puede aceptarse para los ordinarios de las plazas, pues iguales razones que para aquéllas pueden presentarse para éstas. La regla 6.ª dice así:

«Los almacenes particulares de cada batería deben situarse en su proximidad, ocultos á las vistas y fuegos del enemigo y en fácil comunicación con aquélla, que se hallará perfectamente desenfilada para que el servicio no se interrumpa durante el combate. Estos almacenes constarán de los siguientes locales, con la debida separación por calibres: *a*, almacenes de pólvora para la carga de proyección y explosiva; *b*, de proyectiles vacíos, tanto ordinarios como perforantes; *c*, taller de confección de cartuchos; *d*, taller para la carga de proyectiles; *e*, depósito para la distribución de cartuchos y proyectiles cargados á los repuestos de las piezas. La capacidad de cada uno de estos locales se calculará para contener la mitad de la dotación de municiones señalada en las circulares de 22 de abril y 27 de diciembre de 1887, dictadas por la Dirección de Artillería para el reconocimiento de proyectiles, en que se dispone cómo deben apilarse, teniendo en cuenta que los talleres deben ser ámplios para hacer las manipulaciones con desahogo.

«Cuando las piezas están dotadas de shrapnel es conveniente poner un local más y separado para esta clase de proyectiles.»

La distribución es variable, admitiendo muchas combinaciones según el espacio de que se disponga, situación que se le dé y orientación que se acepte, que unas veces es normal al terraplén y otras paralela; ambas tienen ventajas é inconvenientes, y al ingeniero le corresponde aceptar una ú otra colocación, según las circunstancias. Respecto á la distribución interior parece que lo más admitido es colocar á un lado ó en el fondo los proyectiles y al otro y al exterior las pólvoras y cartucherías,

(1) En la mayor parte de las naciones está adoptado el empleo de cartuchos; España tiende también á ello, con lo que se reduce el servicio y se conservan en mejores condiciones las pólvoras, entre ellos el C. Bc. 15 Cc., el O. Bc. 15 Cc. y el C. Ac. 8 c. Cc. Rf. los tienen ya.

separados estos grupos por un paso abovedado que sirva á los vigilantes de refugio y cámara de distribución.

Conviene, siempre que sea posible, colocar el taller y depósito de carga de cartuchos de modo que los operarios trabajen con buena luz natural, abriendo grandes ventanas al exterior, lo mejor resguardadas que sea posible con alambreras y murete de defensa á corta distancia, para evitar cualquier accidente.

«Los repuestos de municiones tendrán los siguientes departamentos:

»En las baterías: *a*, depósito de proyectiles cargados; *b*, depósito para cartuchos hechos; *c*, depósito de espoletas y estopines. La disposición ordinaria de los repuestos varía con la forma en diagonal, de flanco ó recta de los traveses. En los primeros es lo más común construir en el ángulo de gola cuatro bóvedas agrupadas; la del vértice sirve de vestíbulo, la del fondo para cartuchos y las dos laterales para proyectiles, espoletas y estopines. En esta forma de repuestos la comunicación con las explanadas tiene lugar al descubierto por la gola, bien á nivel, bien por rampas ó monta-cargas de pescante.» (Fig. 108).

«La organización más sencilla de los repuestos en los traveses de flanco consiste en disponer tres bóvedas paralelas, la central para entrada y depósito de espoletas y estopines y las laterales para proyectiles y cartuchos; estos locales, en esta clase de traveses, tienen naturalmente la ventaja de poder recibir luz directa y de que la comunicación con las explanadas es fácil y no exige más disposiciones especiales que las que corresponden al desnivel de los pisos.

«En los traveses rectos, como el sector peligroso es más extenso y hay necesidad de cubrir las desembocaduras de las comunicaciones de los repuestos con las explanadas, conviene adoptar otra distribución de locales; pueden, por ejemplo, construirse dos bóvedas en cruz, la paralela á la magistral, más estrecha, para comunicación, y la perpendicular, en sus dos brazos, para proyectiles y cartuchos, formando en la primera dos pequeños nichos para espoletas y estopines.»

La disposición francesa consiste en una sola bóveda, subdividida en dos locales con dos nichos laterales.

En los cuarteles, si son de infantería, basta con el repuesto propia-

mente dicho, formado de una sola habitación con su pequeño vestíbulo, que sirva para el reparto sin necesidad de que al interior penetre más persona que el ordenanza encargado del local. Los de caballería necesitan mayor espacio, pues aunque en España se haya hecho poco para dotar esta arma de cuantos elementos necesita para cumplir con su verdadera misión, está en el ánimo de todos el que deben usar y llevar explosivos; para ello necesitan local á propósito donde conservarlos y por consiguiente el depósito debe tener dos habitaciones y el vestíbulo. Los de artillería, dependiendo de lo que deban almacenar, tendrán el número de locales necesarios, que no será menor de cuatro, para que haya la debida separación entre proyectiles cargados, sin cargar, espoletas, etc. (Véase la Real orden circular de 3 de noviembre de 1888.) En los de ingenieros bastará con tres habitaciones para cartuchería, pólvoras y explosivos, pero creemos que, peligroso como es el manejo de estos materiales y ordenado por Real orden de 3 de mayo de 1888 que no se admitan en los polvorines de las plazas depósitos de dinamita, convendría sacarlos de los cuarteles, conservándolos en los polígonos de Escuelas prácticas, en donde podrían hacerse edificios pequeños, aislados y cada uno con un solo objeto.

Difícil es marcar la capacidad de los almacenes de un modo terminante, pues dependiendo de la cantidad y calidad de los artificios de guerra, de la constitución de los cuerpos de ejército, del número de defensores que se supongan á una plaza, de las baterías y piezas que tenga y del tiempo que se calcule que ha de durar la defensa, no es posible determinarlo en general; las juntas mixtas de Artillería é Ingenieros, al determinar el armamento y defensas de los puntos fortificados, son las llamadas á concretar los datos y en casos parciales la autoridad que ordene la construcción.

Brialmont, para los fuertes destacados, propone que sean: 300 tiros por mortero, 200 por pieza ligera, pieza de flanqueo y mortero portátil, 400 por cañón ú obús de grueso y mediano calibre, 1000 cartuchos por ametralladora, 500 por soldado de infantería. Para las baterías anexas 400 tiros por boca de fuego y para intermedios 300. Fallot calcula que son necesarios 5 á 6000 kilógramos de pólvora para el consumo de cinco bocas de fuego durante seis ú ocho días.

En España, para las baterías de costa, la circular de la Dirección general de Artillería de 22 de abril de 1887, ordena:

PIEZAS.	Cartuchos.	Proyectiles.		Shrapnels.	Botes de metralla.
		Ordinarios.	Perforantes.		
Cañón Krupp, de 30,5.	17	7	10	»	»
Ordóñez, de 30,5.	17	7	10	»	»
Krupp, de 26.	17	7	10	»	»
C. H. R. y S. de 24, mod. 1884.	25	10	15	»	»
Ordóñez, de 15.	35	15	10	7	3
Obús H. R. y S. de 21.	15	15	»	»	»
Obús Bc. de 21, mod. 1885. . . .	32	15	10	7	»

Para hacer fácil la misión del ingeniero damos algunos datos que podrán servir para determinar las capacidades de los almacenes:

Armas portátiles. . . Fusil Remington, modelo 1871.
Tercerola Remington, modelo 1871.
Mosquetón Remington, modelo 1874.
Fusil Maüser, modelo español, de 7 mm.

Dotación de cartuchos metálicos (Reglamento de municionar, de 28 de julio de 1895, *C. L.* núm. 128).

CUERPOS É INSTITUTOS.	Dotación por plaza armada.	DISTRIBUCIÓN.
	Remington	
Infantería é Institutos armados con fusil, excepto Guardia civil y Carabineros.	100	50 en el repuesto de municiones. 50 en poder del individuo.
Guardia civil y Carabineros de infantería.	100	Todos en poder del individuo.
Artillería é Ingenieros armados con mosquetón.	60	30 en poder del individuo. 30 en el repuesto.
Guardia civil y Carabineros de caballería.	100	Todos en su poder.
Caballería y plazas montadas de Artillería, armados con tercerola.	40	20 en poder del individuo. 20 en el repuesto.
	Maüser.	
Fusil.	150	Mitad en poder del soldado y la otra mitad en los repuestos del cuartel.
Tercerola.	60	

Los parques conservan además 300 cartuchos por plaza armada de fusil y 200 por tercerola ó mosquetón.

La existencia de municiones que debe haber en los parques para las armas portátiles será por lo menos igual á la dotación permanente que conservan los cuerpos en su poder, excepto Canarias, Baleares y Africa, donde es doble.

Para la instrucción de minas de las Academias de Artillería é Ingenieros la dotación de pólvora es respectivamente 1000 y 4000, y 3000 kilógramos la de cada unidad de ingenieros.

Por Real orden de 29 de agosto de 1889 *(C. L.* núm. 420) se aumenta en $^1/_5$ la dotación anual del batallón disciplinario de Melilla.

Artillería reglamentaria. (Real orden de 20 de abril de 1893, *C. L.* número 141).

De costa.	Cañón acero de 30,5, cargado por la culata (Krupp). Id. hierro entubado de 30,5 Cc. (Ordóñez). Id. Ac. de 26 Cc. (Krupp). Id. H. E. de 24, cargado por la culata (Ordóñez). Id. H. E. de 21 Cc. (id.). Id. H. E. de 15 Cc. (id.). Obús hierro sunchado de 30,5 Cc. (Ordóñez). Id. H. S. de 24 Cc. (id.). Id. H. S. de 21 Cc. (id.)
De sitio y plaza. . .	Cañón bronce comprimido, de 15 bc. (Verdes). Id. Bc. de 12 Cc. (sirve también para campaña). Obús Bc. de 21 Cc. Id. Bc. de 15 Cc. (Mata). Mortero Bc. de 21 Cc. (id.). Id. Bc. de 15 Cc. (id.). Id. Bc. de 9 Cc. (id.) (sirve también para campaña).
Campaña.	Cañón Bc. de 9 bc. Id. Ac. de 9 Cc. (Krupp). Id. Ac. de 8 Cc. (Sotomayor).
Montaña..	Cañón bronce comprimido de 8 Cc. Id. acero de 8 Cc. (Plasencia).

Las piezas que existen de otros modelos siguen formando parte del armamento mientras no haya de los reglamentarios para reemplazarlas, excepción de lo que determina la circular de la *C. L.* de 1889, núm. 36.

Dotaciones.—Artillería de costa.—Disparos.

	Granadas ordinarias en los repuestos.		Granadas perforantes en los repuestos.		Granadas de metralla en los repuestos.		Botes de metralla en los repuestos.	
	Generales.	De la pieza ó batería..	Generales.	De la pieza ó batería..	Generales.	De la pieza ó batería..	Generales.	De la pieza ó batería..
C. Ac. de 30,5, Krupp, Cc.	43	7	90	10	»	»	»	»
C. Ac. de 30,5, Armstrong.	43	7	90	10	»	»	»	»
C. Ac. de 26, Krupp, Cc.	43	7	90	10	»	»	»	»
C. Ac. de 25, Armstrong, Cc..	43	7	90	10	»	»	»	»
C. H. S. de 24 Cc., modelos 1881 y 84.	65	10	110	15	»	»	»	»
C. H. E. de 15 Cc., mod. 85, Ordóñez.	120	15	90	10	43	7	12	3
C. H. S. de 15.	120	15	90	10	43	7	12	3
O. Bc. de 21 Cc.	135	15	90	10	43	7	»	»
O. H. R. S. de 21, mod. 1870.	105	15	»	»	»	»	»	»

En las plazas de fuera de la Península se aumenta la dotación en un 50 por 100. Los repuestos de las piezas ó baterías contendrán del 10 al 15 por 100 de disparos de la dotación mínima ordinaria de cada pieza.

Los parques deben tener 100 disparos por cada una de las piezas de costa montadas ó con montaje.

De sitio y plaza.

	Granadas ordinarias.	Granadas de metralla.	Proyectiles perforantes ó botes de metralla. . .	Pólvora ordinaria y para cargas explosivas.	Espoletas de percusión.	Espoletas de hierro.	Estopines. . . .	Saquetes para cartuchos. . . .
C. Bc. de 12 Cc..	160	40	»	1500 k.	175	45	250	215
O. Bc. de 21 Cc. (Véase dotación de costas). .	»	»	»	»	»	»	»	»
O. Bc. de 15 Cc..	160	40	»	1300 k.	175	45	250	215
Mr. Bc. de 21 Cc. (No está determinada la dotación). . .	»	»	»	»	»	»	»	»
Mr. Bc. de 15 Cc..	72	36	»	525 k.	72	49	150	600
Mr. Bc. de 9 Cc.	De á 9 8	4	»	12 cargas con 370 gramos.	»	»	15	»

Las plazas fuertes deben tener en sus almacenes 100 disparos por cada una de las piezas, excepción de las dotaciones especiales determinadas por las juntas locales de defensa y aprobadas de Real orden. El parque de Madrid igualmente tendrá 100 disparos para cada una de las piezas existentes en el mismo, que pertenecen al tren de sitio.

De campaña.

	Granadas ordinarias. . .	Granadas de metralla. . .	Botes de metralla.	Pólvora. . .	Espoletas de percusión. .	Espoletas de tiempos. . . .	Estopines. .	Saquetes para cartuchos. .
				kg.				
C. Bc. de 9 cm. Cc.	54	45	4	159	58	50	132	8
C. Ac. de 9 Cc., Krupp. . .	92	56	4	159	2	2	228	8
C. Ac. de 8 Cc., Sotomayor.	60	61	4	64	2	2	180	6

Los repuestos de las piezas tendrán del 10 al 15 por 100 de disparos de la dotación mínima.

En los parques la existencia de municiones, por lo menos igual á la dotación permanente que conservan los cuerpos en su poder.

De montaña.

	Granadas ordinarias. . .	Granadas de metralla. . .	Botes de metralla.	Pólvora. . . .	Espoletas de percusión. .	Espoletas de tiempos. . .	Escopines. . .	Saquetes para cartuchos. . .
				kg.				
Cañón bronce comprimido de 8 Cc.	55	55	6	116	61	60	145	116
Cañón de Cc. de 8 Plasencia.	30	18	6	21,600	1	80	40	8

La dotación de las baterías á caballo es la de la circular de 5 de mayo de 1888.

La existencia de municiones para artillería montada y de montaña que debe haber en los parques de la Península, será, por lo menos, igual á la dotación permanente que conservan los cuerpos en su poder. Para el tiro de guerra corresponden 150 disparos por batería.

CAPÍTULO II.

Pólvoras y explosivos.—Causas productoras de su inutilización.—Condiciones que deben cumplir los almacenes.—Empaques.—Tipos reglamentarios.—Tablas de pesos.—Disposiciones para la colocación de cajas.

PARA hacer el estudio detallado de los almacenes, es preciso conocer todos los elementos que se han de guardar en ellos y circunstancias favorables á su conservación, para deducir los que deben cumplir los edificios ó envases que se empleen. Es natural que empecemos por decir las substancias explosivas principales que hoy se conocen, y los agentes que les son perjudiciales, para, evitándolos, conseguir que se conserven en buen estado de uso.

Una de las clasificaciones más aceptadas, los clasifica en los siguientes grupos: 1.°, pólvoras nitratadas; 2.°, id. cloratadas; 3.°, picratadas; 4.°, explosivos á base de nitrocelulosa; 5.°, id. á base de nitroglicerina; 6.°, idem con base de compuestos orgánicos nitrados, explosivos Sprengel, y 7.°, pólvoras y explosivos diversos.

Se conocen por pólvoras nitratadas las compuestas en el mayor número de casos por nitratos de sosa, potasa, amoniaco, etc., mezclados con carbón y azufre. Vulgarmente llevan los nombres de pólvoras de guerra, caza, mina, chocolate, Schwarz, pirolina, violeta, Volkman, Wicner, sulfurita y otras. Todas ellas, por estar formadas con carbón, que es eminentemente higroscópico, unido al salitre, que, si no es perfectamente puro, es, como todos los nitratos, delicuescente en más ó menos grado, permiten, al absorber el carbón la humedad atmosférica, que ésta disuelva el salitre y ocupe su lugar, propiedad que se hace más notada cuando se la obliga á sufrir mayores temperaturas. Esta acción del agua es la causa principal de su destrucción; el carbón y el salitre, al juntarlos, constitu-

yen una mezcla inflamable á no muchos grados de calor; lo ávido que es del oxígeno el azufre y la facilidad con que se desprende de él el salitre, son causas que pueden producir la inflamación expontánea al aumentar el calor. La temperatura de combustión de estas pólvoras es generalmente á los 270 grados centígrados.

Las cloratadas, cuyos tipos más conocidos son la pólvora blanca, Niser, Sarhp y Smith, Zaliwsky, pólvora gálica, papel explosivo, pólvora Siemens, asphalina, bengalina Zurpin, etc., están constituídas mezclando carbón ó prusiato amarillo, algunas veces azufre y otras nitrato de potasa, con la base, que es el clorato de potasa. Este es poco soluble en agua fría, pero lo es más con el calor, es muy higrométrico y se descompone fácilmente al elevar la temperatura, desprendiéndose del oxígeno. Sus mezclas son sensibles en alto grado á los choques y rozamientos.

De las sales formadas por el ácido pícrico, se constituyen las picratadas, que detonan violentamente cuando las calientan á 300 grados, pero necesitan, para que sus efectos sean completos, ir unidas á cuerpos oxidantes, como nitratos, cloratos, etc., que las comunican propiedades higroscópicas. Los principales tipos son la de Borlineto, Designolle, Brugere, Verde, Pirocoton, explosivos Turpin y melinita, que tienen, como las cloratadas, si bien disminuídos sus efectos, la facilidad de estallar por el roce ó choque.

En el cuarto grupo, las nitrocelulosas, están: el fulmicoton, la potentita, tonita, pólvora Schultze, piroxilada, explosivos sin humo de Abel y de Ville, formadas por la reacción de los ácidos nítrico ó sulfúrico sobre el algodón, papel, serrin y substancias fibrosas vegetales; suelen ser insolubles en el agua, y aunque la absorben, una vez desecadas adquieren de nuevo sus propiedades primitivas; en cambio la acción de los ácidos las descompone y produce su explosión, lo mismo que la luz solar y la elevación de temperatura cuando llega á 100 grados.

Los explosivos á base de nitroglicerina se clasifican en dos grupos: las dinamitas ó nobelitas constituyen la primera y las nitrogelatinas la segunda. Las primeras, compuestas de la base mezclada á substancias porosas no explosivas, tales como silicio, carbón, etc., y las segundas con

algodón-pólvora, serrín nitrificado, clorato de potasa ó pólvora ordinaria. La combinación de los ácidos sulfúrico y nítrico con la glicerina forma la nitroglicerina, compuesto insoluble en el agua, que se congela á 8° sobre cero, estado en que es menos sensible al choque. Calentándola lentamente se descompone con facilidad, se evapora y explota cuando alcanza 152°, empezando á desprender vapores nitrosos á los 100°.

Los productos de la unión de la nitroglicerina con cuerpos inertes no resisten la acción del aire, razón por la que suelen ir envueltos en papeles especiales apergaminados; tiene facilidad para separarse de la nitroglicerina, exudación que se verifica entre 20° y 25° y es debida á la propiedad que tienen las substancias inertes de absorber la humedad, la cual, al ser admitida desaloja la nitroglicerina, que es reemplazada por el agua en los poros.

La temperatura de explosión es 180°, pero á 100° se evapora en pequeñas cantidades que se pueden inflamar expontáneamente.

Los tipos principales son: dinamita de Vouges, grises, á la mica, fulgurita, Burstembender, grisontita, lithrofractor, Krels, explosivo Forler, Bendrok, balistita y muchas más que no consideramos necesario nombrar.

Está representada la segunda clase, ó las nitrogelatinas, por la dinamita Tranzl, dualina, sebastina, dinamita goma, vigorita, paleina y otras. Para su buena conservación necesitan que se les evite todo lo que pueda perjudicar á sus componentes y consiste en la humedad, choque ó rozamiento y congelación, que ocurre entre 1° y 4° y después de ella detonan con bastante facilidad. Algunos de estos tipos llevan en su mezcla alcanfor, con objeto de hacerlos menos sensibles al choque; hay que impedir que sufran temperaturas superiores á 40° á la cual se evaporan, hecho que ocurre igualmente cuando no se cubren con papel parafinado y quedan en contacto con el aire.

El sexto grupo, caracterizado por las mezclas formadas tratando por los ácidos sulfúrico y nítrico la masinita, el almidón, azúcar y los hidrocarburos nitrados entre sí y con nitratos, constituye los explosivos llamados nitromamita, nitrosacharosa, Javier, belita, carbonita, roburita, panclastita y secmita, que son en general higroscópicos y menos sensibles al choque, algunos poco estables y el último se descompone en presencia del agua ó bajo la acción de una temperatura superior á 22°.

Para el objeto de esta memoria nos basta con dividir los anteriores grupos en dos, uno comprensivo de las pólvoras propiamente dichas y otro de los explosivos, pues las nuevas pólvoras sin humo, que tanto se están generalizando, son, en la mayor parte de los tipos ensayados, del cuarto grupo de la división que hemos aceptado, pues la Nobel tiene por elementos nitroglicerina, algodón-pólvora y alcanfor, y la de Hengot paja azoada; la Schvaal, adoptada por Austria, algodón nitrato; la de Francia, algodón-pólvora con dósis bien determinada de ázoe disuelto en el éter acético, lo mismo que la de Congell con madera; la de Abel lleva nitrocelulosa y nitrato de amoniaco; la Maxim es análoga á la francesa, y la cordita, de aspecto de filamentos de cuerda, es una mezcla de nitroglicerina y algodón-pólvora.

De todo lo expueste se deduce que para que no sufran deterioro las distintas substancias explosivas es preciso que sus elementos sean defendidos de aquello que por sus cualidades pudiera inutilizar el compuesto ó formar otro nuevo de difícil conservación. Si recordamos que en todos ellos entran sales y ácidos y que éstos al reaccionar con el agua, de la que son muy afines, producen gran cantidad de calor, sobre todo el sulfúrico; que el nítrico se descompone por el calor y la luz, lo mismo que las sales y además por la electricidad, y que éstas son en general solubles al obrar sobre ellas el calor, tendremos determinadas las causas que son orígen de su inutilización y por consiguiente las condiciones que debe cumplir un almacén para la conservación de substancias explosivas. Según las opiniones más caracterizadas son las siguientes:

1.ª Evitar el exceso de humedad en el aire y procurar la menor cantidad en los muros y elementos constitutivos del edificio. La sequedad atmosférica no es tampoco conveniente; el aire, ávido como es del agua, tendería á robarla á las pólvoras y sobre todo á las ordinarias, y siendo ésta necesaria para su trabazón, las reduciría á polvorín, quitándoles sus efectos balísticos. Por eso Probert decía que la humedad de los almacenes debía ser de 45° á 55° del higrómetro de Saussure.

2.ª La temperatura debe ser lo más constante que se pueda y no pasar de 35°; algunas pólvoras pueden resistir mayores temperaturas, pero no siendo posible organizar almacenes para cada tipo de explosivo,

este término medio es conveniente á todos. Tampoco debe ser inferior á 8° para impedir la congelación.

3.ª Procúrese por todos los medios posibles impedir la entrada del exterior del fuego y de la luz solar directamente. Debe estar bien preservado de los agentes eléctricos, empleando un buen sistema de pararrayos.

4.ª Los almacenes colocados en el interior de las plazas ó que pueden estar expuestos á un bombardeo, deben hacerse á prueba de los proyectiles más potentes de los trenes de sitio. Cuando no estén en este caso, cubiertas lo más ligeras que sea posible, pero que tengan condiciones de incombustibilidad.

5.ª Un buen sistema de ventilación y medios de dar fácil salida á los gases en caso de explosión.

6.ª Distribución interior apropiada para que los trabajos y operaciones no puedan ocasionar voladuras, y exterior, para que en caso de que ocurriese se produzcan los menos daños posibles.

En uno de los siguientes capítulos haremos la descripción de los almacenes empleados hasta el día y medios usados para cumplir estas condiciones, pero antes es conveniente dar unas ideas sobre los embalajes empleados, dimensiones y pesos de ellos, por ser de utilidad estos datos al ingeniero que tenga que proyectar edificios de esta clase. Dos medios hay para conservar las substancias explosivas: buenos almacenes ó empaques. Cualquiera de los dos dará resultado, siempre que tenga las debidas condiciones. Hay partidarios del uno y del otro; los que lo son de el de empaques especiales preconizan como ventaja el que cualquier edificio podría servir para guardarlos, pero para ser verdaderamente útiles tienen que ser de elevado precio y hasta el día no parece que se haya encontrado uno que resuelva en absoluto el problema. Los partidarios de edificios propios, no sólo se fijan en la economía sino en la conveniencia de que no queden substancias tan peligrosas en contacto constante con las personas, que al acostumbrarse á su vista y perderles el miedo olvidarían las precauciones y con los descuidos las desgracias se harían frecuentes.

Es tal la importancia de conservar bien las municiones, no sólo por el dinero que representan, sino por los inconvenientes que podría traer

su inutilización en el momento de una guerra, que creemos que lo conveniente es el empleo de ambos sistemas á la vez y aunque pueda parecer caro, no es natural perder, por no gastar algo más en su conservación, las cuantiosas sumas que representa el material que necesitan las naciones para el momento de una campaña. Atendiendo á los partidarios del primer sistema, que consideran suficiente un buen envase, vamos á describir los hasta hoy ensayados.

En algunas partes antiguamente se colocaba bajo un tinglado en un estanque forrado de plomo, cuyo fondo inclinado iba á parar á una reguera que terminaba en una llave ancha y por ella se sacaba la pólvora cuando había que transportarla.

El emperador Napoleón III propuso y se ensayó el uso de sacos de tela fuerte embreada, que colocaba dentro de torres cuadradas ó circulares, pero resultaron caros y de poca duración, siendo la principal dificultad la operación de embrear bien los sacos, lo que no se consigue fácilmente, pues con temperaturas bajas se desprende la brea y con las altas se adhieren unos sacos á otros.

Brialmont en distintas épocas ha propuesto sistemas que pueden servir de base; entre otros citaremos los siguientes:

En el fondo de un depósito de palastro ó de mampostería cimentada se echa una capa de arena fina, seca y bien lavada; sobre ésta se colocan los barriles de pie al lado unos de otros, separados veinte centímetros de los bordes; se llenan los espacios de arena y encima otra capa como la primera; sobre ésta otra tanda de barriles y así sucesivamente las tongadas que quepan, y sobre el total una de $0^{m},30$, cerrando luego la parte superior con tablas ó planchas de palastro. De este modo las pólvoras ó municiones allí guardadas no están expuestas ni al fuego ni á la humedad, pues la arena pura no se impregna de agua más que lenta y superficialmente. Este sistema puede aplicarse sin grandes gastos á los almacenes existentes que no reunan condiciones y, como dice su autor, no es fácil encontrar otra substancia que sea más barata, que se halle en todas partes, menos higrométrica, más incombustible y que rellene mejor que la arena. Este procedimiento fué aceptado por muchos artilleros extranjeros.

Otro de los sistemas propuestos por el general belga, consiste en

silos de palastro fijos en los subterráneos, formados por tambores circulares de 2 metros de diámetro y $4^m,50$ de longitud, cerrados por un lado con tapadera del mismo metal, bien sujeta con mastic de hierro, y el otro en un tronco de cono con un grifo de cobre. El interior de las paredes está pintado con alquitrán ó varias capas de plombagina. Como se comprende, sólo sirve para pólvora á granel; es una modificación mejor entendida del primero que hemos explicado, con la que se evita la inutilización de la pólvora por contacto con los metales, que como demostró muy bien el capitán de artillería de la armada Sr. Clavijo, constituye una pila seca, que es origen en algunos casos de explosión y en todos de destrucción del explosivo; lo mismo ocurre con las dinamitas en su contacto con el zinc y en los envases de cobre y cartuchería, siendo por eso necesario separarlos de los metales por medio de pinturas al óleo, papeles especiales ó barnices resinosos.

El último modelo del general Brialmont es el representado en las figuras 3, 4 y 5; consiste en un barril de plancha de zinc de $0^m,00104$ de

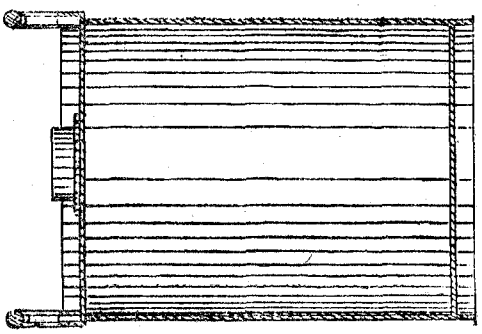


Fig. 3.

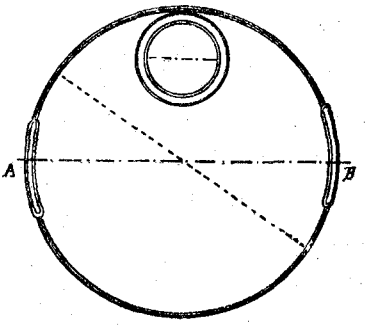


Fig. 4.

grueso, de forma cúbica, cuyas aristas miden $0^m,455 \times 0^m,400 \times \times 0^m,400$, ó cilíndrica, de diámetro $4^m,000$ y altura $0^m,500$, que cree se adapta mejor á su manejo y almacenaje.

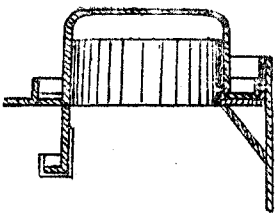


Fig. 5.

Para llenarlo ó desocuparlo tiene una boquilla de $0^m,100$ de diámetro, efectuándose el cierre por medio de una cápsula ó casquillo de plomo que se enchufa en la boquilla,

encajando por la parte interior en una ranura anular que forma cuerpo con aquéllas; el casquete se coloca con una masilla ó betún especial, y el interior del envase está pintado con dos manos al óleo de blanco de zinc y forrado con papel alquitranado.

Mr. Ritter ha propuesto otros también de zinc análogos á los de Brialmont, diferenciándose en que el cierre se hace por medio de una tapadera que se atornilla á un anillo de cobre y que comprime otro de caoutchouc. Este sistema, bueno para las pólvoras en servicio que no tengan que conservarse en ellos más de tres años, no lo es para las que se están muchos años dentro del envase, pues los filetes del tornillo de la tapadera se agarran de tal modo que se hace difícil y peligrosa su apertura. Este sistema es el empleado por Krupp para las pólvoras que usa en el polígono de Meppen y el aceptado como reglamentario en España para el servicio de las baterías de costa por la Real orden circular de 27 de mayo de 1891.

Cada nación tiene sus empaques reglamentarios, y aunque no se ha dicho la última palabra en asunto tan importante, se va generalizando la idea de que sean de cierre hermético y metálicos como los que usa la marina, pero su elevado coste y mucho peso no han permitido decidirse á aceptarlos, esperando que el tiempo resolverá el problema.

La necesidad de llevar las pólvoras en los armones para el servicio de campaña, sujetas á las inclemencias del tiempo y muchas veces mal acondicionadas y el no poseer almacenes perfectos, obligan á seguir estudiando los sistemas de empaques para tenerlos de buenas condiciones.

En Francia se emplean barriles ó cajas de 50, 55 ó 60 kilógramos, según la densidad de la pólvora, forrados con una envuelta de madera que llaman *chapes*.

Los barriles son de encina y reforzados con aros de castaño; tienen el interior de $0^m,63$ largo y $0^m,42$ de diámetro y el exterior $0^m,75$ y $0^m,48$. Las cajas de madera de 50 kilógramos son rectangulares, de álamo ó pino, clavadas con puntas de latón; sobre ellas, recubriéndolas, hay una envuelta de zinc de $0^m,0008$ de espesor clavada y soldada. Para meter y sacar la pólvora tienen una abertura rectangular, que se cierra con un tapón de madera forrado de zinc, provisto de un agarrador, y se sujeta á la caja con tornillo; para hacerlo lo más hermético posible se interpone un trozo

de fieltro y se cierran las juntas con mastic. El conjunto va metido en otra caja de madera, cuyas dimensiones son $0^m,40 \times 0^m,40 \times 0^m,80$, y de peso total, sin contar la pólvora, 30 kilógramos.

La pólvora de mina va metida en sacos de tela y éstos dentro de barriles ordinarios. La de caza, en botes de hoja de lata y varios de éstos en caja de madera. La marina emplea únicamente cajas de cobre con cierre circular hermético.

Para el transporte por mar los colocan dentro de otra de madera, sujetando ambas con tornillos de cobre.

El algodón-pólvora se guarda en estuches de latón, de $0^m,121 \times \times 0^m,0422 \times 0^m,0222$ y varios de éstos en una caja de madera. La dinamita, en cartuchos cilíndricos que contienen 100 gramos, formados con una hoja de papel y otra de estaño, íntimamente unidas por la acción del laminador; cada 25 cartuchos están metidos en cajitas de madera y diez paquetes en otra mayor, igualmente de madera, de $0^m,50 \times 0^m,43 \times 0^m,27$. Las disposiciones adoptadas para la cartuchería y proyectiles pueden verse con todo detalle en el capítulo 8.° del *Aide memoire des Officiers d'Artillerie* francés.

Alemania pone la pólvora en grano en sacos de cuero y éstos en barriles de madera ó cajas cúbicas de cobre de $0^m,40$ de lado y cierre hermético, con cabida para 50 kilógramos, que son los ensayados en parajes húmedos como Magdebourg, Wesel y Strasburg. La prismática en cajas de madera forradas de fieltro interiormente, colocando los discos por capas regulares, empezando por las caras menores y entre unas y otras trozos de fieltro.

Los explosivos se embalan en todas partes en igual forma; por eso no nos ocuparemos de ellos, y únicamente al tratar de España diremos el usado por las principales fábricas nacionales. En Italia, cuando temen la acción de la humedad, los colocan en sacos impermeables de tela color habana, separados por capas de goma elástica natural; la boca del saco está cerrada por un trozo tronco-cónico de goma elástica vulcanizada. También emplean el tipo Ritter.

En Inglaterra, aunque parece que van tendiendo al empleo de cajas, lo reglamentario es barriles de encina de Quebec, con cuatro aros de cobre y los demás de castaño, en los que caben 50 kilógramos; la pólvora,

dentro de sacos de franela. Para el transporte emplean otros de menores dimensiones, generalmente la mitad, que forran de tela, metiendo todo ello en cilindros de palastro. No describimos los modelos usados en Austria y otras naciones, por ser variaciones poco diferentes de los tipos expuestos.

España tiende, y es reglamentario, al empaque metálico; pero usándose todavía de madera y siendo conveniente al que ha de proyectar un almacén conocer lo existente, expondremos los modelos que conocemos.

		Mínimo.	Máximo.	Peso total
		Milímetros	*Milímetros*	*Kilógrams.*
Para cartuchos Remington, empaque de madera..	Longitud interior. . .	692	695	»
	Latitud id..	153	156	40
	Profundidad id.	170	175	50
	Espesor de la madera.	17,5	18	»

Empaques de cartuchos de fusil.

En paquetes de cartón de á 10 cartuchos, en un cajón con 100 paquetes.

Dimensiones: 206 × 0,732 × 0,193; peso vacío, 5,3 kilógramos.

Lleno de cartuchos de fusil, 48,5 kilógramos.

Lleno de cartuchos de tercerola, 47,5 kilógramos.

	DIMENSIONES EXTERIORES DE LA CAJA.		Peso total con 1500 cartuchos
		Milímetros	*Kilógrams.*
Para cartuchos Mauser: el empaque de cartuchos va forrado de zinc; cada caja contiene 1500 cartuchos, 10 paquetes, con tres cargadores de á 5 cartuchos uno.	Longitud.	470	»
	Anchura..	350	50
	Altura.	250	»
	Grueso de las maderas..	20	»

		Madera.	Zinc.	Peso total	Cabida.
		Milímetros.	*Milímetros.*	*Kilógrams.*	*Kilógrams.*
Empaque metálico, modelo 1883, para pólvora granular.. . . .	Longitud del cajón.	790	610	»	»
	Altura de los costados..	298	250	19	40
	Anchura.	310	250		
	Espesor.	20	»	»	»

		Madera.	Zinc.	Peso total	Cabida.
		Milímetros.	*Milímetros.*	*Kilógrams.*	*Kilógrams.*
Empaque metálico, modelo 1886, para pólvora prismática. . . .	Longitud del cajón.	784	725	»	»
	Anchura del id. . .	430	358	20,800	50
	Altura.	218	152	»	»

		Dimensiones.	Peso.	Cabida.
		Milímetros	*Kilógrams.*	*Kilógrams.*
Empaque y guardafuegos, modelo 1891, para pólvora granular (baterías de costa, modelo Ritter).. . . .	Altura..	650	»	»
	Diámetro exterior. . .	390	»	»
	Id. de la boca.	150	18	50
	Altura, hueco interior.	570	»	»
	Diámetro interior. . .	350	»	»

		Exterior.	Interior.	Peso.	Cabida.
		Milímetros.	*Milímetros.*	*Kilógrams.*	*Kilógrams.*
Empaque doble de madera para pólvora prismática..	Longitud interior..	950	910	»	»
	Anchura id.	330	250	26,5	50
	Altura id..	220	184		
	Espesor..	20	20	»	»

		Dimensiones.	Peso.	Cabida.
		Milímetros	*Kilógrams.*	*Kilógrams.*
Cajones de madera con cierre de corredera. .	Longitud.	800	»	»
	Anchura.	255 á 260	20	50
	Altura..	255 á 260		
	Espesor.	20	»	»

La marina española usa las jarras (figuras 6 y 7) de cobre, de forma rectangular, con boca de bronce que cierra una tapa del mismo metal. Los modelos reglamentarios son tres: antiguo, inglés y modelo 1883.

El antiguo tiene su boca tangente á los dos lados mayores y el cierre se hace por medio de una palanca giratoria en su centro, cuyos dos bra-

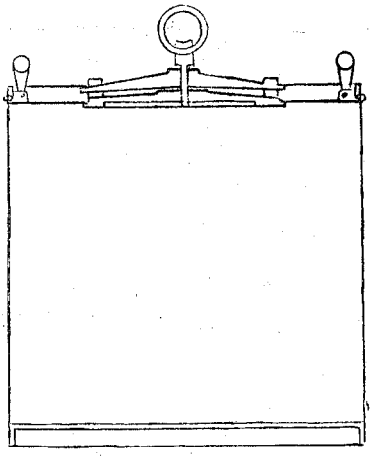


Fig. 6.

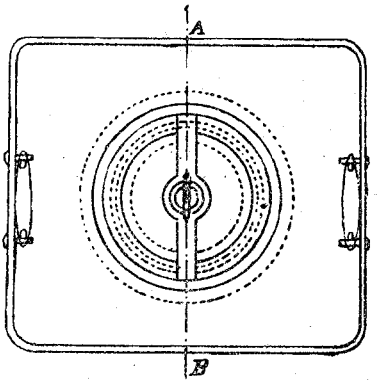


Fig. 7.

zos entran en igual número de orejetas; fijas al asiento de aquéllas. Un tornillo central con anillo en la cabeza sirve de eje á dicha palanca, para que sus extremos tomen las orejetas y compriman la tapa contra la rondela, de goma ó cuero, que rodea la boca y sirve de frisa al cierre. Para manejarlas llevan dos asas de latón, giratorias para abatirlas sobre las caras.

En el modelo inglés las caras son onduladas, la tapa va unida á la palanca, que no tiene más que una oreja, y la cabeza del tornillo central es un dado, que sirve para apretar ó aflojar la tapa.

En el nuevo de 1883 hay dos clases distintas de jarras, unas prismáticas rectangulares y otras cilíndricas: las primeras tienen la boca en la parte inferior del frente en que está abierta, la tapa es giratoria y la palanca de ajuste se ha substituído con una cruceta de tres brazos, cuyos extremos entran en orejetas colocadas alrededor de la boca; la cruceta tiene limitado su juego por un tope que sólo le permite el necesario para que se zafe y pueda girar la tapa sobre la charnela. Lleva un tornillo que produce el mismo efecto que el dado de las inglesas; las cilíndricas son de cierre semejante, pero la cruceta es de cuatro brazos y la tapa no gira, y en el fondo llevan otra boca de menor diámetro que cubre á tornillo una tapa con cuatro cabidades cilíndricas exteriores, que sirven para ponerlas ó quitarlas de su sitio marcando unos topes cuando está libre de la tuerca.

El estado adjunto (páginas 40 y 41) da casi todas las dimensiones y detalles en uso de la artillería de la armada, además de los siguientes:

		Dimensiones interiores. — *Milímetros.*
Cañones de 37 mm. de tiro rápido.	500 cargas.	610 longitud. 360 anchura. 220 altura.
Pólvora prismática parda con forro de zinc interior.	50 kilógramos.	507 longitud. 212 altura. 372 anchura.

El espesor de maderas, 30 milímetros.

Pólvora ordinaria de fusil.	25 kilógramos en un saco.	600 longitud. 190 altura. 320 anchura.
Cañón de 57 mm. de tiro rápido..	50 cargas de granada ó 60 de metralla. . .	585 longitud. 260 altura. 293 anchura.
Cañón de 42 mm. de tiro rápido..	100 cargas de granada ó 120 de metralla.	420 longitud. 230 altura. 420 anchura.

La dinamita y explosivos se adquieren de las fábricas particulares establecidas en varios puntos de España; vienen embalados en paquetes de 10 cartuchos y éstos en cajas de madera, cerradas con clavijas del mismo material, en el que van unos 25 paquetes de á kilógramo.

Las de la fábrica la Vasco-Andaluza (Bonanza, Cádiz), son: (1)

	Dimensiones. — *Centímetros.*
El peso bruto, 32,50 kilógramos; neto, 25 kilógramos.. .	43 longitud. 30 anchura. 25 altura.

Sociedad anónima española Nobel (Galdacano, Bilbao):

(A) Peso bruto, 4,80 kilógramos; neto 25 kilógramos. .	49 longitud. 30 anchura. 26 altura.

(1) Los cartuchos tienen 27 milímetros de diámetro, hechos con papel parafinado, cada 10 envueltos en papel ordinario y dentro de una caja de madera los 25 paquetes.

ESTADO indicativo de las diferentes clases de cajas para envases de pólvora, artificios y otros efectos para uso de la Artilleria, con expresión de sus marcas, pinturas, dimensiones, etc.

DESIGNACIÓN DE LOS ENVASES.	Cañón de 32 cm.							Cañón de 28 cm.							Cañón de 24 cm.						
	Pintura.	Marcas.	N.º de proyectiles, saquetes ó artificios.	Largo... Mm.	Ancho... Mm.	Altura... Mm.	Peso... Kilos	Pintura	Marcas.	N.º de proyectiles, saquetes ó artificios.	Largo... Mm.	Ancho... Mm.	Altura... Mm.	Peso... Kg.	Pintura	Marcas.	N.º de proyectiles, saquetes ó artificios.	Largo... Mm.	Ancho... Mm.	Altura... Mm.	Peso... Kg.
Jarras de cobre	Blanca; las iniciales negra.	32 cm. M ó O	1	0416	0416	1160	43'5	»	»	1	370	370	1000	35	Blanca; las iniciales negra.	24 cm. V.	2	587	356	957	39
	Cañón de 20 cm.							**Cañón de 16 cm.**							**Cañón de 12 cm.**						
Idem de id.	»	»	4	»	»	»	»	Blanca; inicial.s negra.	16 cm. 83 O. ó R.	6	551	360	687	29	Blanca; inicial.s negra.	12 cm. 83 núm. 102	15	711	420	527	29,5
Cajas de madera para B. G.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Negra	B.G.12cm.	1	175	175	500	3,2
Idem de id. para G. O.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Id.	G.O.12cm.	1	175	175	540	3,5
Idem de id. para G. S.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Id.	G.S.12cm.	1	Id.	Id.	Id.	Id.
	Cañón de 12 cm. del 79.							**Cañón de 9 cm. del 79.**							**Cañón de 7 cm. del 79.**						
Jarras de cobre	Blanca; iniciales negra.	12 cm. 79 V.	27	485	430	565	31	Blanca; inicial.s negra.	9 cm. V.	15	395	335	555	22	Blanca; inicial.s negra.	7 cm. V.	El cargo	305	265	485	12
Cajas de madera para G. O.	Negra	G. O. 12 cm. del 79	1	170	170	435	3	Negra	G. O. 9 cm.	10	585	245	330	7,8	Negra	G. O. 7 cm.	10	490	220	255	6,1
Idem de id. para G. S.	Id.	G. S. 12 cm. del 79	1	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	G. S. 9 cm.	10	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	G. S. 7 cm.	10	Id.	Id.	Id.	Id.
Idem de id. para B. M.	Id.	B. M. 12 cm.	1	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	B. M. 9 cm.	10	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	B. M. 7 cm.	10	Id.	Id.	Id.	Id.
	Cañón Hotchkiss de 57 mm.							**Cañón Nordenfelt de 57 mm.**							**Cañón Nordenfelt de 42 mm.**						
Cajas de madera	Negra	C. H. 57 mm. A C. H. 57 mm. F C. H. 57 mm. M	11	470	296	595	12,5	Negra	C. N. 57 mm. A C. N. 57 mm. F C. N. 57 mm. M	11	470	296	595	12,5	Negra	C. N. 42 mm. A C. N. 42 mm. F C. N. 42 mm. M	16	485	275	447	10,45
	Cañón Hotchkiss de 37 mm.							**Ametralladora Nordenfelt de 25 mm.**							**Ametrallad.a Nordenfelt de 11 mm.**						
Idem de id.	Negra	C. H. 37 mm. A C. H. 37 mm. F	60	615	358	233	14,5	Negra	A. de 25 mm. A A. de 25 mm. P A. de 25 mm. F	96	550	215	185	6,8	Negra	A. de 11 mm. A A. de 11 mm. P	1000	747	212	212	5,8
Idem de hierro	Id.	Id.	60	566	290	185	10														

	Cartuchos de carabina con bala.							**Cartuchos de carabina sin bala.**							**Cartuchos de rewolvers.**				
Idem de madera.....	Negra	Cartucho con bala	1000	747	212	212	5,8	Negra	Cartucho sin bala	1000	747	212	212	5,8	Negra	Cartucho de revolver	1000	455	275	320	3,7
	Espoleta de concusión y tiempo núm. 3.							**Espoleta de concusión y tiempo núm. 2.**							**Espaleta de concusión y tiempo núm. 1.**				
Idem de id.....	Negra	E. C. y T. núm. 3	36	420	420	130	4	Negra	E. C. y T. núm. 2	36	405	405	120	3,8	Negra	E. C. y T. núm. 1	36	390	390	110	3
	Cabezas porta-cebo núm. 3.							**Cabezas porta-cebo núm. 2.**							**Cabezas porta-cebo núm. 1.**				
Idem de id.....	Negra	C. porta-cebo n.º 3	36	304	234	95	2	Negra	C. porta-cebo n.º 2	36	304	234	95	2	Negra	C. porta-cebo n.º 1	36	237	168	60	0,9
	Espoleta de percusión.							**Espoleta de concusión.**							**Estopines obturadores n.º 1 y 2.**				
Idem de id.....	Negra	E. de P.	36	340	340	155	3,92	Negra	E. de C.	36	390	390	90	3	Negra	E. O. n.º 1 y 2	»	355	285	130	4
	Cohetes de señales.							**Luces de bengala.**							**Luces Holmes.**				
Idem de id.....	Negra	Cohetes de señales	20	325	220	375	5,2	Negra	Luces de bengala	20	442	403	130	7	Negra	Luces Holmes	5	295	337	337	8
	Para 20 cartuchos tubos y accesorios de 37 mm.							**Para piezas sueltas de ametralladora de 25 mm.**							**Para piezas y accesorios de la ametralladora cañón de 37 mm.**				
Idem de id.....	Barniz ó aceite	De fábrica	»	360	320	205	6	Barniz ó aceite	De fábrica	»	384	215	110	2,3	Barniz ó aceite	De fábrica	»	940	580	240	25
	Para piezas y accesorios de cañón de 57 mm. Nordenfelt.							**Para piezas y accesorios de cañón de 42 mm. Nordenfelt.**							**Para efectos de limpieza y desarme de montajes de 57 Nordenf.**				
Idem de id.....	Barniz ó aceite	De fábrica	»	700	400	115	11,4	Barniz ó aceite	De fábrica	»	490	410	115	8	Barniz ó aceite	De fábrica	»	495	200	150	4,5
	Para efectos de limpieza y desarme de montaje de 42 mm. Nordenfelt.							**Para tubos de ejercicios de cañón de 57 mm. Nordenfelt.**							**Para tubos de ejercicios de cañón de 42 mm. Nordenfelt.**				
Idem de id.....	Barniz ó aceite	De fábrica	»	455	295	115	3,5	Barniz ó aceite	De fábrica	»	1016	286	150	14	Barniz ó aceite	De fábrica	»	940	260	145	13,5

Siendo conveniente, al determinar la capacidad de los almacenes, conocer las dimensiones de los empaques de los proyectiles y peso de ellos para el cálculo de los pisos, damos á continuación las siguientes tablas:

	Dimensiones.
(A) Nitramita. Peso neto 15 kilógramos.	0,325 0,275 0,460
Gelatina goma. Peso neto 25 kilógramos.	0,330 0,480 0,275

CAJAS PARA PROYECTILES.	Número.	Altura. — *mm.*	Longitud. — *mm.*	Anchura. — *mm.*	Peso. — *kg.*
Granadas de 8 cm. de envuelta á doble pared.	12	0,240 0,255	0,592	0,230	47
Granadas de 8 cm. para el C. Ac. Rf.	10 12	0,240	0,560	0,230	49 57
Granadas de 9, doble pared.	10	0,260	0,570	0,260	64
Granadas modelo 1878.	10	0,250	0,560	0,235	65
Granadas de envuelta, de á 10.	10	0,270	0,570	0,250	90
Granadas de á 15, empaque alemán. .	3	0,240	0,660	0,430	90
Granadas de á 14 (va envuelto cada uno en su cesto de mimbre).	»	»	»	»	»
Granadas de 21, de envuelta.	2	0,300	0,560	0,300	102
Granadas de metralla de á 9.	10	0,240	0,560	0,225	64
Granadas de metralla de á 8, empaque alemán.	15	0,215	0,520	0,363	78
Granadas de tetones de á 8 (empaque de esqueleto).	10	»	»	»	»
Granadas de á 12, id.	5	»	»	»	»
Granadas de á 16, id.	2	»	»	»	»
Granadas de á 21, id.	2	»	»	»	»
Botes de metralla de 8 cm.	10	0,290	0,600	0,235	7
Espoletas de tiempo, modelo 1874. . .	50	0,085	0,965	0,378	29
Espoletas de tiempo, modelo 1880. . .	»	0,290	1,540	0,510	147
Espoletas de percusión (variable con el número).	»	»	»	»	»

Tabla del peso de cada proyectil.

	Kilos.		Kilos.
Cartuchos Remington de 11 milímetros, caja.	48,05	Botes de metralla para cañón de 15.	18
Cartuchos Mauser de 7 milímetros, caja.	24,30	Idem de 13..	12
Cartuchos Remington-tercerola..	47,05	Idem de 12, liso..	10
Balas de 28 de acero.. . . .	84	Idem de 12, rayado.. . . .	6
Idem de 28 de hierro. . . .	78	Idem de 10, liso..	5,5
Idem de 15 de id..	11,84	Idem de 10, rayado.. . . .	8
Idem de 13 de id..	7,82	Idem de 9.	5,75
Idem de 12 de id..	5,98	Cañón bronce rayado de 8.	3,45
Idem de 10 de id..	3,79	Idem de acero de 8 Cc. . .	3,34
Idem de 8 de id..	1,84	Granadas esféricas de 21..	21,16
Bomba de 32..	72	Idem de 16..	11,64
Idem de 27.	46	Idem de 15..	7,82
Idem de 24.	32	Idem de 12..	4
Botes de metralla para obús de 21.	35	Granada de tetones de 21, larga..	95
Idem de 16.	18	Granada de tetones de 21, corta..	75
Idem de 15.	12	Idem de 16..	26,50
Idem de 12.	7	Idem de 12..	10,35
Granada de envuelta de 21.	76,8	Idem de 8.	3,91
Idem de aros de 15..	26,4	Granada de 8, modelo 1873.	3,340
Idem de envuelta de 14. . .	17,88	Idem de 8, modelo 1875. .	3,600
Idem de id. de 10..	8	Idem de 8, modelo 1878. .	3,528
Idem de 9, modelo 1878.. .	5,940	Idem de 8, modelo 1879. .	4,900
Idem de 8, modelo 1868.. .	4,080	Granada de metralla de 9..	6
		Idem de 8.	4,29

Tanto la pólvora como los proyectiles dentro de sus embalajes respectivos, se colocan en los almacenes en pilas, nichos ó en estanterías que se hacen á propósito.

Cuando están en pilas se ponen sobre unas viguetas de madera, llamadas polines, la primera tanda y las sucesivas; para que quede separación entre unas y otras se apoyan en cuadradillos, también de madera.

El empleo de nichos en las paredes de los almacenes tiene muchos inconvenientes, por no circular en ellos el aire; antes se convertían éstos en cajones, donde iba la pólvora á granel. Hoy no se emplea este sistema y si se hacen nichos es para poner las cajas en estantes que se construyen en ellos.

El medio que se generaliza y que desde luego parece el más útil, aunque no sea tan económico, es el de estantes. En éstos cabe el ingenio del que lo proyecta, que puede conseguir hacerlo barato y suficientemente resistente, según la disposición que adopte. El más sencillo está formado por simples montantes y dos travesaños para la colocación de los empaques; los primeros á la distancia de $1^m,50$ para que quepan cuatro cajones.

Brialmont, para sus envases especiales, propone el de las figuras 8, 9 y 10, que puede servir también para las cajas ordinarias, amoldando

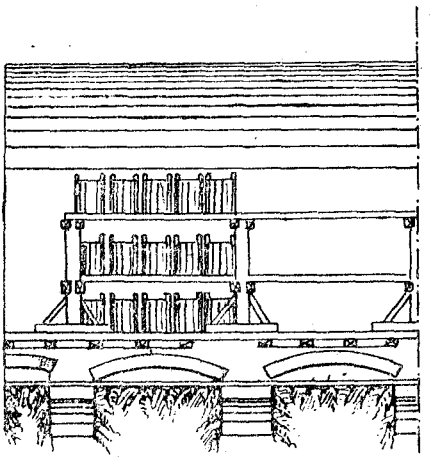


Fig. 8.

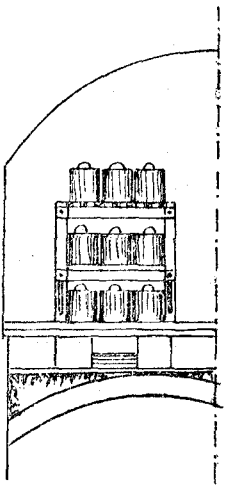


Fig. 9.

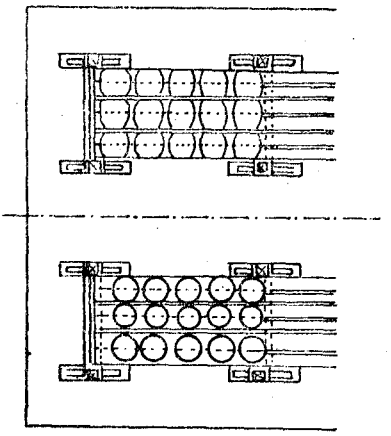


Fig. 10.

sus dimensiones á las reglamentarias para que pueda manejarse fácilmente; no conviene tengan más de 2 metros de altura y anchura para dos empaques puestos á tizón, más un espacio de $0^m,02$ entre las cabezas.

Los proyectiles generalmente no suelen estar en almacenes especiales, sino bajo tinglados cuando son macizos; pero las granadas cargadas y demás proyectiles huecos es conveniente guardarlos dentro de edifi-

cios especiales. Tanto en un caso como en otro la circular de 27 de diciembre de 1887, dada por la Dirección de Artillería, ordena que se apilen en los almacenes horizontalmente sobre una plataforma dura y consistente, en tantas filas como permita el local y en contacto la ojiva de los de una fila con el culote de los de la próxima. Cada lecho se separa del anterior con varillas de hierro de 10 milímetros de espesor para los calibres pequeños y de 13 milímetros para los mayores, colocadas de manera que los proyectiles se puedan suspender por su centro de gravedad. La forma de la pila puede ser la que más convenga para aprovechar el espacio, pero su altura no debe exceder de 1,50.

En los repuestos y almacenes particulares de batería los proyectiles se colocan verticalmente, apoyados en tarugos de madera, descansando sobre el culote los ordinarios y sobre la ojiva los perforantes.

Para el empaque de balas sueltas de fusil el cajón reglamentario es 0,640 $\times$ 0,195 $\times$ 0,155; vacío 7 kilógramos, y con 2000 balas 58 kilógramos.

CAPÍTULO III.

Distintas plantas adoptadas.—Altura y anchura de los edificios y pisos.—Disposición de las pilas.—Medios para proporcionar luz.—Natural.—Lámparas.—Electricidad.—Puertas y ventanas.—Camino de ronda.—Cuerpos de guardia.

DIFÍCIL es dar la primacía de mejor á una planta determinada, toda vez que su forma puede depender del sitio donde haya que colocar el almacén. La mayor parte de los que están fuera de recintos fortificados, en los que no es probable que los terrenos que han de adquirirse sean muy costosos y á los que se exige economía en la construcción, suelen ser, y es la opinión más admitida, de planta rectangular; pero en los de abastecimiento de las plazas de guerra que están dentro de ellas y en los particulares de las baterías, creen algunos ingenieros que se resolvería mejor el problema con la anular, sobre todo cuando en un mismo local, como ocurre en éstos, es preciso conservar elementos de distintas clases.

También quizás fuera más útil para la seguridad del edificio y de su contenido, el empleo de locales aislados, defendidos por macizos de tierra y colocados en forma de abanico, como ya indicamos en el capítulo primero.

Las plantas más admitidas son: la rectangular, elíptica, circular y anular. A continuación exponemos sus ventajas é inconvenientes.

La de más fácil construcción es la rectangular, pues la mano de obra, tanto para elevar los muros como en la constitución de sus cubiertas, sean bóvedas ó cerchas, no necesita en general el empleo de operarios especiales; en la mayoría de los pueblos hay obreros que tienen costumbre de hacerlas, y por consiguiente, siendo rápida su ejecución resulta también más económica.

Comparada la circular con la anterior sólo tiene la ventaja de que el espacio que ocupa parece menor que en aquélla y su cabida mayor á igual desarrollo de líneas. Esto, que teóricamente es cierto, no resulta en la práctica; el empleo de envases ó cajas rectangulares hace perder mucho sitio, pues no siendo posible llenar por su forma los sectores que quedan entre cada dos empaques, se suma una cantidad de terreno inútil, que no compensa el que da la teoría de mayor cabida. Además, las ventajas de la primera disposición son aquí inconvenientes; los muros curvos, siempre difíciles de construir, igual que las bóvedas esféricas, no sólo elevan el precio de la mano de obra, sino que su excesivo peralte las hace muy visibles, produciéndose el grave defecto de servir de blanco seguro, delatando al enemigo la situación que ocupan. No decimos nada de los pisos que se necesitarían, que desde luego serían de bastante luz; en ellos se emplean combinaciones especiales ó por enrayado, y ninguno de los dos sistemas es facil de ejecutar ni económico, sobre todo el segundo, en que trabajan las piezas desigualmente.

Para evitar algunos de estos inconvenientes se propuso la forma anular y patio intermedio, en la que si bien subsisten los de muros curvos y bóveda anular, que son caros, se reduce el tiro de los pisos, haciéndose mejor reparto en las viguetas, son más resistentes los almacenes y menos visibles; admiten que la vigilancia se haga en buenas condiciones, pudiéndose distribuir en varios compartimentos con puertas al patio, lo que no era posible en el circular, pues de hacerlo obligaba á pasar por unos para llegar á los otros, si no se quería perder terreno en una galería central, en cuyo caso era convertirlo en el sistema que tratamos.

En estas plantas, los movimientos de material, la carga y descarga, se efectúan con dificultad, exponiéndose á que los obreros choquen ó rocen los empaques contra las paredes y pilas. Una ventaja que consideramos puede tener es que estando dividido en compartimentos, aunque la voladura de uno de ellos traiga su ruina, podrán quedar defendidos los elementos conservados en los locales opuestos.

Teniendo en cuenta que los trazados de las obras de fortificación suelen ser, salvo raros casos, formados por líneas rectas, el espacio angular que por la disposición circular se aprovechase, quedaba sin utili-

dad, puesto que los triángulos que corresponden al cuadrado circunscripto no tendrían aplicación para objeto alguno y si fuesen terrenos que hubiera que adquirir no lo serían de esta forma, sino poligonales, en cuyo caso la ventaja económica sería ilusoria.

La forma elíptica es menos admisible, reune todos los inconvenientes de la circular y ninguna de las buenas condiciones de la rectangular; sólo hemos visto partidario de este sistema al ingeniero holandés Merkes y después del mucho tiempo pasado no tenemos entendido que se haya aplicado, pues la sola ventaja que parecía tener era su mayor resistencia por el empleo de arcadas interiores á cambio de las dificultades en la ventilación, pero no por su trazado.

Redondeando ó achaflanando los ángulos en la rectangular, se determina la planta más admitida por sus buenas condiciones, fácil distribución, economía y poderse colocar en cualquier parte, no considerando de importancia la objeción de que cuando hay que cubrirlos de tierra no se adapta ésta tan bien á los rectangulares como á los circulares, pues reformadas las esquinas y dando á los muros de arenamiento la forma elíptica se consigue el objeto.

Quedan, pues, como aceptables la rectangular con ángulos achaflanados y la anular, empleándose en general la primera y la otra en casos especiales en que el ingeniero comprenda su verdadera aplicación, como puede ser en la gola de una batería, patio central de un fuerte y en otros casos en que las circunstancias lo exijan.

La idea del anular, haciendo los locales rectangulares, da lugar á la planta radial, en la que aprovechando los sectores intermedios para colocar macizos de tierra que defiendan á unos de otros en caso de explosión, es digna de estudio, y quizás con ella se consiga más seguridad é independencia en los servicios. Ocupan bastante espacio, pero esto, que no será conveniente en los almacenes particulares de batería, lo es en los de abastecimiento de las plazas, colocándolos en los ángulos de unión de dos frentes y mucho más en los que estén fuera de las plazas, en que los terrenos son de poco valor. Aceptada como más general la planta rectangular á ella nos referiremos solamente, pero cuanto digamos debe aplicarse á las otras que pudieran emplearse.

Todo almacén, de cualquier clase que sea, necesita para su buen

orden y seguridad una habitación independiente, de bastante amplitud, cuyo objeto sea, no sólo la conservación de las angarillas, alpargatas y demás útiles de limpieza y precaución, sino facilitar las maniobras de entrada y saca de material, las de entrega del mismo, evitando barullo y ayudando á los encargados de su vigilancia en su misión.

A este antealmacén deben concurrir, no sólo las puertas del almacén, sino todas las que sirvan para las maniobras de la ventilación, trampas para la bajada de los cajones, cuando están en dos pisos, y la escalera de comunicación que termina en el alto en otro vestíbulo con objeto idéntico al de éste, pues en el interior del almacén no debe ejecutarse operación alguna, por poco expuesta que sea.

Proponen algunos que la puerta del almacén no dé directamente en el antealmacén sino á un corredor colocado al costado, que sea el que comunique con aquél, medida de precaución razonable cuando son varios los locales, pues si es uno sólo no tiene tanta razón de sér y además produce una pérdida de espacio ó aumento de anchura, contrario á la economía. Cazorla ya lo propuso con dos locales, uno á cada lado, con el fin de dar luces y ventilación. Cuando como en Francia se emplean edificios adosados, entonces es bueno é indispensable.

Cuando se conservan substancias distintas en un mismo edificio en habitaciones separadas, conviene que los antealmacenes sean también varios, uno por cada una de éstas, y con puertas al exterior independientes; la figura 11 da una idea de ello en un almacén de abastecimiento de un cuerpo de ejército, pues en cuanto á los de las plazas sus condiciones son distintas y las puertas tienen que sujetar su situación á la dirección de los tiros del enemigo.

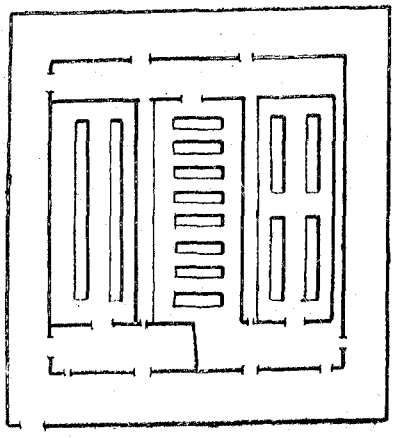


Fig. 11.

Las dimensiones más convenientes de los almacenes dependen del objeto del material y de la cantidad de él que convenga

guardar, pues según el empaque que se emplee, y según sean pólvoras, explosivos ó proyectiles, ocuparán más ó menos espacio, y no es posible fijarlas de un modo terminante. Ya sean pilas ó estantes, las disposiciones más empleadas son en filas paralelas al eje ó normales al mismo, las que suelen estar formadas de dos cajas á tizón y algunas veces de una sola. Para la buena ventilación y que el aire circule por todos lados, están separadas las cabezas un espacio de $0^m,02$ y entre costado y costado de caja $0^m,05$ para cumplir el mismo objeto en aquéllas y además dejar sitio por donde puedan meter las manos los obreros y ayudarse para sacarlas de su sitio, sin necesidad de que rocen contra las viguetas ó soportes.

La ventaja de que las pilas no sean más que de dos cajas, está demostrada por la comodidad para extraerlas y porque de este modo están á la vista los rótulos y precintos, en los que se lee en cualquier momento cuanto de ello se quiera saber, facilitando así su vigilancia.

Entre las pilas se forman calles, como también en los costados al lado de las paredes. Esas calles, según su objeto, tendrán dimensiones distintas, pero siempre las suficientes para que puedan pasar las angarillas, cuya anchura es igual á la longitud de los empaques ó cajas, sin tropezar en las filas y algo más por si fuere necesario que atravesase al mismo tiempo algún operario. En general la anchura está comprendida entre 1 metro y $1^m,50$. En los pasos de los costados, al lado de los muros paralelos á las pilas, basta con $0^m,80$, reduciéndose á $0^m,30$ cuando están formados de una sola caja; pero los centrales, teniendo en cuenta el paso de la angarilla, cuyo largo es próximamente $1^m,70$, puede llegarse á esta dimensión y mejor todavía á 2 metros.

Los franceses adoptan la disposición de dos pilas dobles y dos sencillas en los almacenes abovedados; en este caso las pilas sencillas que van á los lados de los muros están separadas de éstos sólo unos $0^m,20$ á $0^m,30$ para evitar la humedad; este aumento de pilas exige más espacio y dificulta la vigilancia; es preferible en los de esta clase reducirse á tres pilas, dando á las dos extremas menor altura y por consecuencia menor número de cajas.

Calculando la anchura y longitud de un almacén para la disposición de dos pilas con empaques metálicos modelo 1886 con pólvora prismática, resulta:

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l}0{,}784 \times 0{,}02 \times 0{,}784 \text{ una pila} = 1{,}588 \\ \text{Idem otra} \ldots\ldots\ldots\ldots = 1{,}588\end{array}\right\} = 3{,}176 \\ \left.\begin{array}{l}\text{Calle central} \ldots\ldots\ldots\ldots = 1{,}50 \\ \text{Laterales } 0{,}80 + 0{,}80 \ldots\ldots = 1{,}60\end{array}\right\} = 3{,}10\end{array}\right\} \text{Total } 6^{m},276 \text{ anchura.}$$

Suponiendo cada fila de 20 cajas:

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l}20 \times 0{,}430 \ldots\ldots\ldots\ldots = 8{,}600 \\ 20 \times 0{,}04 \ldots\ldots\ldots\ldots = 0{,}80\end{array}\right\} = 9{,}400 \\ \text{Calles extremas} \ldots\ldots\ldots = 2 + 2 = 4{,}000\end{array}\right\} \text{Total } 13^{m},400 \text{ longitud.}$$

Para este caso puede aceptarse como anchura 7 metros y longitud doble; pero como variando el tipo de envase cambian también las dimensiones, no se pueden fijar éstas, dependiendo de las que la superioridad ordene que se tomen como base. Conviene recordar que cuando son abovedados debe reducirse la anchura lo más posible, beneficiándose así la resistencia al choque de proyectiles.

Los antealmacenes deben ser proporcionados á las necesidades del almacén; pero no conviene que tengan menos de 3 á 4 metros de anchura para que puedan circular dos tandas de angarillas, una en cada sentido, haya espacio para los jefes y vigilantes de servicio y no ocurran choques ni se produzca desorden que entorpezca las faenas y sea causa de sucesos desgraciados.

En la figura 11 está representada una de las distintas disposiciones empleadas para colocar las cajas con pólvoras, proyectiles y explosivos. Se pueden colocar también rodeando el almacén. Se han hecho de 8 metros y $8^{m},50$ de ancho y hasta 11 metros, que traen consigo el empleo de cerchas de gran luz y pesadas por consiguiente, y si son abovedadas, estando proporcionada la flecha, son más visibles, de mayor coste y gran espacio inútil; mecánicamente, al aumentar la luz hay que dar mayores espesores á los estribos para contrarrestar los empujes, lo que hace que no sean económicos. En los pisos, las grandes luces obligan al empleo de pies derechos, que si bien excusan el empleo de piezas largas, siempre caras, en cambio hacen más difíciles los movimientos é introducen cuerpos de fácil inflamación, que deben no ponerse mientras sea posible. Procurando que éstos queden en el macizo de las pilas y defendiéndolos con substancias incombustibles se evitan estos inconvenientes.

Respecto á la altura deben tenerse en cuenta, á ser posible, las reglas arquitectónicas, aunque las condiciones de visualidad no son importantes; en cuanto á las higiénicas, no viviendo personas en estos edificios, el cubo de aire será siempre suficiente, porque las substancias que se conservan no deben desprender gases, pues si llegara este caso sería prueba de su mal estado y deberán sacarse en seguida.

Las únicas condiciones á que hay que atender son el número de empaques que puedan colocarse encima unos de otros y que sea fácil sacarlos y transportarlos por los encargados de la maniobra. Los que se pueden sobreponer son: barriles, tres órdenes, y en guerra, siendo buenos los barriles, cuatro; cajas, hasta seis, de ordinario cinco, y en los estantes otro tanto, no conviniendo más altura por la dificultad que produce al sacarlos, si es superior á la que un hombre de estatura ordinaria puede alcanzar.

El empleo de escaleras, con ruedas y con disposición apropiada, puede permitir en el caso de estanterías dar á éstas mayor elevación y cabida. En los abovedados conviene tener en cuenta que, según está demostrado, la capa húmeda del aire va á las partes altas, terminando á 2 metros sobre la vertical de cada ventilador y por consiguiente no debe llegar á ella la última tongada de cajas.

La mayoría de los almacenes suelen tener 3 metros de altura de piso á piso, los ordinarios; los abovedados, en proporción á su anchura, contando con colocarles un piso entresuelo, pues así, con muy poco aumento en el gasto, la cabida es casi doble.

En épocas especiales y en caso de guerra se reducen los pasos al mínimum y aún se suprime alguno, con lo que podrá aumentarse otra pila y ésta recargarse al máximum, conteniendo entonces una tercera parte más de envases; pero no conviene, como indican algunos, rellenar los pasos, pues las desgracias en estos momentos son más de temer que en las épocas ordinarias.

Otra de las condiciones que deben cumplir los edificios destinados á almacén es tener buen sistema de luces, sean éstas naturales ó artificiales; la falta de ellas es causa de que la vigilancia sea deficiente y de que haya desorden y confusión siempre que se efectúa entrada ó salida de material. Si indispensable es en épocas normales, mucho más lo será en

tiempo de guerra, en que las operaciones se hacen bajo la presión de las circunstancias y se necesita ejecutarlas con rapidez, no siendo el momento oportuno para que por escasez de luz se retrasen los trabajos.

En los almacenes de depósito, por su objeto, no hay dificultad en dárselas naturales por medio de ventanas, bien al exterior, empleando sistemas especiales, tales como el de la figura 11′, ó usando tambores ó

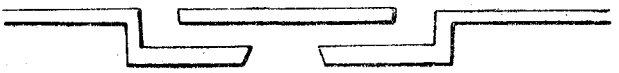


Fig. 11′.

dobles antealmacenes, ó bien al interior, como propone Cazorla, por un corredor central; cualquiera de estos medios dará resultado, pues el objeto único que hay que evitar es el que los mal intencionados ó el fuego de los poblados cercanos se introduzca por ellos; con estos sistemas y empleo de telas metálicas, quedará suficientemente defendido.

En los de abastecimiento para los cuerpos de ejército, que están en iguales condiciones que los anteriores, conviene también el uso de ventanas é iluminación natural. En los del interior de las plazas de guerra, situados bajo los terraplenes ó formando grandes traveses, es difícil iluminarlos en esta forma, además de que es expuesto darles grandes aberturas y en este caso es imprescindible el empleo de luces artificiales. Lo mismo ocurre en los almacenes particulares y repuestos de batería.

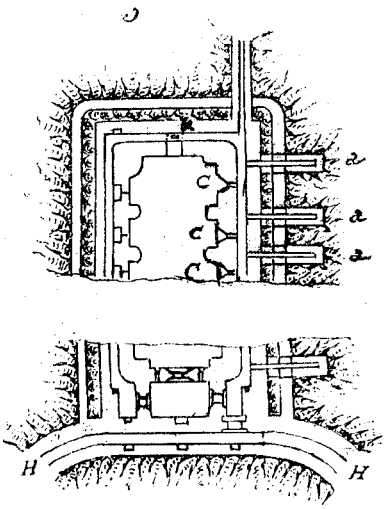


Fig. 12.

Los alemanes, cuando los almacenes están colocados con sus bóvedas normales al parapeto, en tiempo de paz proveen á los antealmacenes de luces naturales por medio de la disposición de las figuras 12 y 13, en que hay un muro anterior que forma camino de ronda y á él dan las ventanas; este espacio, en guerra, lo blindan y sirve de corredor de comunicación y en él colocan lámpa-

ras para su iluminación. Austria ha hecho algunos con la disposición de las figuras 14 y 15, con patio posterior cuando son paralelos al terraplén y á él dan las ventanas. En general no es práctico en los sitios fortificados emplear más luz que la artificial, pues la saca de material se efectúa generalmente por la noche.

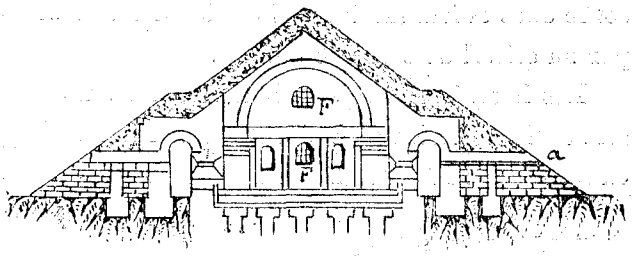


Fig. 13.

Varios son los modelos de lámparas y linternas estudiados: en Francia el tipo más usado es la lámpara con reflector, de aceite y nivel constante, semejante á las de señales de los caminos de hierro; van colocadas en huecos hechos en el muro, en el fondo del almacén, á $2^{m},40$ por encima del suelo y en la línea de los pasos. Para iluminar los objetos emplean un pequeño espejo que proyecta

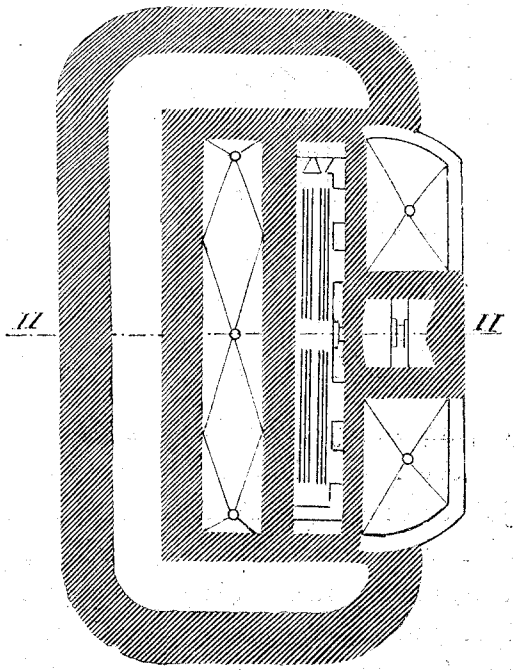


Fig. 14.

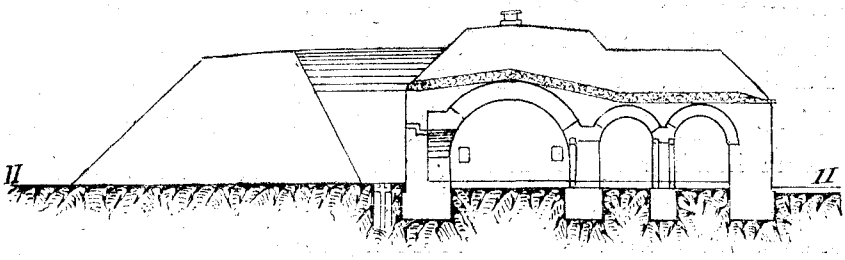


Fig. 15.

sobre ellos el haz luminoso; los nichos están cerrados herméticamente por un cristal de $0^m,02$ de espesor.

Los ingenieros ingleses han adoptado un sistema que después ha sido aplicado en Bélgica á la plaza de Amberes y que es el representado en las figuras 16 y 17. Estos exigen que el nicho esté contenido en una galería completamente cerrada, de modo que sus puertas impidan toda comunicación directa con el almacén ó antealmacén y contiene un quinqué ordinario, independiente del reflector; éste

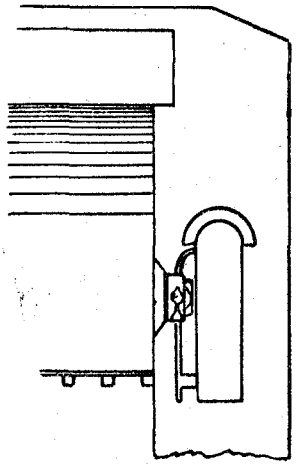


Fig. 16.

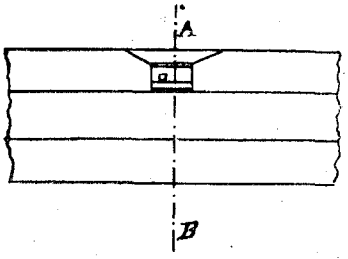


Fig. 17.

es parabólico y está sujeto á la puerta que sirve para cerrar el nicho por el corredor; del almacén está separado por un cristal grueso, encajado en su marco y herméticamente cerrado.

Los modelos austriacos (figs. 18 y 19) son uno grande para almacén y otro pequeño para los repuestos; el primero colocado en nicho á propósito es de forma de linterna y tanto la lámpara como el reflector forman cuerpo, y los pequeños tienen una candileja con reflector análogo en un todo á los de las linternas mágicas.

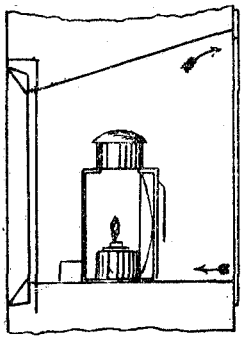


Fig. 18.

Para iluminar los almacenes y corredores durante el día puede aplicarse la idea de Belidor relativa á la iluminación con luz reflejada; para ello se abren algunas veces, en los enterrados, pozos que sirven al

mismo tiempo para la ventilación (figuras 20, 21, 22 y 23).

Estos pozos, de forma tronco-

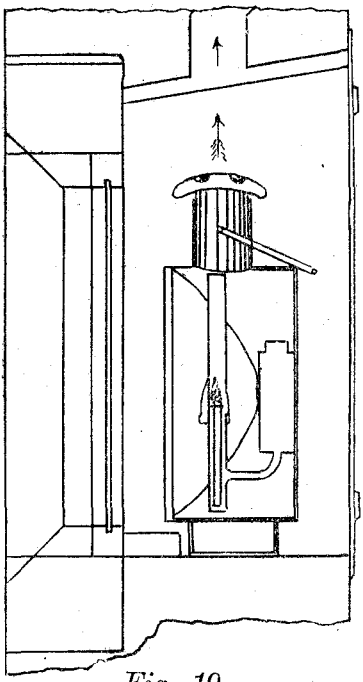


Fig. 19.

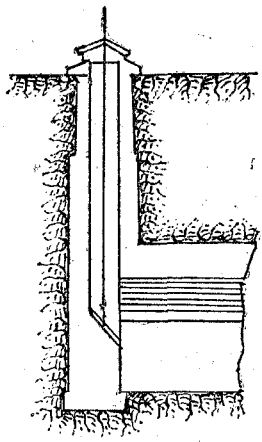


Fig. 20.

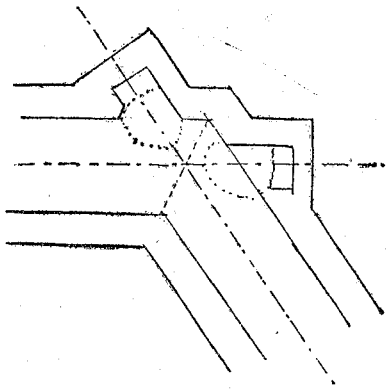


Fig. 21.

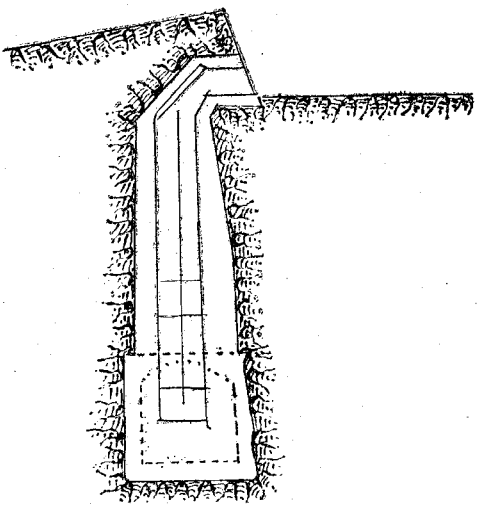


Fig. 22.

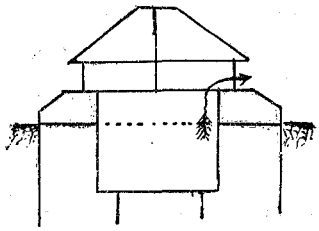


Fig. 23.

cónica, tienen $0^m,80$ de diámetro en la parte superior y están protegidos contra la entrada de la lluvia y de la nieve por un sombrero metálico

de forma de pirámide truncada, en que las cuatro caras son de cristal fuerte. Los franceses dejan abierta la sección superior, que no tiene más que $0^m,20$ de lado en la parte inferior de los pozos, colocan reflectores metálicos dispuestos de tal suerte que reflejan horizontalmente y en la dirección del corredor la luz que reciben por la abertura superior.

Cuando se colocan en los ángulos de las galerías es en la forma de las figuras 20 y 21.

Si son de temer los fuegos verticales en tiempo de guerra, se blinda, para lo cual conviene dejarle la disposición de la figura 23 para apoyar en el resalto las blindas.

Para evitar esto se les recurva (fig. 22), haciendo que desemboquen en el talud interior del parapeto de un través ó espaldón; en estos casos hay que colocar otro reflector en la parte acodada, que envíe verticalmente al interior la luz que recibe por la entrada.

El mejor emplazamiento de los pozos son las extremidades de galerías rectilíneas que no desemboquen en patios, los cambios de dirección bruscos y los puntos de cruce de dos comunicaciones. En este caso se ponen los reflectores sobre las caras inclinadas de un bastidor de madera de forma de tronco de pirámide cuadrangular, á una altura suficiente para que no impida el paso y sirva para colocar la lámpara por la noche.

Las paredes interiores de los pozos y corredores deben estar blanqueadas y es conveniente revestir con azulejos blancos las esquinas, que se achaflanarán.

Lo práctico de estos sistemas parece que ha sido sancionado últimamente en la Escuela práctica de los ingenieros rusos, efectuada en Odesa, aplicándolo á la iluminación de las galerías de mina, pues en un ramal de ataque de 19 metros de longitud, que arrancaba del fondo de un pozo de 3 metros de profundidad, se estableció un heliógrafo en la boca y un espejo en el fondo, convenientemente orientado. Proyectado el haz luminoso en el fondo del ramal de la galería, por medio de estos dos sencillos aparatos, no sólo quedaba perfectamente iluminada la cabeza, sino que hasta permitía reconocer al sargento y los minadores que trabajaban en la galería.

Para alumbrar con igual sistema un cambio de dirección de la galería se estableció á los pocos días del primer ensayo un nuevo heliógrafo

en el fondo del pozo y el espejo del final del primer ramal, y con ello se consiguió la iluminación de la segunda galería, en tan buenas condiciones, que desde las siete de la mañana á las cuatro de la tarde se podía trabajar perfectamente y duplicando los reflectores aún se pudo ver dos horas más.

También ensayaron utilizar con el mismo objeto la luz de la luna, pero no dió buen resultado.

El empleo de la luz eléctrica, que se va generalizando no sólo en las grandes poblaciones sino hasta en los pueblos pequeños, podría tener gran aplicación á los usos militares y ésta sería fácil una vez que para la iluminación de los cuarteles y edificios del ramo de Guerra en las plazas se estableciese. Creemos con varios ingenieros, entre otros con el italiano Perscetto, que bien combinado resolvería mejor que ningún otro sistema la iluminación de almacenes, sobre todo los de aprovisionamiento y particulares de batería, donde se cargan proyectiles, confeccionan los cartuchos ó arreglan las cargas. Los medios de iluminación actuales, si bien son hoy muy perfeccionados, exigen mucho espacio y aparatos complicados; hay que abrir buenas salidas para los gases de la combustión, pues las más de las veces producen, por falta de aire, tufo, que impide la respiración en las galerías, y si por cualquier causa ó un choque contra el cristal se rompe éste y la llama se pone en contacto con el ambiente del polvorín, podría producirse una explosión.

La luz eléctrica incandescente resolvería el problema, teniendo que tomar precauciones, sí, pero mucho menores colocando bien aislados los conductores, que deben ser de cobre, dentro de tubos de plomo y éstos forrados de madera, situándolos en las galerías, nunca dentro del almacén, separados de los demás metales que pudiera haber y yendo por distinto lado los conductores de ida que los de vuelta.

Se ponen las lámparas igualmente en pequeñas ventanas cerradas con cristal y si se quiere mayor precaución, dentro de recipientes de cristal llenos de agua y herméticamente cerrados, con lo que se evitará el peligro bien remoto de que al romperse la lámpara quedara un momento incandescente el hilo (1).

(1) El doctor Tommasi propone una lámpara incandescente de seguridad, que evita que en el caso de rotura quede el filamento quemándose al contacto del aire;

En las fábricas de pólvoras ya se ha ensayado el sistema con bastante buenos resultados; la primera fué la establecida cerca de Kendal (Inglaterra), empleando como generador la dinamo Crompton, movida por una máquina compound con regulador Burgin; las lámparas son del modelo Svan, de 12 bujías. Para alumbrar los talleres que ofrecen riesgo están las lámparas colocadas al exterior, en postes situados frente á las ventanas, que están herméticamente cerradas por cristales y á través de ellos proyectan la luz al interior. Dichas lámparas están además encerradas en faroles formados con cristales ajustados exactamente y tienen reflectores de cobre esmaltados de blanco en su superficie interior.

Al tratar de la iluminación por medio de la luz natural dijimos que el procedimiento era por ventanas; conviene que éstas sean las menos posibles, pero las suficientes para que en el interior se trabaje con comodidad y puedan leerse fácilmente los rótulos y precintos. Como no debe ser otro su objeto, las que den al exterior deben ser dobles, la exterior de madera y la interior de cristal, ambas abriendo al exterior, pero procurando que su cierre sea lo más hermético posible, para lo que es útil el uso de tiras de cautchouc ó cuero. En las de los antealmacenes, que dan al exterior, no son necesarias tantas precauciones, y se hacen como las de los edificios ordinarios, pero siempre abriendo al exterior; las que

---

esta combustión la impide en la siguiente forma. La lámpara es de un sistema cualquiera; está montada dentro de un cilindro de cristal cerrado herméticamente, también entre el zócalo del aparato y su cubierta, que tiene una pequeña llave. Los conductores se unen á los bordes del zócalo; en el interior éste tiene un fuelle de caoutchouc, cuyo objeto es levantar cuando está inchado un pequeño blok metálico y establecer así la comunicación que deja pasar la corriente.

Para hacer funcionar la lámpara basta aumentar un poco la tensión del aire contenido en el aparato. Para esto se une á la embocadura del grifo ó llave el tubo de una pera de caoutchouc, por medio de la cual se inyecta una pequeña cantidad de aire; con el exceso de presión producido así el fuelle se dilata, se establece el contacto y al pasar la corriente se enciende la lámpara.

Para apagarla basta abrir la misma llave para equilibrar la presión en el interior del cilindro de cristal con la exterior de la atmósfera y al salir el aire se vacía el fuelle de caouchouc y se rompe el circuito.

Se comprende que al romperse la envuelta protectriz la lámpara se apaga también instantáneamente, sucediendo lo mismo por la rotura de la lámpara, pues el aire se dilata de todo el volumen de ella, dilatación suficiente para deshinchar el fuelle y por consiguiente interrumpir el circuito.

En ambos casos el filamento no comunica con el aire exterior y se apaga sin poder inflamar las mezclas explosivas.

dan al almacén, que serán sólo vidrieras, además de cerrar perfectamente deberán tener los cristales pintados de blanco, para que el sol, á través de ellos, no pueda nunca hacer el efecto de una lente.

Pueden adoptarse los modelos de ventanas que se quieran, siempre que sean suficientemente resistentes y que su cierre sea hermético. La comisión del Cuerpo de Ingenieros adoptó la que se vé en las figuras 24 y 25: cualquier otra análoga puede aceptarse para las ventanas ordinarias, modificando las proporciones, pues quizás conviniera darles mayor altura que anchura. Debe procurarse que las vidrieras se compongan del menor número de elementos, aunque resultan más caras, porque así defienden más del aire exterior que cuando hay muchas uniones. En los pisos altos, donde no es posible cerrar la ventana de madera por el exterior, será ventajoso hacer las vidrieras desiguales para efectuar el cierre por dentro.

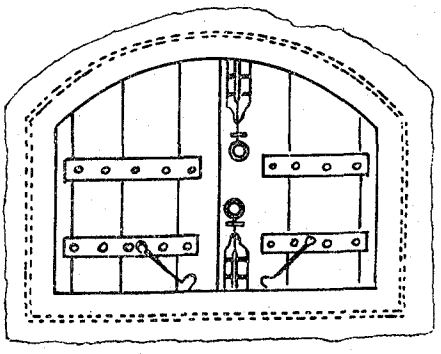


Fig. 24.

Su situación debe ser lo más elevada posible, para que aun en el caso de que pudiera acercarse algún mal intencionado le sea difícil llegar á ellas y además porque, unidas á los ventiladores que debe llevar el almacén, ayudarán á la renovación del aire cuando sea preciso;

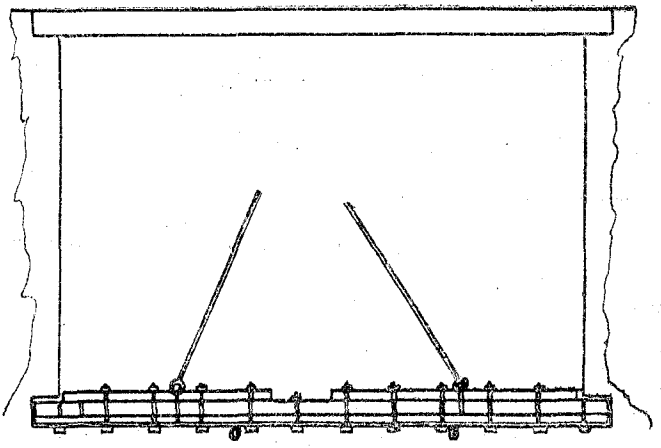


Fig. 25.

pero la conveniencia de facilitar estas maniobras podría no permitirlo, á no ser que se aceptaran las escaleras movibles sobre ruedas, que ya indicamos al tratar de la altura de las estanterías.

Cuando hay dos pisos la comunicación se efectúa por una escalera que va de un antealmacén al otro; ésta debe ser lo suficiente para la subida de un hombre, pues por ella no debe efectuarse movimiento alguno de materias, que se bajarán y subirán siempre por una escotilla que comunicará los dos antealmacenes, cuya disposición será la de las figuras 26 y 27. Para que esta operación se haga con toda facilidad y sin exposición, en labóveda ó techo habrá un gancho con su aparejo, á cuya cuerda irá unido un cesto ó caja, forrado interiormente de una substancia que amortigüe los golpes, dentro de la que se colocarán los envases para subirlos ó bajarlos, teniendo la precaución de sujetar el extremo de la cuerda para que si ocurriera el caso de deslizarse ésta de las manos no pudiera el cesto ó caja tocar al suelo y quedara suspendido á 2 decímetros de él.

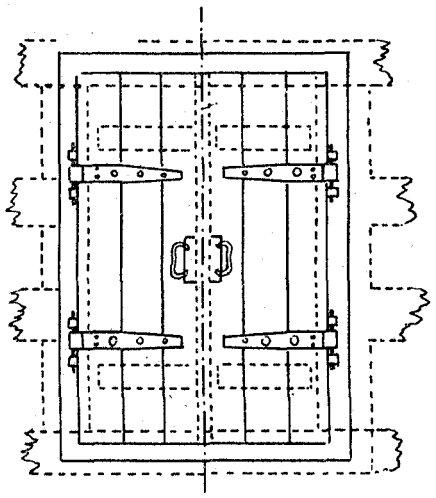


Fig. 26.

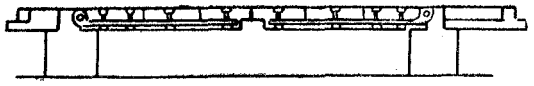


Fig. 27.

Antiguamente la puerta de entrada al almacén se hacía doble: una en el paramento exterior y otra en el interior, teniendo rebajos en la mampostería para que las hojas de una no estorben á las de la otra y compuestas de tres capas de tablas calafateadas y traslapadas con clavazón de cobre y pintadas al óleo con triple capa, forrándolas por la parte exterior de pellejos de buey ó carnero, ó con plancha de cobre. Establecida la conveniencia y necesidad de los antealmacenes no es de importancia organizar las puertas en esta forma; basta una puerta ordinaria y pequeña, suficiente para el paso de los empaques entre el alma-

cén y antealmacén y otra grande de dos hojas para comunicar éste con el exterior. Esta última debe ser fuerte, de tres gruesos de tabla, ó bien de las llamadas de enrasado ordinario, reforzada por su interior con clavazón de cobre y mejor clavijas de madera ó con doble forro á la holandesa. El modelo aceptado por la Comisión de Ingenieros fué el de las figuras 28 y 29, que como precaución lleva al interior forro metálico. Todas las puertas, lo mismo que dijimos para las ventanas, deben abrir al exterior, con el objeto de que si ocurriese una explosión los gases puedan obligarlas á abrirse y reducir los esfuerzos que produzcan, facilitando su salida.

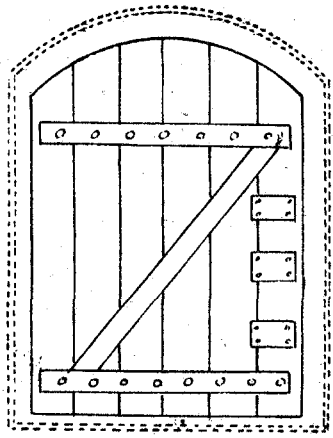


Fig. 28.

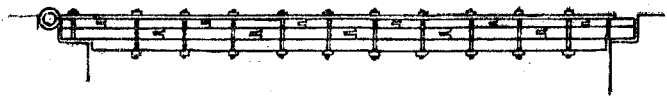


Fig. 29.

Las dimensiones propuestas por la comisión son las siguientes:

Escotilla..	1^m,40 longitud. 0^m,03 espesor. 1^m,00 anchura.
Ventanas.	Tablas exteriores, 2,5 centímetros de espesor. Interiores, 3 centímetros. Plancha de palastro, 2 milímetros de espesor.
Puertas..	Espesor, 2,5 centímetros al exterior. » 3 centímetros al interior. Plancha de cobre, 2 á 3 milímetros.

Como dimensiones arquitectónicas, pueden admitirse para puertas principales 1^m,25 á 1^m,50, y en las secundarias 1^m,10 de anchura, y la altura, en relación con esa anchura, igual á la de la diagonal, con el lado mayor de un rectángulo de mitad altura que anchura.

Ventanas, $0^m,80$ á $1^m,25$.

Puerta del muro de ronda, $2^m,50$.

Creen algunos que sería ventajoso que el almacén propiamente dicho tuviera dos puertas para comunicación con el antealmacén, con objeto de que no se encuentren en las operaciones los trabajadores cargados con los que vuelven de vacío, que al estorbarse el paso entorpecen el servicio y pueden dar lugar á desgracias.

Bajo este punto de vista tiene ventaja la idea expresada, pero en cambio la vigilancia no se haría con la misma facilidad, y sobre todo, no es necesaria la doble puerta porque no deben entrar en el interior más que dos ó tres obreros de los acostumbrados al manejo de estas substancias.

Las puertas de entrada al edificio deben situarse en el testero más resguardado de los tiros del enemigo en las plazas de guerra, y en general, en forma tal que de atravesar la puerta algún proyectil, tenga que seguir el eje del antealmacén sin penetrar en el almacén y al lado opuesto de la dirección de los vientos reinantes, que pueden arrastrar consigo chispas de fuego de los poblados ó casas próximas.

Las interiores de comunicación se sitúan en el eje de uno de los pasos, con preferencia el central, y de modo que en su frente no exista ninguna ventana, dotándolas de resortes que las obliguen á permanecer cerradas, precaución que debe tenerse con todas las del edificio.

Los herrajes que en su uso puedan producir fuertes rozamientos, deben ser de bronce, cobre ó latón, si en la localidad es más barato, como goznes, bisagras, pestillos y cerraduras, si bien estas últimas no hay inconveniente en que sean las ordinarias de hierro, siempre que estén pintadas al óleo ó cubiertas de pellejo, ó dispuestas para evitar que salten chispas.

Para que la vigilancia del edificio sea completa, se rodea éste de una cerca en los aislados, llamada por los artilleros tambor, y á que nosotros damos el nombre de cerca de seguridad y camino de ronda al espacio interior. Su espesor es el que las fórmulas dan en función de la longitud y altura, y esta última ha de ser tal que no puedan los transeuntes saltar al interior; unos 4 metros será suficiente, y separada del almacén lo bastante para que el aire no quede detenido, que el sol pueda bañar

la fachada y que permita circular, con comodidad, dos tandas de obreros con angarillas, sin peligro de choque entre sí ni con los muros. La puerta de la cerca se coloca enfrente del eje de uno de los caminos, pero en distinta fachada que la puerta del almacén. En algunas partes, además del camino de ronda y cerca de seguridad, se rodea también con un terraplén alto.

Es indispensable que los almacenes aislados estén guardados por tropas, si son del Estado, y por personal á propósito los de particulares, que vigilen é impidan no sólo los descuidos del público sino las malas intenciones de algunos; para ello necesitan viviendas ó cuerpo de guardia. Algunos autores han propuesto situarlos al lado y aun dentro del camino de ronda; estas ideas no son admisibles de ningun modo, porque al soldado puede disparársele su arma; la confección del rancho, el brasero en invierno, los cigarros, son elementos peligrosos á la proximidad de las pólvoras ó explosivos, y si es vivienda particular, la cocina lo es mucho más; es necesario, pues, colocar estos cuartelillos por lo menos á 50 metros del almacén y al lado opuesto al de los vientos reinantes.

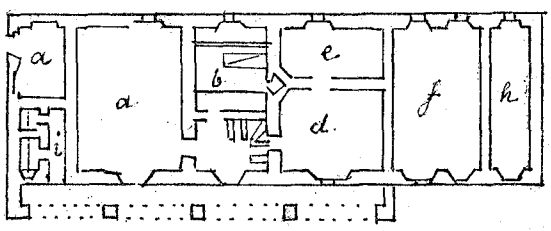


Fig. 30.

El modelo representado en la figura 30, puede servir de ejemplo y consta de las habitaciones siguientes: *a*, cuerpo de guardia; *b*, cocina; *c*, ingreso y escalera de los desvanes; *d* y *e*, habitación del encargado del almacén; *f*, depósito de materiales; *h*, cuarto para graduar la pólvora; *i*, letrinas.

CAPÍTULO IV.

Reseña histórica.—Tipos reglamentarios de distintos países.—Modelos de varios autores.—Almacenes de explosivos.—Repuestos de batería.

Poco partidarios de los relatos históricos cuando éstos no tienen más objeto que demostrar la ilustración del que los escribe, creemos, sin embargo, que en Memorias como ésta son de verdadera utilidad, puesto que pueden servir los tipos que se presentan como modelos de los que tomar antecedentes en el caso de tener que redactar un proyecto; por esto, á pesar de nuestras ideas en este punto, nos hemos decidido á incluirla, dándola ahora y antes de terminar, como aclaración á lo escrito y para mejor inteligencia de los capítulos que siguen.

Desde el invento de la pólvora y su empleo para las bocas de fuego en la segunda mitad del siglo XIV es natural que existiera la idea de almacenarla. Difícil es conocer los sitios y disposiciones empleadas en el origen, pero casi puede asegurarse que no serían especiales; cualquier sótano de los castillos serviría para este objeto y no contendría grandes cantidades, pues su empleo era casi inmediato; las bolsas de los servidores formaban los verdaderos almacenes. Después las mayores necesidades hicieron, según se lee en antiguos escritos, que se guardase, bien en las casas particulares, bien en los edificios donde residían las autoridades. La proclama redactada por los defensores de San Juan de Lône (Francia) en 1636 decía «que en caso de ser forzadas por asalto, pondrán fuego á sus casas y á las pólvoras y municiones de guerra que hay en la casa ayuntamiento.» Anterior á esta fecha, en las instrucciones que Carlos I dió en Gante en 1517 al nombrar proveedor y veedor de los castillos del reino de Nápoles, dice: «que uno de los companyos ten-

ga el cargo de conservar las susodichas moniciones y que las tenga de suerte que ninguna persona las vea ni sepa dellas cosa alguna, é que la persona dedicada para esto sea muy fiada y secreta é que ningun otro tenga entrada ni salida donde stubiesen las moniciones porque no sepan donde stan, etc.» Además, en un legajo antiguo leemos, al hablar de la primera fábrica de pólvora que hubo en España, lo siguiente: «en tiempos que el reino de Navarra no estaba incorporado á la corona de Castilla, el principal magacen que tenían los Sres. Reyes era Burgos, porque en el castillo de aquella cibdad habia fabrica de pólvoras y en él se recogia artillería, armas, municiones y otros pertrechos de guerra.» Pruebas bien claras son éstas de la existencia desde tiempos lejanos de los almacenes, pero las voladuras ocurridas en 1533 en el de una batería en Marsella, en 1540 en Bude, en 1597 en Rhëinberg, en 1624 en Wolgast, en que balas rojas saltaron sus almacenes, en 1667 en el sitio de Gandía que voló un polvorín subterráneo, haciendo saltar el baluarte viejo, en 1703 en Hüy, que al sacar rodando un barril saltó el almacén, y más modernamente, en 1810, en el sitio de Almeida (Portugal) donde voló el gran almacén de pólvoras del castillo, que contenía 150.000 libras, demuestran, si no hubiera otros antecedentes, la existencia de ellos en todas épocas.

La historia de la fortificación es otro comprobante, y por ella se vé cómo poco á poco se adoptaron sistemas especiales para el almacenamiento y conservación de las provisiones de guerra. La escuela italiana (plaza de Amberes), los coloca en 7-7 debajo de los caballeros y formados por una bóveda de cañón seguido (figs. 31 y 32). En la fortifica-

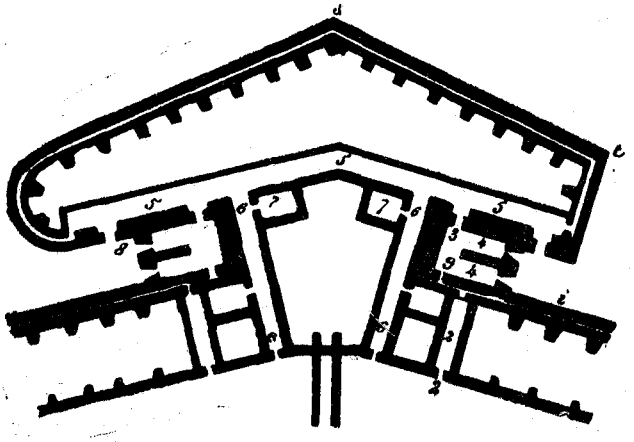


Fig. 31.

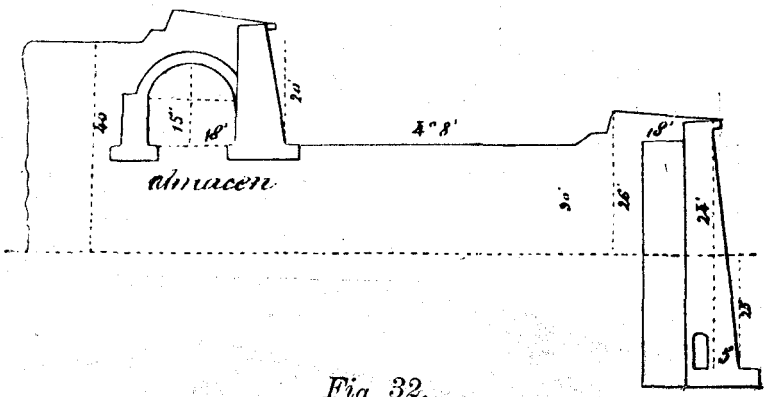


Fig. 32.

ción alemana, Speckle, en su primer sistema, sitúa al lado de las casamatas de los baluartes, un espacio abovedado dedicado al objeto, y en su tratado sobre *Arquitectura de las fortalezas*, se expresa así: «Los almacenes de pólvora deben colocarse detrás de los baluartes, en pequeñas torres aisladas, evitando de este modo los grandes, que son siempre peligrosos.» Landsberg, en la atenazada, sitúa en la capital unas casamatas: «Que sirven para almacén de pólvora y deben ser las más alejadas, para que en caso de explosión no produzcan daño á la ciudad.» Vauban, aprovechaba para este fin, en los lados menos expuestos al ataque, los baluartes vacíos que fueran abovedados, aconsejando *distribuir lo más posible la pólvora* en las torres abaluartadas, en el centro, y al lado de las grandes casamatas. Cormongtaingne, los pone debajo de los caballeros. Saint-Remi, construye un edificio aparte para alojamiento de la guarnición y almacenes. Belidor los separa, haciéndolos aislados, de planta rectangular, cubiertos con un cañón seguido de medio punto y trasdosado con un caballete de mampostería, tomado de las ideas de Durero, que lo llamaba *dos d' aine*, siendo los muros delgados y reforzados con contrafuertes al exterior (fig. 33). Montalembert, en el sistema atenazado, aprovecha la torre de la tenaza menos atacada para almacén (fig. 34), aislado en el circular (fig. 35), haciendo uso en el poligonal de los muchos espacios abovedados que existen, ya en las casamatas del recinto ó en sus torres. Bousmard, Carnot y otros no hacen sino seguir con ligeras variaciones las ideas de sus antecesores, aplicando para almacenes los espacios abovedados, y así lo expresa este último en su obra *Defensa de*

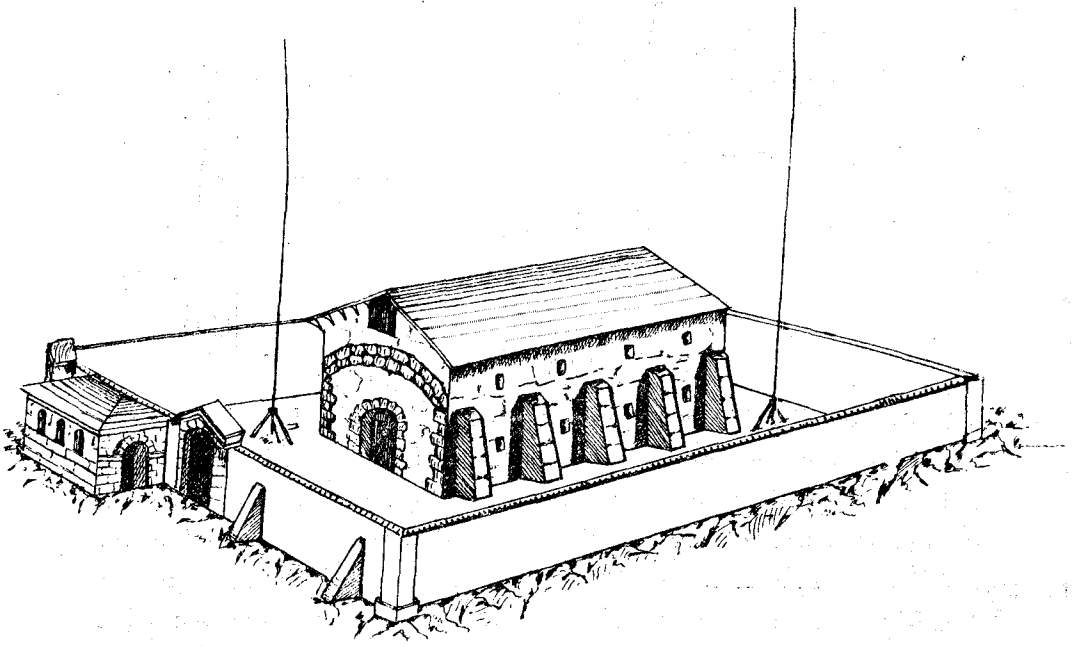


Fig. 33.

las plazas, al decir: «Que las casamatas tienen otra propiedad que las hace muy apreciables, la de servir de subterráneos para almacenes; la carencia de éstos es defecto de que pecan la mayor parte de nuestras plazas.»

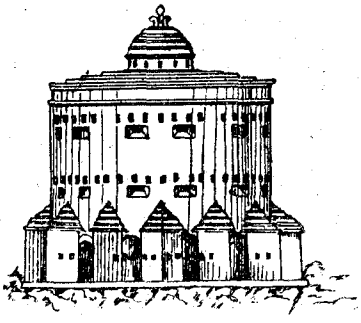


Fig. 34.

Es evidente que se sintió desde el principio la necesidad de los almacenes, pero sin cuidarse de acondicionarlos más que para evitar que fuesen destruídos por el fuego del enemigo y no construyéndolos sino en los puntos fortificados. A partir de esta época empezaron á preocuparse, no sólo de esto, sino de que no se inutilizáran las pólvoras por otras causas, entre las que la principal es la humedad.

Los que más se han construído, y aún hay algunos en las plazas de guerra, son los que dijimos llamados á lo Belidor (fig. 33). Sus contra-

fuertes al exterior podrían ser destruídos con facilidad por los tiros de frente y de revés del enemigo, y al ser derribados, la desigualdad de empujes sobre los débiles muros ocasionaría la ruina de éstos y la del almacén. Eran económicos, pues sin estas defensas hubiera sido necesario dar á los estribos un espesor desmesurado, para que resistieran en buenas condiciones el empuje de sus bóvedas por sí y por el choque de las bombas. Todas estas razones hicieron pensar si sería conveniente ponerlos al interior y así se construyeron, pero pronto se vió que reunían peores condiciones de estabilidad, que su coste era mayor, puesto que reducía interiormente el espacio, y sobre todo, introducía un nuevo inconveniente, quizás el de más importancia, la humedad que se apoderaba de las aristas entrantes, de donde era difícil expulsarla, y como entre los contrafuertes se ponían los estantes ó alacenas en que iban las pólvoras, éstas se deterioraban fácilmente. Vemos que los de contrafuerte, tanto exterior como interior, tienen más inconvenientes que ventajas. Los primeros están á la vista, evitan la circulación del aire alrededor del edificio, detienen los proyectiles, que al explotar no sólo los destruyen sino también el muro, pues la unión con éste no suele ser muy sólida; en cambio, los segundos impiden la circulación interior del aire, reducen el espacio y son menos sólidos. Por todo esto fueron desapareciendo estas disposiciones, que se han ido reemplazando por los de estribos de un sólo espesor.

Varios en forma y disposición, los construídos y aceptados por las naciones desde mediados de siglo, creemos procedente presentar los tipos principales.

Francia.—Eran los almacenes de depósito de dos clases, grandes y pequeños, según servían para guar-

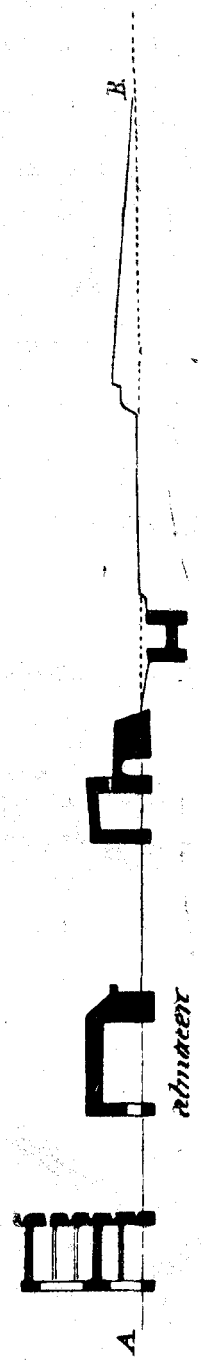


Fig. 35.

dar de 70 á 80.000 kilógramos ó de 50.000 para abajo; los había de uno ó de dos pisos (figs. 36, 37, 38 y 39), siendo los últimos los más aceptados, por ser á igual superficie mayor su capacidad y económicos en consecuencia. La planta (fig. 36) corresponde á los pequeños, sin entresuelo, cuyo corte es el de la figura 38; las otras dos son el corte longitudinal y transversal del de dos pisos: los grandes, de igual forma y distribución, sólo se diferencian de éstos en que en lugar de una fila de piés derechos, llevan dos por su mayor anchura.

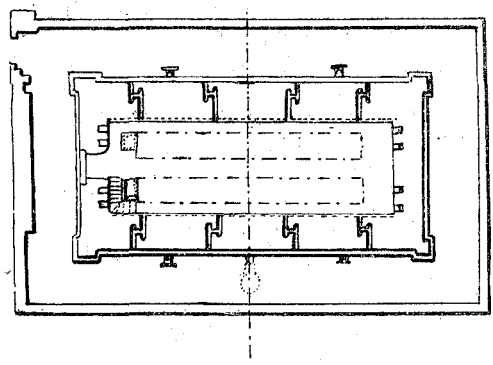


Fig. 36.

Para evitar la humedad, estaban separados del suelo natural por bóvedas y cubiertos con otra de cañón seguido, á prueba de

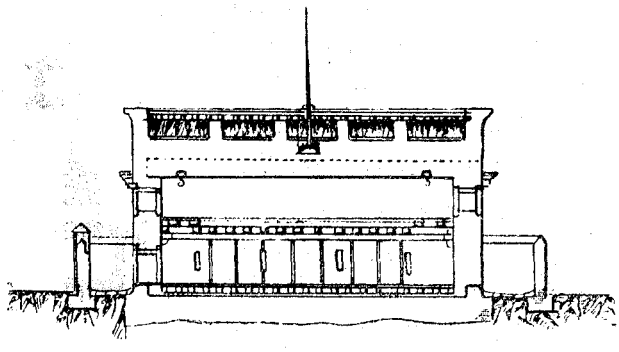


Fig. 37.

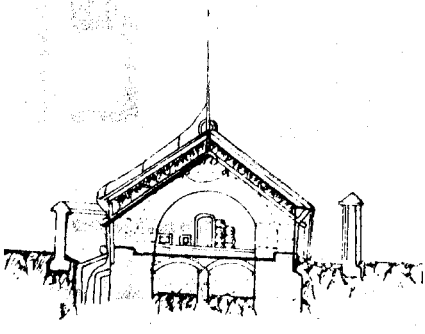


Fig. 38.

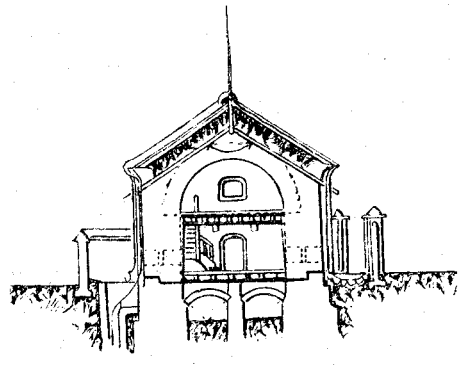


Fig. 39.

bomba; los muros son de un espesor y el almacén está rodeado de una cerca, distante 3 metros de las paredes de aquél. Si estaban adosados al terraplén el lado ó lados que en él se apoyaban, se hacía una galería abovedada que servía para proporcionar ventilación y fáciles comunicaciones, cerrándolas con buenas puertas, en las que se dejaban bocas para que el aire entrara sin dificultad y lo diera á los respiraderos del almacén. El general Gowiy extendió este procedimiento, colocando al lado de los estribos galerías apuntadas, de anchura nada más que la necesaria para que pudiera transitar un hombre, á la que igualmente daban los ventiladores y compuertas, de análoga forma. El objeto de éstas, que han conservado el nombre de su iniciador, fué para impedir la acción directa de la lluvia y que no pudieran los mal intencionados, cuando el edificio estaba aislado, introducir animales con artificios incendiarios y evitar en los colocados en el interior de los terraplenes, la humedad directa de las tierras adosadas.

Para defenderlos de los efectos del rayo, llevaban pararrayos, en un principio aislados del edificio (fig. 33); más tarde, sobre el mismo almacén, empotrados en la boca y colocados en el centro del edificio.

La distribución y detalles del interior de los aislados, pueden verse en las figuras ya citadas, siendo conveniente aclararlos por la consideración de que muchos de ellos, con ligeras variantes, son los aceptados en España por la comisión del 47.

Los barriles se colocaban en filas sencillas ó dobles de dos, tres ó cuatro de altura, según fueran de 50 ó de 100 kilógramos. Las dimensiones de los almacenes eran las siguientes:

Anchura.	Grandes.	$8^m,30$	$0^m,9$ calle central. $3^m,00$ doble hilera de barriles.
	Pequeños..	$5^m,60$	$0^m,85$ entre barriles y el muro.

La longitud, proporcional al número de barriles que se quiera guardar:

Altura.	Grandes..	Con entresuelo	$7^m,35$	Desde el intradós de la clave al tablero del piso bajo.
		Sin entresuelo	$4^m,68$	
	Pequeños	Con entresuelo	$6^m,00$	
		Sin entresuelo	$3^m,51$	

El espesor de muros determinado por el empuje de la bóveda, generalmente $1^m,30$.

El paramento interior de los muros tiene una salida de $0^m,25$ al llegar al entresuelo, con objeto de que se apoyen sobre ella las viguetas. La cimentación es en escalones y las bóvedas que sostienen el piso rebajadas, de $0^m,30$ á $0^m,35$ de espesor en la clave; para evitar la humedad se asfaltan todos los pavimentos exteriores é interiores de las mismas.

Ya dijimos que se cubría el edificio por un cañón seguido, á prueba de bomba, de 1 metro de espesor en la clave. El trasdós está formado por dos planos inclinados y defendido de la humedad por una capa de hormigón de $0^m,05$ de grueso, colocando sobre éste las tierras; la montera se pone sobre dados de mampostería, que se construyen al mismo tiempo que la bóveda.

Para el ingreso al edificio, no solían dar más que una entrada, situada en el testero que ofreciera menos peligro, siendo sus dimensiones 2 metros de alta y $1^m,20$ de ancha; las ventanas se hacen de $1^m,20$ por $1^m,10$; unas y otras compuestas de dos órdenes de tablas forradas interiormente, bien de palastro pintado al óleo ó de cobre, de cuyo material son las cerraduras, goznes, cerrojos y demás detalles metálicos.

No era permitido el empleo de materiales absorbentes de la humedad y para evitar esto, enlucían todo el edificio con una mezcla hidráulica, y en el interior, hasta 1 metro ó $1^m,50$ de altura, hacían zócalo, con cemento sólo, sin arena.

Los pisos se entarimaban con madera de encina ó solados y embaldosados; lo primero, si el terreno era húmedo; cuando se empleaba este sistema, colocaban dados de piedra sobre el trasdós de las bóvedas que servían de apoyo á las vigas del piso, las que se espaciaban á $1^m,20$ ó $1^m,50$ sobre éstas; las viguetas á claro y lleno y encima el doble entarimado, formado por tablas de $0^m,025$ de grueso las inferiores y $0^m,030$ las superiores, unidas á ranura y lengüeta, sujetas con clavazón de cobre y cabeza perdida. El entarimado no tocaba las paredes y para cerrar el espacio, colocaban unos listones achaflanados, que servían de guardapolvos.

Para airear y conservar las maderas de los pisos, sobre todo las cabezas, abrían en cada testero cuatro respiraderos de $0^m,20$ de anchura.

Los ventiladores del almacén tenían $0^m,10 \times 0^m,50$ al exterior, aumentando sus dimensiones en el interior en $0^m,02$, poniéndolos á una altura sobre el piso de 1 metro á $1^m,50$ y de 3 metros á 4 metros unos de otros, procurando no se correspondieran los de un frente con los del opuesto.

Hay dos escotillas para el servicio, por donde se bajan los barriles, empleando poleas que están sujetas en ganchos incrustados en el intradós.

Los pararrayos defienden por cada metro de altura un radio de 2 metros; sus conductores van á parar al pozo colocado en el camino de ronda y de diámetro interior de $0^m,80$. El camino interior tiene 3 metros de ancho y su suelo en pendiente de $\frac{1}{20}$, vertiendo las aguas á una regata situada al lado opuesto de los muros del almacén. La puerta del muro de cerca está á un lado en el eje de uno de los caminos y en el mismo testero que la puerta del edificio, siendo sus dimensiones de $1^m,80$ de ancho por $2^m,70$ de alto. En caso de guerra se blinda la puerta del almacén y para ello, al muro del recinto que está enfrente le dan doble espesor para que sirva de apoyo y resista al empuje de las viguetas.

Estos tipos han sido reglamentarios desde 1848 como abovedados; se intentó modificarlos y se propuso, prevaleciendo algún tiempo, la idea de construir almacenes superpuestos; el superior, no á prueba, para conservar las pólvoras en tiempo de paz, con buenas condiciones de ventilación, y el inferior, abovedado, bajo la superficie del terreno á $2^m,50$, que sirviera para el de guerra. La idea aceptable en lo relativo á quedar defendidos de los proyectiles los subterráneos, no lo era para la conservación de las pólvoras y de difícil realización cuando hubiera que aplicarlo en terrenos en que el nivel del agua sea superior al piso del almacén.

Hoy día se consideran dos modelos, uno para paz y otro para guerra. El representado en las figuras 40, 41, 42, 43 y 44, es el llamado nuevo para las plazas de guerra; sirve para encerrar 100.000 kilógramos y puede ser construído lo mismo bajo un macizo aislado que bajo las tierras del terraplén. Tiene 6 metros de ancho y $4^m,75$ de altura bajo la clave. Las cajas se colocan según el eje de la bóveda, dejando paso en medio y á cada uno de los lados una galería lo circunda, la que sirve de aislador de la humedad producida por el contacto de las tierras; para la

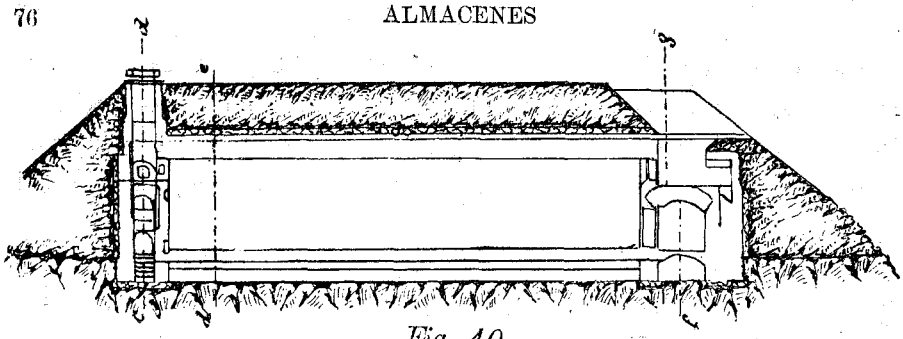


Fig. 40.

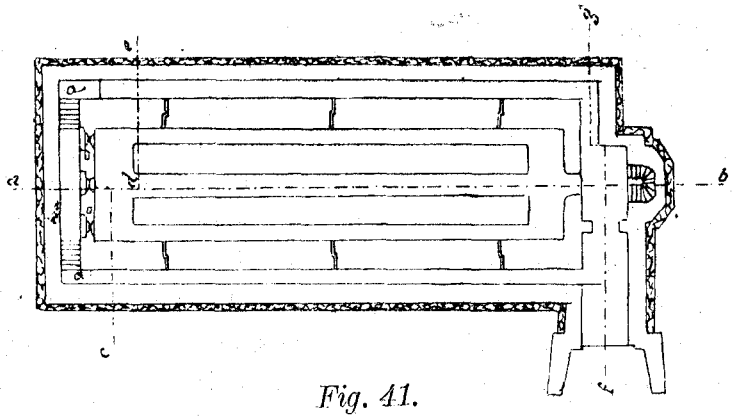


Fig. 41.

Seccion C.D

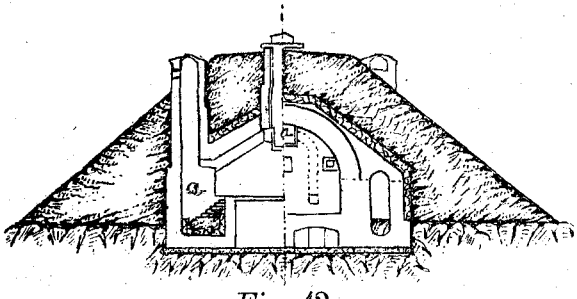


Fig. 42.

Seccion f.g

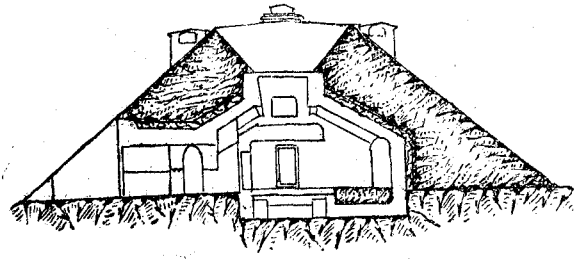


Fig. 43.

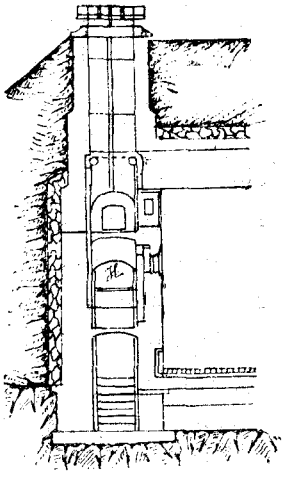


Fig. 44.

vigilancia y fácil comunicación de la cámara destinada á las lámparas, reflectores y chimeneas de ventilación, permitiendo circular el aire; para preservarlo de la humedad del suelo, está construído sobre bovedillas que sirven de apoyo del piso y forman una cámara aisladora. Al lado de la entrada hay un vestíbulo que se emplea como cuarto de distribución, evitando que entren en el almacén otras personas que los encargados de este servicio; á este vestíbulo dan las galerías de comunicación. La iluminación se obtiene con lámparas de potente reflector, colocadas en nichos abiertos en el muro posterior del almacén; todo ello está en una habitación especial *H*, llamada cámara de iluminación (fig. 44), que tiene su correspondiente chimenea; la fuerza de estos reflectores es tal, que en el extremo opuesto se pueden leer con comodidad los precintos y marcas que llevan las cajas.

La ventilación se produce por tres chimeneas *a*, colocadas dos en las esquinas posteriores de los corredores del almacén y otra en el centro de la cámara de ventilación.

Los que sirven para el aprovisionamiento de los cuerpos de ejército en paz y en los que se guardan las cajas con pólvoras, cartuchería de instrucción y la necesaria en caso de movilizar las tropas, están representados en las figuras 45, 46 y 47 que llevan el nombre de modelo de 1873. De almacenes de esta clase hay dos tipos, el grande y el pequeño; sólo damos este último, pues el otro sólo se diferencia en su mayor magnitud, por lo que hay que aumentarle las dimensiones y ponerle una

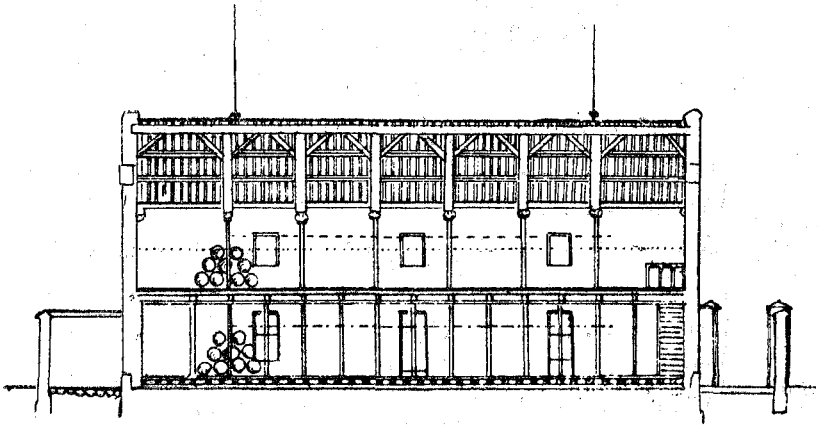


Fig. 45.

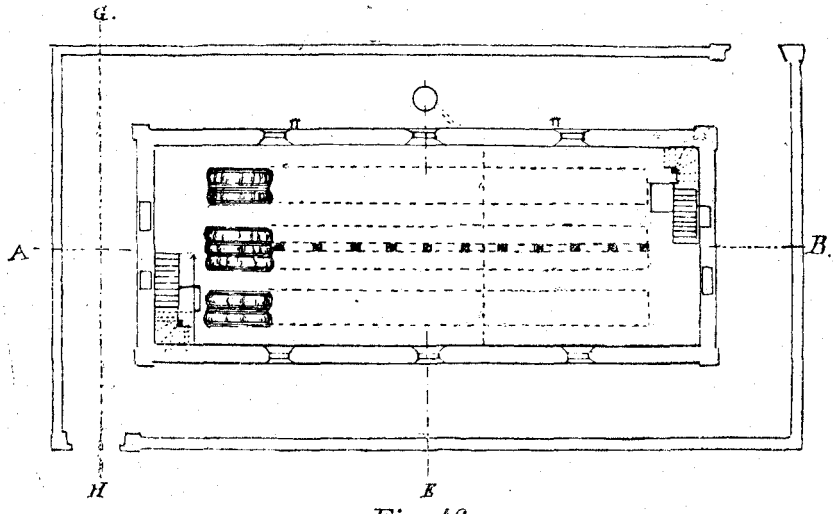


Fig. 46.

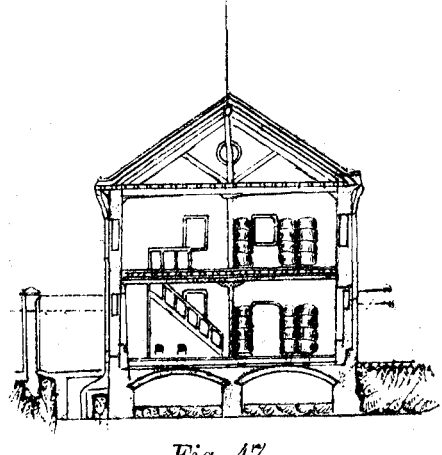


Fig. 47.

nueva fila de piés derechos. Las magnitudes son las siguientes:

Pequeño.	Largo.	$21^m,85$			Camino de ronda: Ancho 3 metros. Altura del muro 3 metros.
	Ancho.	$8^m,45$			
	Altura total desde el terreno natural. .	$10^m,642$	Pisos. . .	$3^m,00$	
			Cerchas	$4^m,642$	
Grandes.	Largo.	$19^m,30$			
	Ancho.	$11^m,40$			
	Altura total desde el piso del almacén.	$11^m,42$	Pisos. . .	$3^m,00$	
			Cerchas	$5^m,42$	

La cubierta es de teja plana; la ventilación, natural, por medio de ventanas cuya forma y cierre es análogo á los tipos antiguos, como también las trampas y medios auxiliares para la bajada de barriles ó cajas.

Los almacenes para cajas ó municiones preparadas son de un piso; de altura total el edificio 11^{m},10 y anchura 8^{m},80 (figs. 48 y 49), componiéndose de dos ó varias naves adosadas, con comunicación unas con las otras. El piso, hecho sobre bovedillas, suele ser de asfalto ú hormigón.

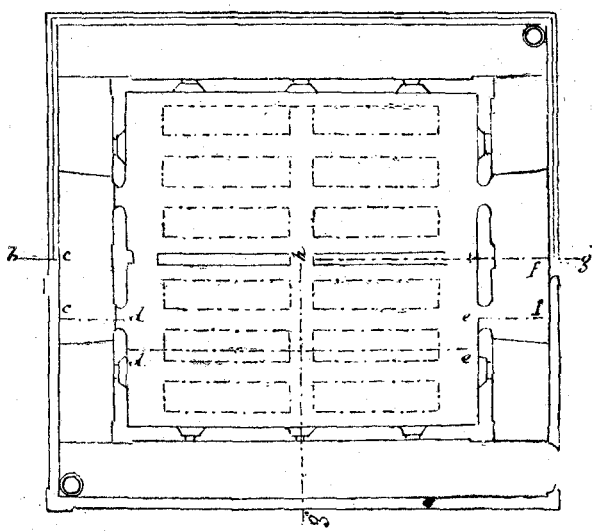


Fig. 48.

Cuando hay que hacer los almacenes bajo la roca, emplean los llamados cabernas (figs. 50, 51 y 52); la simple inspección de las figuras hace comprender que están aislados de las paredes del túnel por los corredores naturales y por la cubierta. El suelo es de hormigón y el piso de madera impregnada de bolthar; está sostenido por muretes de mampostería. La ventilación é iluminación es análoga á la ya descripta para los de tiempo de guerra.

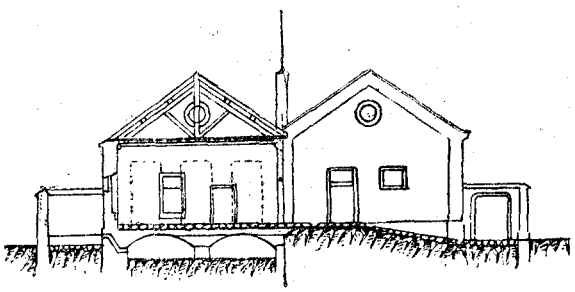


Fig. 49.

Los almacenes de las fábricas son edificios ordinarios de piedra, forrados interiormente de madera; los muros tienen 0^{m},50 á 0^{m},60 de espesor y el piso levantado del suelo.

Las puertas y ventanas son de dos hojas y están forradas con planchas de zinc. Su planta es rectangular y van rodeadas de un muro de

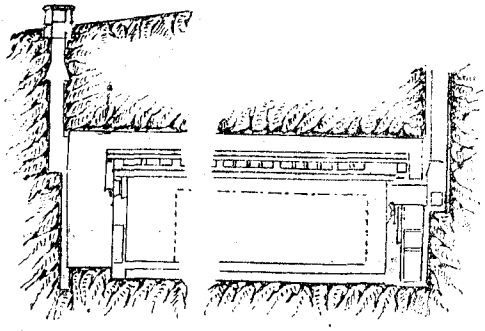


Fig. 50.

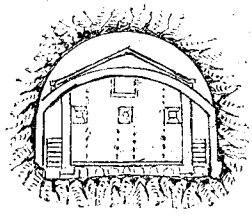


Fig. 52.

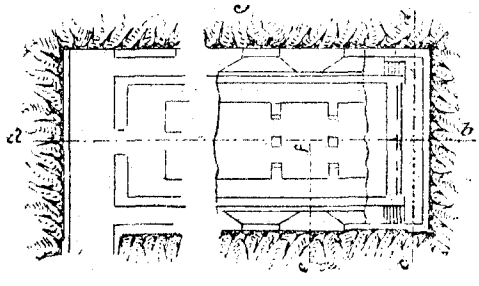


Fig. 51.

3 metros de altura y éste de un foso. Se entra al almacén por un corredor cubierto.

Alemania.—Esta potencia, deseando evitar grandes perjuicios en caso de explosión y que el servicio se haga rápidamente, profesa el principio de que los depósitos sean numerosos, dividiéndolos en de paz y de guerra.

Los primeros, situados fuera del recinto de las plazas, son blockhaus de mampostería, que construyen en las golas de las obras destacadas ó en los frentes de ataque, pero en condiciones de que al llegar el momento de una guerra y quitar su contenido sirvan como reducto y para alojamiento de tropa. El glásis es el sitio donde en la mayoría de los casos los establecen. El número de ellos lo calculan para que contengan todas las pólvoras y municiones de artillería, pero separadas unas de otras.

Los almacenes de tiempo de guerra se colocan en el interior de la plaza, bajo las obras de fortificación, y se llenan de provisiones al ponerse en estado de defensa. Se dividen en principales ó de reserva y secundarios ó de consumo.

Los principales son (figs. 12 y 13) de fábrica, blindados ó abovedados, con capacidad para 150.000 kilógramos, rodeados y envueltos de grueso espesor de tierras. Los construyen en paz y los dejan completamente preparados, sobre todo los situados en las plazas fronterizas.

Se componen del almacén propiamente dicho, con un pequeño vestí-

bulo que sirve de antealmacén, al que se entra por un corredor que se cubre y blinda en caso de guerra, sirviendo en paz para dar mejor ventilación y luz al interior. Los muros están separados de las tierras por una galería abovedada, que sirve para la vigilancia, colocación de las lámparas con sus reflectores metálicos que hacen penetrar la luz por aberturas *c c* sólo en una de las paredes, y cerradas por cristales de $0^m,01$ de espesor, y por ventanas correderas en la galería. La ventilación se obtiene con ventiladores hechos en el muro opuesto al de las lámparas y una gran chimenea *K* en el corredor posterior, tomando el aire exterior por los establecidos á la altura del arranque de las bóvedas y que se ven en *a a*. En paz las puertas sólo se cierran con rastrillos y se ventila abriendo las ventanas *F* del frente posterior, á cuya altura se conserva un conducto que atraviesa el muro y espesor de tierras; éste se inutiliza al ponerse en estado de defensa. La planta es rectangular y los muros con contrafuertes; el piso, colocado sobre macizos de mampostería, es hueco para que circule el aire y va cubierto de tabla.

De los secundarios hay tantos como frentes y además cada obra destacada tiene también el suyo; contienen el aprovisionamiento señalado al armamento de seguridad, aumentado en caso de sitio con las dotaciones reglamentarias. Para este objeto se aplican las casamatas que existen debajo del terraplén del recinto y en éstas las que estén al lado de las poternas del saliente y de la cortina.

Si no existieran locales á propósito ó fueran necesarios para alojamiento ú otros usos, los construyen de fábrica ó de madera en los traveses en capital (figs. 53, 54 y 55), en cuyo caso se establecen dos,

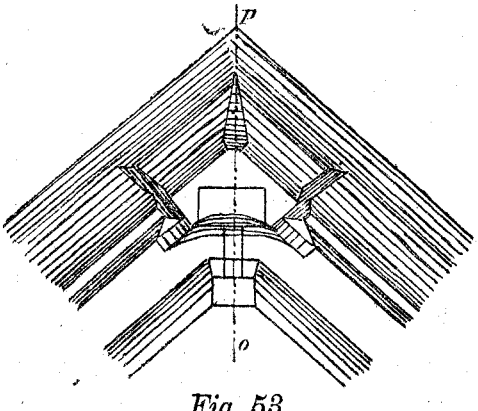


Fig. 53.

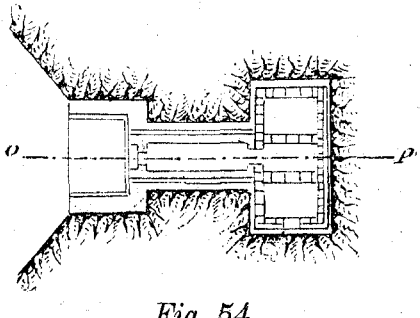


Fig. 54.

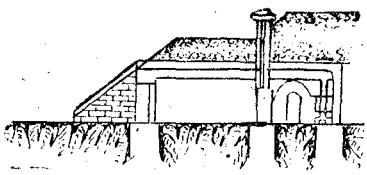


Fig. 55.

uno en la cabeza para el consumo y el otro en la cola para la preparación de cartuchos, saquetes, etc., separados por un gran macizo de tierras.

La ventilación é iluminación se dispone de una manera parecida á los principales, estableciendo galerías y haciendo desembocar la chimenea al pie del talud interior del parapeto, con lo que está siempre resguardada de los tiros enemigos; la iluminación, por lámparas, que se vigilan desde el corredor.

Todos ellos llevan pararrayos, de los formados por red metálica sin empleo de puntas, yendo los alambres á introducirse á bastante profundidad en los terraplenes.

Las dimensiones de los principales suelen ser $10^m,40$ de ancho entre muros y 6 metros entre contrafuertes y 3 metros de altura hasta el arranque de la bóveda. La longitud es proporcional á la cantidad de provisiones que se quiere guardar. Los de las fábricas son de madera y cubierta ligera; las paredes interiores están preservadas de la humedad por medio de una capa de pintura; la entrada se sitúa generalmente mirando hacia el Este. El edificio va rodeado de un foso y de una terraza.

Austria.—Igual división que en Alemania: de paz y de guerra. Aquéllos son blockhaus de madera situados fuera de la plaza, y los segundos, en su interior, están hechos de mampostería ó de fábrica. Tienen tres tipos. En el de tierras adosadas á tres lados (figs. 56, 57 y 58), la galería de ventilación é iluminación es independiente del almacén, y se entra por puertas *a* especiales en los lados opuestos á la principal. Recibe el aire por otras pequeñas galerías colocadas en los costados; tiene en la puerta de ingreso *A* un vestíbulo y seguido un antealmacén; la salida del aire se obtiene por varias chimeneas *B*, colocadas en los corredores y en comunicación con el almacén, y suele ser de 25 metros de largo, mas lo necesario para el vestíbulo y antealmacén, que aumenta unos 8 metros, de $6^m,50$ de anchura y $1^m,50$ de altura hasta el arranque de la bóveda. El corredor de 1 metro.

El modelo de tierras adosadas en dos lados (figs. 14, 15 y 59) es de contrafuertes y entre cada dos lleva su correspondiente ventana, que da

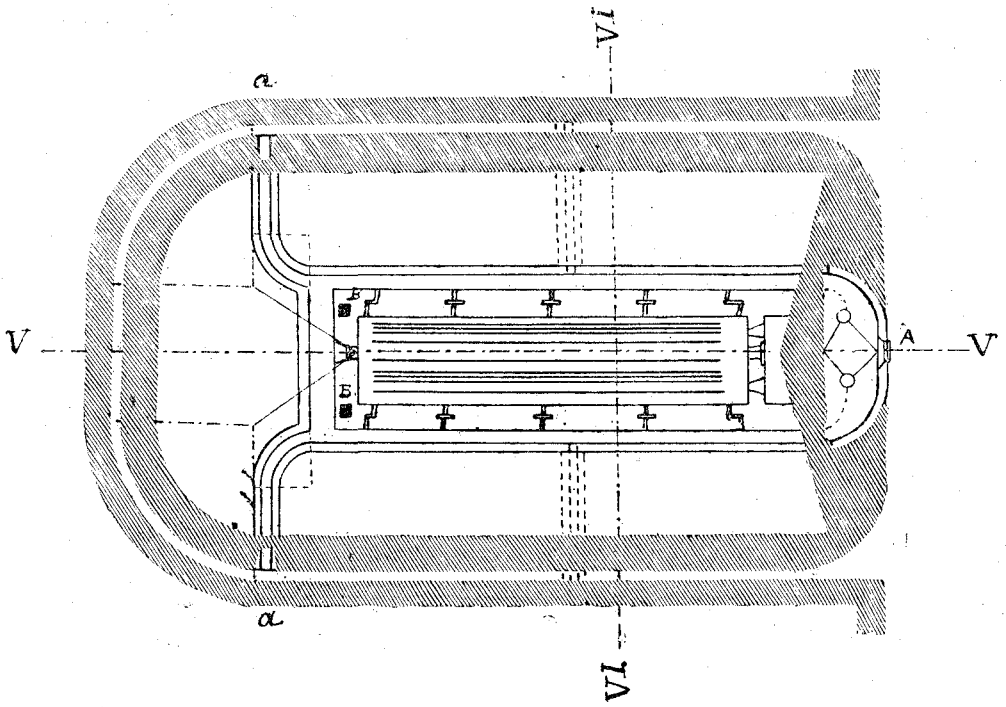


Fig. 56.

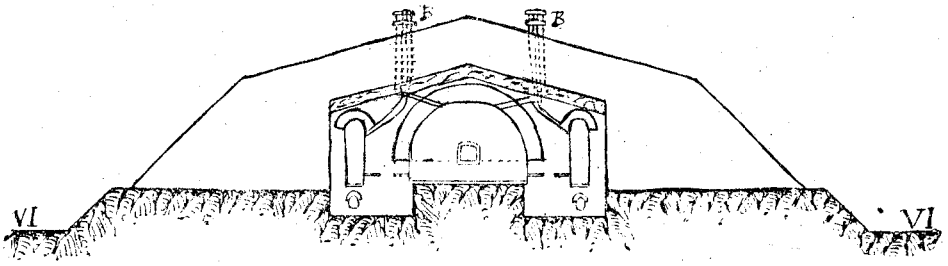


Fig. 57.

á un patio defendido por un macizo de tierra; en los costados adosados á las tierras lleva su galería y chimenea. El ingreso se verifica, lo mismo que en el anterior, por un vestíbulo y un antealmacén, y las dimensiones son también las mismas.

El último, con tierras adosadas que le cubren por completo (figs. 60, 61 y 62), sigue los mismos principios que los otros dos y sólo se diferencia de ellos en que se divide en dos el almacén por medio de una galería central.

Los aislados van colocados en los baluartes vacíos ó en obras espaciosas, tales como los frentes que están menos expuestos al ataque; pero han de estar resguardados en toda su altura por las crestas de las obras que están delante contra los fuegos directos. Cuando el terraplén es bajo, ábrese delante del muro del almacén que corresponde al talud interior un antefoso *m*, como se vé en la figura 63, que representa la planta de uno de este género situado al lado de una poterna.

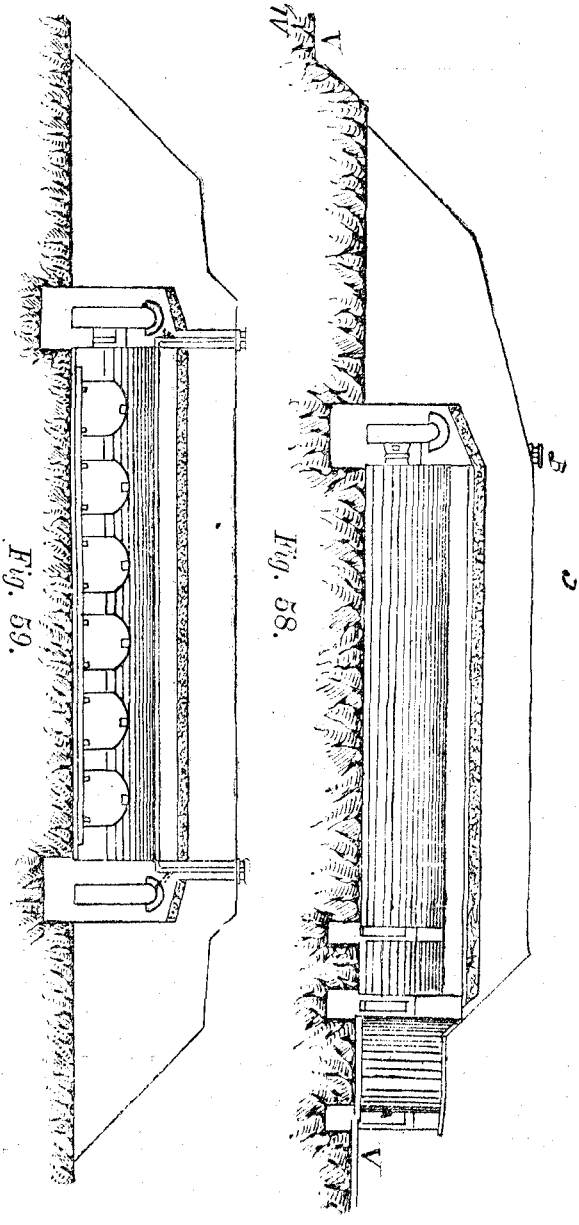


Fig. 58.

Fig. 59.

Rusia.—Los almacenes que emplean son, con ligeras variantes, los propuestos por el ingeniero español D. Saturnino Rueda. No los detallamos porque basta el exámen de las figuras 64 y 65 para comprender su disposición.

Inglaterra. — En paz, grandes almacenes de mampostería, divididos en varios compartimentos. Los barriles están apilados sobre piezas transversales de madera y el transporte en el interior se hace por medio de un carrito que rueda sobre carriles de bronce. En las plazas de

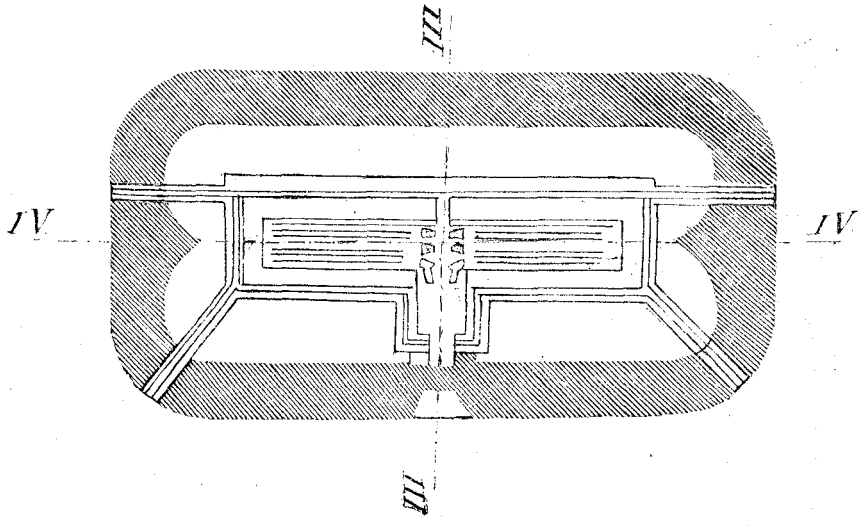


Fig. 60.

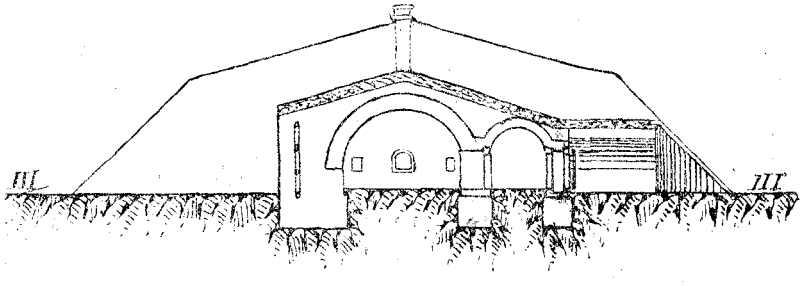


Fig. 61.

guerra usan casamatas abovedadas, de disposición análoga á los tipos antiguos de Francia.

Bélgica.—Por sus condiciones especiales ha sido uno de los países que más ha tenido que luchar para conseguir tener buenos almacenes; no hemos llegado á determinar de una manera exacta las transformaciones sufridas; sólo podemos decir que existen aislados y bajo los terraplenes, y que unos y otros son unas veces abovedados y otras completamente blindados.

Hoy día los tienen de dos clases: de depósito, que son los que conservan las pólvoras y municiones en paz, y de aprovisionamiento, que las guardan en el momento de un sitio para satisfacer las necesidades de las baterías durante varios días. El tipo más generalizado es el repre-

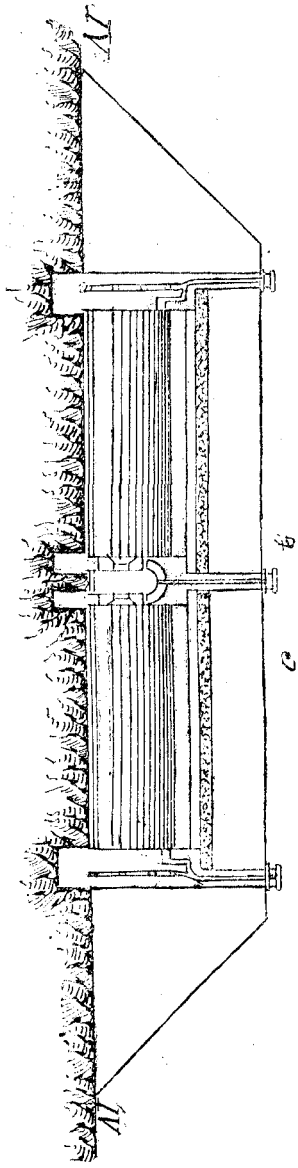


Fig. 62.

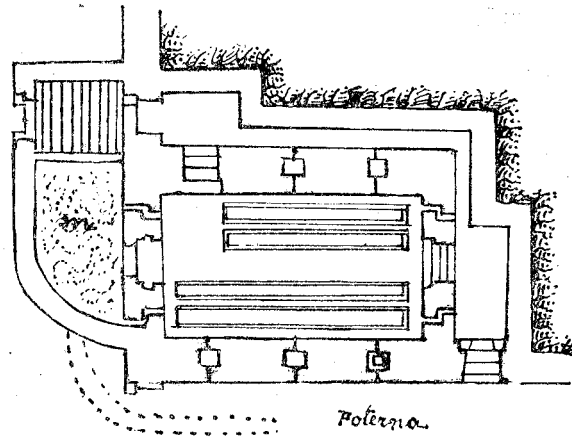


Fig. 63.

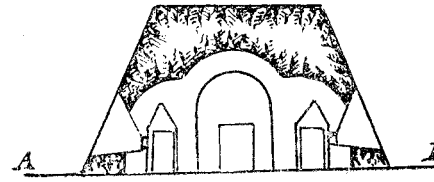


Fig. 64.

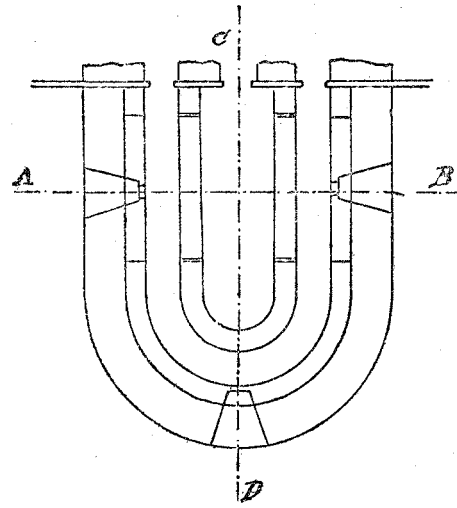


Fig. 65.

sentado en las figuras 66 y 67. Se compone de dos locales abovedados contiguos, que comunican con otro en la fachada que sirve de antealmacén, al que se entra por un vestíbulo. De éste

parte una galería que rodea el edificio; en la parte posterior se ensancha y forma la cámara de iluminación, donde están los nichos para el alumbrado y las chimeneas de ventilación.

Todo el edificio está sustentado por sótanos abovedados. Dos puertas sirven de comunicación entre la galería y el antealmacén y hay otra para pasar desde él al vestíbulo; el ante-

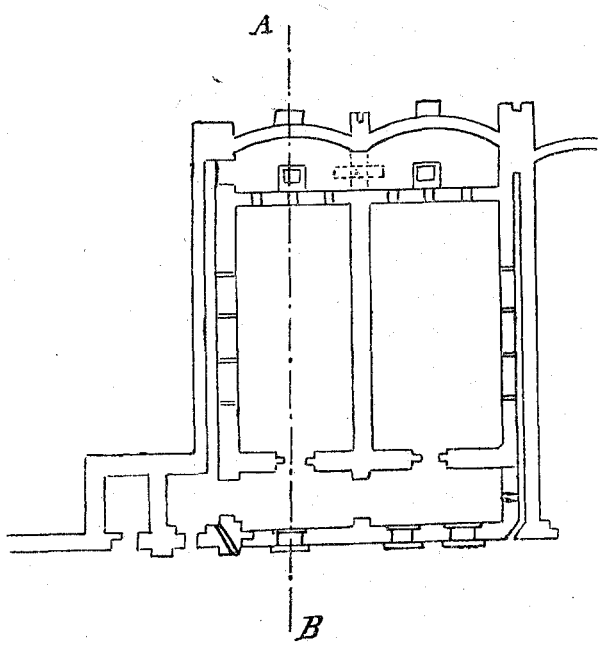


Fig. 66.

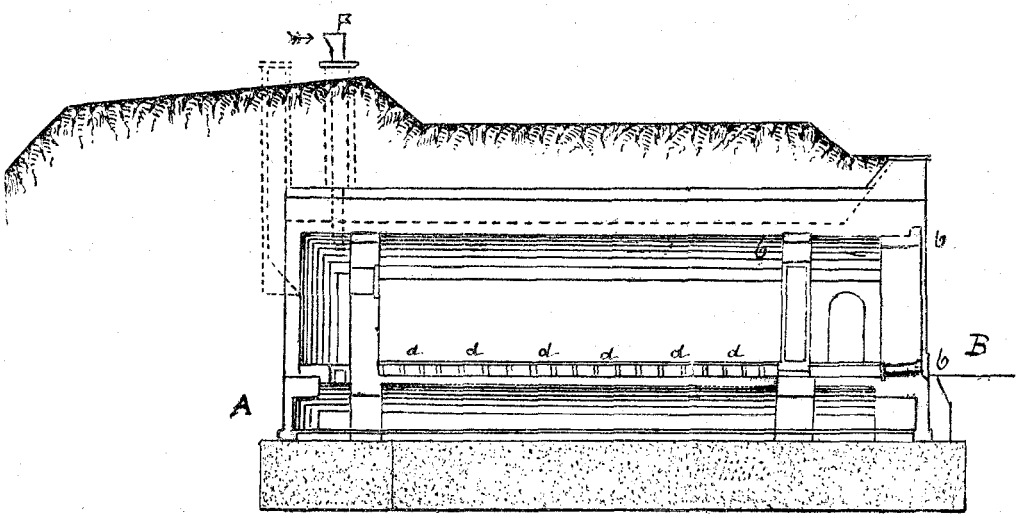


Fig. 67.

almacén tiene cuatro ventanas, con todos los requisitos de seguridad. En la galería posterior, que es cámara de iluminación, existen chime-

neas para desahogar de humo y mantener corrientes de aire en ella; hay una puerta para hacerla independiente, y en la que, como ya hemos dicho, están los nichos cerrados con grueso cristal, donde se colocan las lámparas; á cada lado hay respiraderos, cerrados con placas agujereadas para dar paso al aire.

Los muros tienen ventiladores en forma de aspillera, cerrados igualmente con planchas agujereadas, que recogen el aire de las galerías, siendo la de la derecha independiente y adquiriendo aquél del exterior por una ventana con verja que da á la fachada; otra semejante comunica con el vestíbulo, permitiendo la entrada del aire en el de la izquierda. Para vigilar los sótanos existen trampas con cubierta agujereada; la ventilación se obtiene por tragaluces acodados, hechos en la fachada.

Cuando están aislados su planta y corte son los de las figuras 68 y 69, semejantes á los de los anteriores, siendo la disposición del piso la indicada en la figura 70, que se compone de placas de zinc, debajo una capa de arcilla, un solado de baldosa, y el todo sobre una tongada de escorias de carbón y ceniza. Las dimensiones son: 5 metros de anchura para cada local y 4^{m},40 de altura hasta la clave.

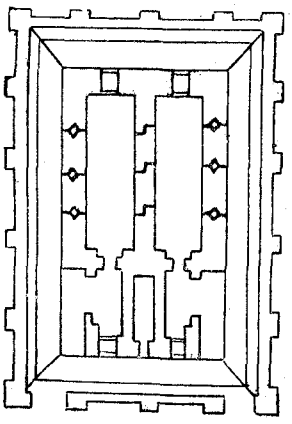


Fig. 68.

Ya dijimos que existían algunos blindados; éstos están cubiertos con viguetas de hierro rellenas de hormigón y una capa de lo mismo encima, poniendo sobre ésta otra

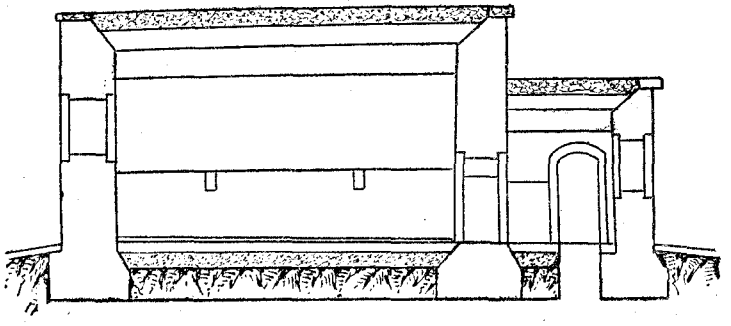


Fig. 69.

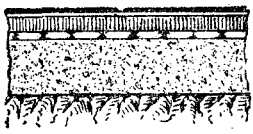


Fig. 70.

de tierra de cuatro á cinco pies. En el espesor de los pies derechos, y otras veces colocando paralelamente á ellos un tabique de ladrillo, se forma una canal de $0^m,14$ á $0^m,28$ de anchura, que desemboca en el porche ó vestíbulo que precede al almacén y permite la circulación del aire.

Cuando están, como los de los fuertes del campo atrincherado de Amberes, al lado de las poternas que conducen á las semicaponeras, su disposición es la de las figuras 71 y 72, en que el almacén está rodeado por una canal de comunicación independiente de la cámara de iluminación y situada al lado opuesto del antealmacén. La anchura es de $5^m,50$ y la altura bajo la clave $3^m,50$.

ESPAÑA.—Ordenado por el gobierno que una Comisión de oficiales de Ingenieros diese tipos de los edificios militares que el Cuerpo estaba encargado de construir, incluyendo en ellos los almacenes de pólvora, propusieron en 1849 varios, y son los siguientes:

Para 1250 quintales de capacidad, análogo al francés (fig. 36), en planta y de dos pisos (figs. 37 y 39).

Para 616 quintales, de un solo piso, cuyo corte es parecido al de la figura 38, con contrafuertes interiores y bóveda ojival.

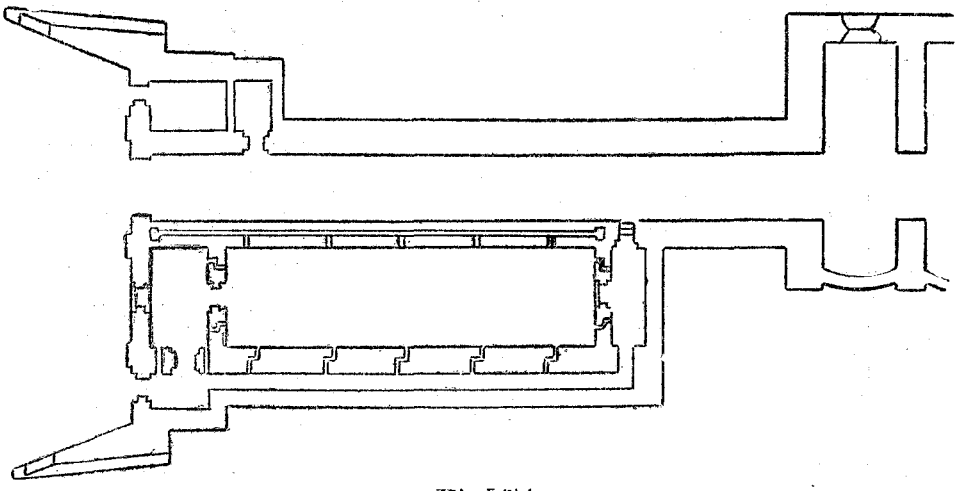


Fig. 71.

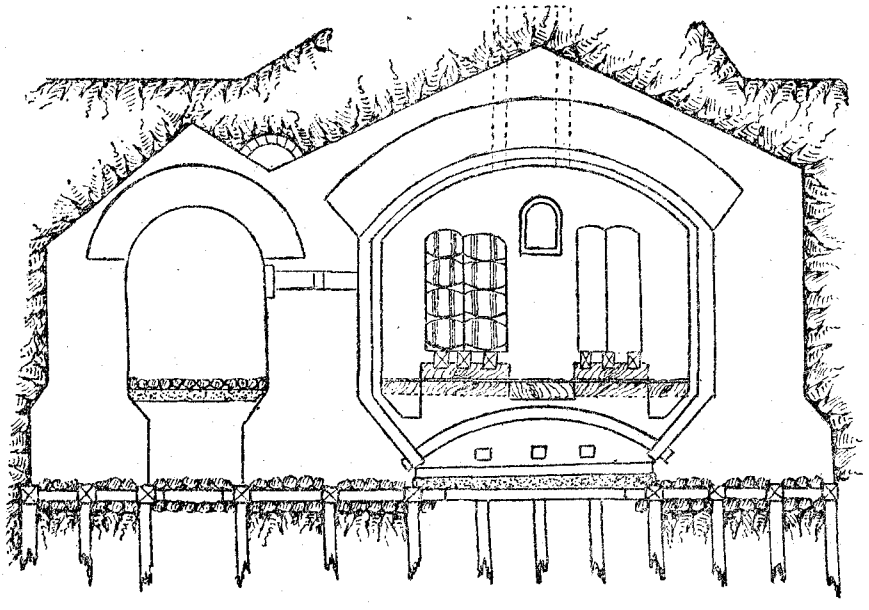


Fig. 72.

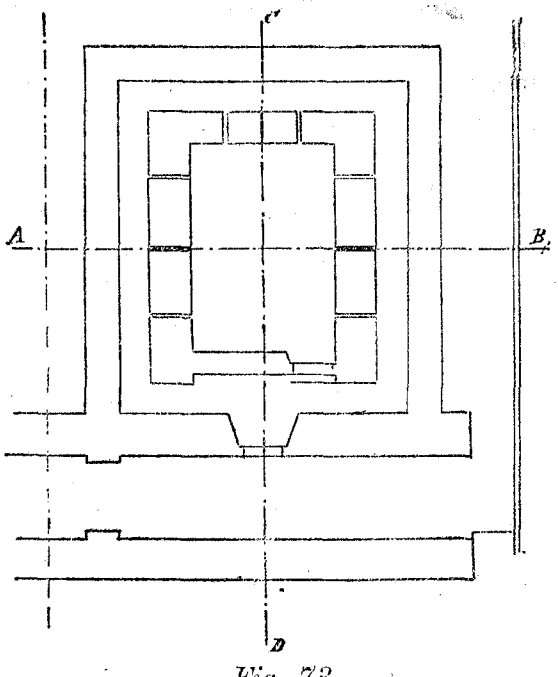


Fig. 73.

Presentaron además dos modelos para cuando estaban situados bajo los terraplenes; el primero (figs. 73 y 74) tiene el eje paralelo á la dirección del parapeto, estableciendo la galería de ventilación con bóveda ojival y efectuándose aquélla por medio de ventiladores sin recodo, á la altura del arranque de la bóveda; también se acepta en éstos el antealmacén. El modelo, cuyo eje es perpendicular á la direc-

ción del parapeto, es igual al anterior, con variar su posición y las puertas de entrada. Para evitar la acción de la humedad está el piso elevado sobre el suelo natural y al sótano que queda van á parar respiraderos en ángulo que establecen la corriente del aire.

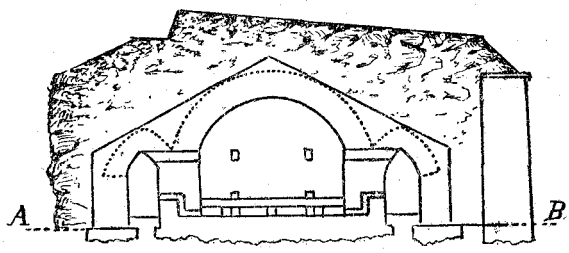


Fig. 74.

Las trampas, puertas y ventanas, análogas á las de los almacenes franceses. Los pararrayos se diferencian en pequeños detalles y los nichos tienen estantería para la colocación de barriles ó proyectiles.

Suecia.—Son de piedra, en cuyas paredes están fijos gruesos pedazos de madera que sobresalen bastante del muro y á los que clavan tablas de madera recubiertas de un barníz á la cal, dejando hueco entre ambas.

Otros muchos proyectos han ideado los ingenieros y artilleros para llegar á resolver el problema; vamos á exponer los principales, pues creemos que de ellos podrán sacarse ideas útiles.

En 1842, en Francia, el comandante de artillería Mareschal propuso un almacén que titulaba de cierre hermético, y que comparó con los entonces existentes para demostrar que era más económico y de mejor resultado. Suprimía los ventiladores, los sótanos, tejados y pararrayos; constituía el edificio, todo de piedra, por una bóveda de cañón seguido, y para quitar los efectos de la humedad enlucía los paramentos de un preparado de brea; el piso lo ponía un poco más elevado que el terreno natural, formándolo por una buena capa de arena, sobre ésta un macizo de hormigón y encima las viguetas, que sujetaban el entarimado; con esto y cerrar la puerta única herméticamente con tiras de caoutchouc y no abrir el almacén sino cuando el tiempo era seco, dice que consiguió transformar algunos inútiles en propios para la conservación de pólvoras.

El oficial de ingenieros inglés W. Innes es otro de los partidarios del sistema hermético, practicado en Halifax, plaza de guerra de Nueva

Escocia, en vista de las experiencias verificadas por él en los almacenes del fuerte Charlotte y del Ogilvie en noviembre de 1867, cuya disposición es la de la figura 75. En éstos el sistema no es tan puro como en el de Mareschal, puesto que admite la galería, si bien sin comunicación con el almacén. Está construído todo de hormigón; tanto el piso como los muros y bóveda, formando un cajón impermeable.

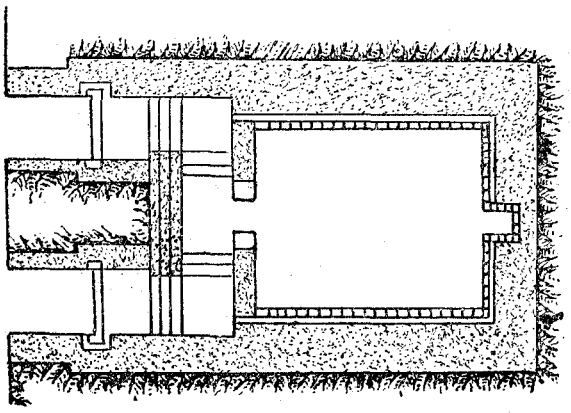


Fig. 75.

El capitán de Ingenieros Sr. Rubió, siguiendo las ideas de los anteriores y fundándose en que la humedad será mayor cuanto más veces se renueve el aire del local si la temperatura exterior es más elevada que el interior y el estado higrómetrico de la atmósfera es grande, es también partidario de los repuestos herméticos. La teoría, muy bien sentada, quizás no resulte en la práctica tan exacta por despreciar el calor que cede el aire cada vez que atraviesa el almacén. Podrá llegar un momento en que no se diferencien las temperaturas del exterior é interior, y en este caso variarán los datos del problema. Las experiencias efectuadas en Bélgica el año 1878 por el mayor de ingenieros Vander Bagaert y los escritos del teniente coronel de artillería Wanters podrían ser demostración de estas indicaciones. Las figuras 76 y 77 representan la planta y perfil de los almacenes que propone para los ordinarios de las plazas de guerra, en los que parece conseguirse bastante por el empleo atinado de la galería de ventilación que los pone en contacto con el aire exterior en verano, cerrando la entrada del frío en invierno. En esta forma mantiene la temperatura del interior lo más alta y constante que es posible, y para que se refleje hace las paredes que dividen el almacén de la galería delgadas, para que se transmitan las variaciones con facilidad y evitar que el aire interior pase al estado de saturación depositándose la humedad.

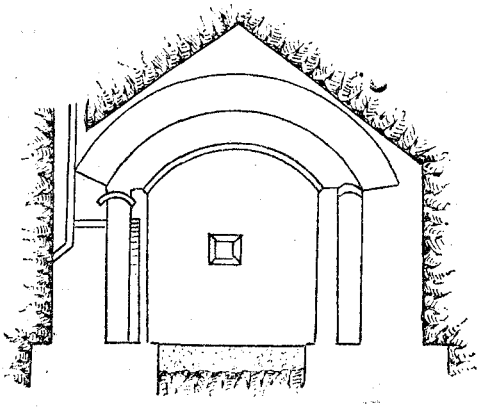


Fig. 76.

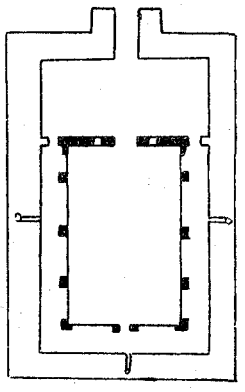


Fig. 77.

El almacén propiamente dicho sólo se abre en días buenos y su construcción debe hacerse con los materiales menos porosos.

Cuando sea necesario construir los almacenes en la roca, propone la disposición de la figura 78, siguiendo los principios anteriores.

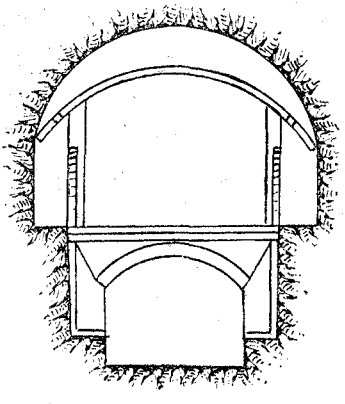


Fig. 78.

El holandés Mr. Merkes, mayor de Ingenieros, cree resolver el problema con los de doble planta panóptica con contrafuertes al interior (figuras 79, 80 y 81), sobre los que construye arcadas y el todo cubierto por bóveda cilíndrica y dos culotes esféricos en los extremos. Los ventiladores desembocan en los huecos entre los contrafuertes. Rodea el edificio de una cerca y en su interior coloca el cuerpo de guardia. Sitúa el pararrayos en el lado opuesto, sobre un pozo, y circunda el total de los edificios con cipreses para impedir que ejerzan acción sobre ellos las grandes cargas de la electricidad atmosférica.

Otro de los proyectos dignos de tenerse en cuenta, es el del capitán de Ingenieros español D. Saturnino Rueda, detallado en la memoria que escribió en 1852. Consiste en reemplazar la planta rectangular por la circular (figs. 82 y 83); su primera idea fué cubrirlo con una bóveda esférica, pero su gran peralte y los inconvenientes que le hicieron notar

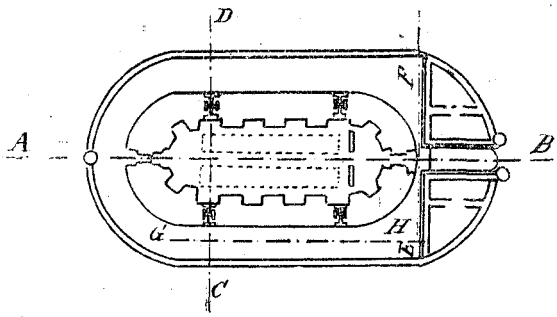


Fig. 79.

de ser vistos fácilmente, su difícil construcción y otros, le decidieron á reemplazar aquella planta por la anular, apoyada en un pilar central (fig. 84).

Para guardar la pólvora, propone una cajonería fija á los muros, forrada de zinc; pero no da detalles de la disposición ni del modo de evitar las humedades, la acción de éstas sobre el metal y medios para impedir que se desparrame el polvorín al remover el gra-

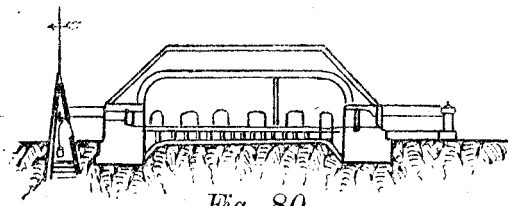


Fig. 80.

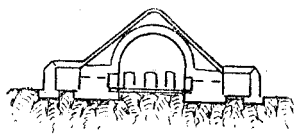


Fig. 81.

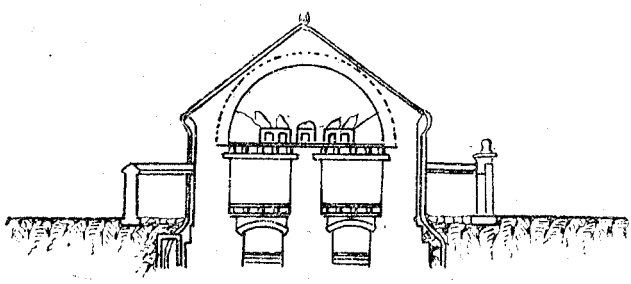


Fig. 82.

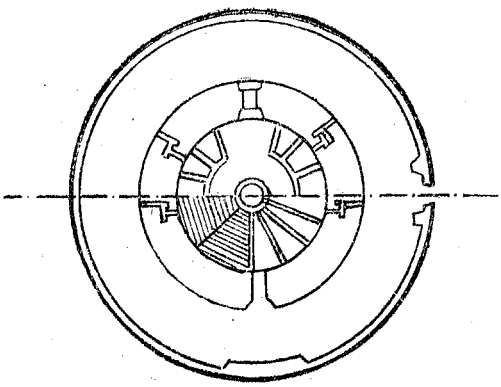


Fig. 83.

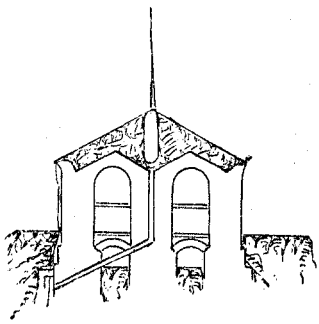


Fig. 84.

no. Emplea los pararrayos ordinarios, colocando uno central, unido á la superficie cónica de la cubierta, que es de plomo y está en contacto con tierra por una série de varillas de hierro.

El ilustrado general Cerero, en su tratado sobre *Defensas marítimas*, en el último capítulo que dedica á almacenes de pólvora, acepta las ideas de Rueda, pero convirtiendo el poste central en patio interior, cubierto con bóveda esférica (fig. 85), de mayor peralte que la anular y en la que

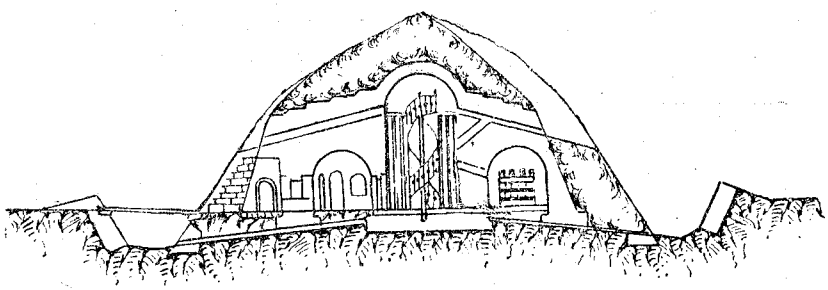


Fig. 85.

hay cuatro ventanas, que al mismo tiempo que dan luz al patio, facilitan la ventilación. De éstas, la que ocupa el lugar menos expuesto al fuego enemigo, sirve de entrada en época de sitio, salvándose el foso por un pequeño puente.

Para la salida y entrada de municiones, indica un sistema de planos inclinados que van á parar al glásis, y por medio de dos carritos enlazados y un plano automotor, lleva las municiones, ya preparadas, á los puntos de consumo. Dispone los pisos de madera sobre un sardinel de ladrillo y cal hidráulica; las paredes, pintadas con tres manos de pintura blanca al aceite; le da capacidad para 25.000 kilógramos y manifiesta que las tierras que se empleen para cubrirle, deben ser poco absorbentes y estar mezcladas con paja.

El malogrado oficial de Ingenieros D. Emilio Cazorla, en su libro *Almacenes de pólvoras*, después de una variedad de datos comparativos y detalles históricos, que prueban sus muchos conocimientos técnicos, acepta la planta rectangular, con corredor central, que sirve para dar luces interiores al edificio y propone dos tipos, uno para paz y otro para tiempo de guerra.

Los primeros son de dos pisos (figs. 86 y 87), con los barriles en dos hileras paralelas, de tres tongadas, en dirección del eje del almacén, dejando pasos en el centro y costados para el servicio y maniobras. Su capacidad es de 70.000 kilógramos y de las siguientes dimensiones: ancho, 6 metros; alto, 3 metros cada piso; idem de la hilera, 8 metros; espesor de muros $0^m,50$.

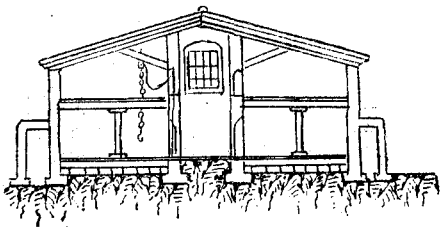


Fig. 86.

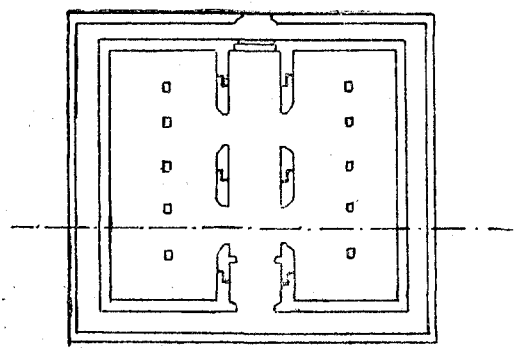


Fig. 87.

Con objeto de usar maderas de poco tiro y por consiguiente más económicas, pone piés derechos, sobre los que apoya la cumbrera que sostiene las viguetas de piso, el cual está entarimado.

Estos almacenes van rodeados de un muro de cerca, de altura suficiente para que sea difícil escalarlo; el piso del camino de ronda, que está medio metro más bajo que el del almacén, se construye en pendiente, para que corran las aguas con facilidad. Los herrajes, de cobre y bronce ó latón; las hojas de las puertas llevan muelles, para obligarlas á permanecer cerradas. La entrada es á un vestíbulo que tiene igual altura que el corredor, dando á él las ventanas, que proporcionan luz y ventilación al interior.

Las puertas y ventanas son de doble forro, con fuertes rejas al exterior y alambradas de latón al interior. Los ventiladores, en la disposición de la figura 87, á la altura de la madera de los pisos. El pararrayos, situado en el centro, está formado por cinco agujas, con punta de cobre; lleva varios conductores que se unen á uno central que circuye el almacén en el camino de ronda; de éste parte otro solo, que va hasta un pozo de las cercanías que tenga agua permanente.

La cubierta es de teja plana; todas las maderas se pintan al óleo, con triple capa, y las cimentaciones son hidráulicas.

En los de tiempo de guerra, considerando que la principal condición que deben cumplir es la de tener resistencia suficiente para aguantar el choque de los proyectiles, propone como solución las bóvedas de cañón seguido, que tienen además la ventaja de no tener que contar para nada con la naturaleza del terreno, puesto que uniendo los piés de los muros con un arco invertido, la transforma en una construcción monolítica, útil siempre y sobre todo en los países sujetos á terremotos.

El corte (fig. 88) expresa con claridad la disposición, pues la planta es análoga á los de paz, diferenciándose en detalles y en los espesores de muros. En los testeros hay puertas que dan al exterior, que sirven de entrada al almacén, pasando por un vestíbulo como en el de paz y la segunda dá á una pequeña habitación completamente cerrada, de 0^{m},60 de anchura, con cinco ventanas de medio metro en cuadro, que llevan un sistema de triple cristalería con reverbero y que dan, una al espacio interior y las otras á los dos pisos bajos y entresuelos de las naves laterales. En estos huecos se colocarán luces para el alumbrado permanente, sin peligro absolutamente de una voladura, puesto que para alimentar la combustión se tendrán dos chimeneas ventiladoras, que darán al exterior en cada mechinal ó hueco de reverbero.

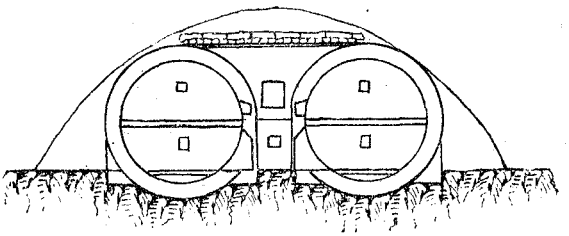


Fig. 88.

Las ventanas exteriores, en guerra, se tapan con tierra, dejando embebidos en su lugar tres tubos de hierro de 0^{m},05 de diámetro en cada una, que sirven para la ventilación. Con esto y blindando las puertas, quedará el almacén completamente defendido.

Propone (fig. 89) que durante la paz queden al descubierto las bóvedas, tapadas únicamente por una cubierta ordinaria, y que en caso de sitio se construya el blindaje con viguetas de hierro, apoyadas en la

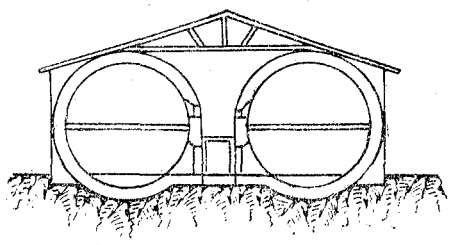


Fig. 89.

clave de la bóveda, tapando ésta y los costados con tierra, con las precauciones ántes indicadas.

La marina, para la conservación de su material en los barcos, usa otro tipo de almacén, conocido con el nombre de pañol. Si dificultades tiene la conservación de pólvoras en tierra, muchas más se presentan en el mar; la humedad y el calor son en este caso tan grandes, que es difícil hallar buena solución; por eso la marina de guerra ha recurrido principalmente á defenderlas por medio del empleo de envases especiales de cobre, llamados jarras, y potentes aparatos ventiladores.

Los pañoles se colocan bajo la línea de flotación y á cubierto de los tiros del enemigo; están cerrados por muros de ladrillo, forrados de tablas por ambos lados, hechos impermeables y en lo posible incombustibles, revistiéndolos con planchas de zinc exteriormente y de plomo por el interior. Se procura que queden independientes y lo más separados de las máquinas y calderas, con objeto de que no ocurra por imprudencia una explosión. Está prohibido que éntre en ellos nadie más que el encargado de su custodia, verificándose el reparto de pólvoras ó proyectiles en una habitación inmediata, llamada antepañol.

Para el caso de que se iniciara un incendio, llevan grifos que comunican con unos tubos que toman el agua del mar, y por medio de los que puede anegarse en un instante el almacén. El alumbrado se obtiene con los aparatos conocidos por el nombre de lantías, que se instalan en taquillas abiertas en el muro y dan la luz á través de dobles cristales muy fuertes, sólidamente unidos á la parte interior y reforzados con una rejilla de alambre de cobre.

Las lantías se componen de un hachote esteárico encerrado en un tubo de metal, con muelle en espiral en su interior, que obliga á conservar la luz en el foco de un reflector parabólico instalado á la altura debida; el tubo está sostenido por una doble suspensión para que se mantenga vertical y el conjunto va montado en un pié circular de mucho peso.

Las jarras se colocan á lo largo y en el centro de los pañoles, en hiladas horizontales, con la boca hacia fuera, separadas por listones que están unidos á piezas verticales, formando una estantería movible. Para sacar las cajas y los proyectiles, se emplean poleas que están fijas en el techo.

En los barcos modernos, los pañoles están formados por una envuelta exterior de palastro, de 10 milímetros, é interiormente forrados de madera de Teak de 15 á 20 milímetros de grueso, apoyada en montantes de la misma madera; otras veces, como en el acorazado *El Terrible*, de Francia, están formados de doble envuelta metálica, que se puede inundar, ya para evitar el exceso de calor en este almacén, ya para impedir que llegue á él fuego en caso de existir á bordo. El interior del pañol también se puede inundar en igual forma que los antiguos.

La ventilación, difícil en estos almacenes, sólo se efectúa en días secos, empleando para el objeto unas mangas de lona, que van del antepañol á la cubierta, sistema muy incompleto, que, como veremos después, podría transformarse, como ya se ha hecho en barcos extranjeros, con ventiladores á propósito, contando como cuentan los barcos modernos con la electricidad.

Las municiones para surtir los barcos, se conservan en tierra, en depósitos, que son almacenes análogos á los que emplea el ejército. Su planta es rectangular y tiene antealmacén; el interior va forrado de tabla, hasta cierta altura, siendo del mismo material el piso. La ventilación con respiraderos en *V* ó *zig-zag*, cerrados por fuera con planchas de zinc ó plomo con multitud de agujeros, y la luz se obtiene por ventanas, que cierran hacia el exterior. Los demás detalles, como los ya dichos para los de depósito.

Las nuevas pólvoras parece que han de cambiar la disposición de los almacenes. Pocos modelos hay hoy día, pues son muchas las dificultades con que se tropieza; de éstos, el aceptado por el gobierno Belga (figs. 90 y 91), va colocado en el fondo de una excavación de $3^{m},80$ de profundidad; los muros son de ladrillo de $0^{m},30$ de espesor. La entrada está cerrada por doble puerta, la interior de encina y la exterior de palastro. Para la ventilación, hay en las paredes respiraderos, como los de los almacenes ordinarios. El techo está formado por una bovedilla tabicada

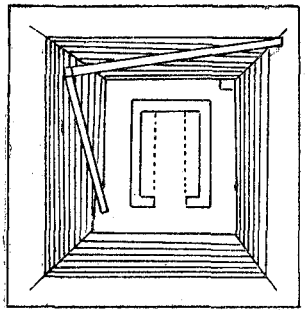


Fig. 90.

de ladrillo de 12 centímetros de espesor ó sencillamente por un techo de madera enlatado y cubierto con palastro galvanizado.

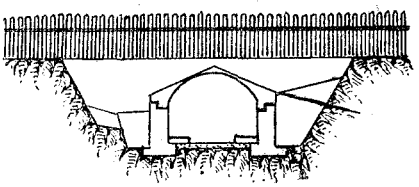


Fig. 91.

El suelo se forma de ladrillo, recubierto de cemento. Las cajas se colocan sobre polines de madera, separadas del suelo $0^m,20$ á $0^m,30$. Los pararrayos están reemplazados por un sistema de conductores, que derivan las corrientes á los macizos de tierra.

Cuando no se puede ó no se quiere que sean enterrados, se colocan en el suelo natural, rodeándolos de un parapeto de tierra de 3 á 4 metros de espesor en la cresta ó bien protegidos por accidentes del terreno, siempre que éstos tengan altura suficiente para cubrir la hilera de la montera.

En Francia, para los servicios del ejército en tiempo de paz y fuera de las plazas de guerra, hay dos tipos, el grande y el pequeño. Este, de capacidad para 120 á 130 kilógramos de dinamita, repartidos en ocho cajas de 15 kilógramos; se compone de una barraca de madera de 2 metros de lado sobre cimientos de mampostería. Las paredes están formadas por piés derechos, á los que van clavadas tablas por ambos lados, que constituyen los entrepaños; las juntas se tapan con listones; la cubierta es también de tablas, y sobre éstas, pizarras ó tejas ligeras, y con objeto de que quede una cámara de aire en la parte superior, que evite que las altas temperaturas obren en el interior, lleva un cielo raso de tablas con cubrejuntas del mismo material.

El suelo, á $0^m,50$ del terreno natural, es de arcilla bien apisonada y una capa gruesa de hormigón. La ventilación es natural por ventanillas de $0^m,50$, colocadas al tresbolillo en la parte superior é inferior de las paredes. Para evitar que se pueda introducir en su interior objetos peligrosos, se cierran con fuertes telas metálicas, sujetas á los marcos que

forman las ventanas y que rellenan el hueco de modo que aisle el que existe entre las tablas.

Las cajas se colocan en estantes á $0^m,50$ de intervalo y $0^m,30$ por lo menos de las paredes; el último piso está á $1^m,50$ del suelo.

El almacén queda rodeado de un parapeto de tierra franca, sin piedras, de altura suficiente para cubrir la hilera, separado 1 metro de aquél y $1^m,50$ frente á la puerta, dándole de espesor por lo menos 1 metro, siendo los taludes lo más rígidos que se pueda al interior y el todo cerrado por una empalizada de 2 metros de altura.

Según el clima y la naturaleza del terreno, los hacen enterrados ó sobre el suelo natural; en el primer caso el terraplén está sostenido por un muro de ladrillos hasta la altura del suelo. En estos almacenes pequeños no se pone merlón que proteja la entrada sino que se acoda el camino. Un nicho de mampostería, de $0^m,40$ á $0^m,50$ de lado y otro tanto de profundidad, hecho en el espesor de tierras y cerca de la puerta, sirve para guardar las cápsulas.

Ocupan un espacio de 15 por 20, pero si no pudiera disponerse ni de éste, los muros de contención forman las paredes y sobre ellas se coloca la cubierta y se suprime el corredor de entrada.

Si la salida de aguas es fácil, se pueden enterrar en fosos de $1^m,8$ á 2 metros de profundidad y entonces, como ya hemos indicado, van revestidos los taludes de mampostería y se baja al almacén por una escalera ó mejor rampa.

Los grandes almacenes (figs. 92, 93, 94 y 95), iguales en su disposi-

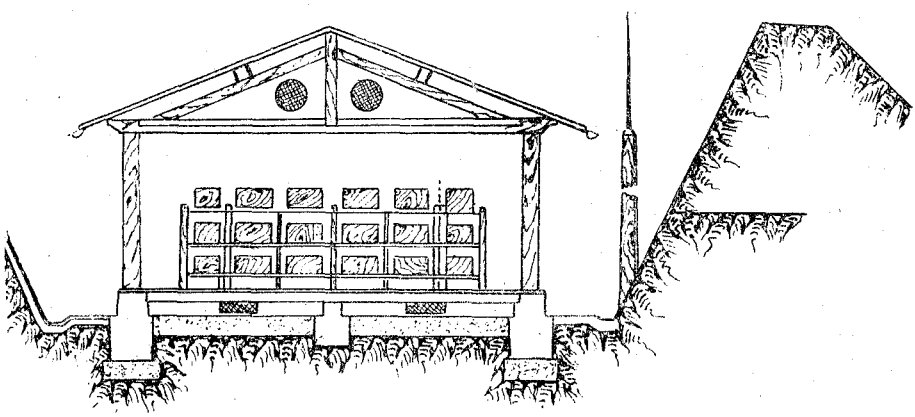


Fig. 92.

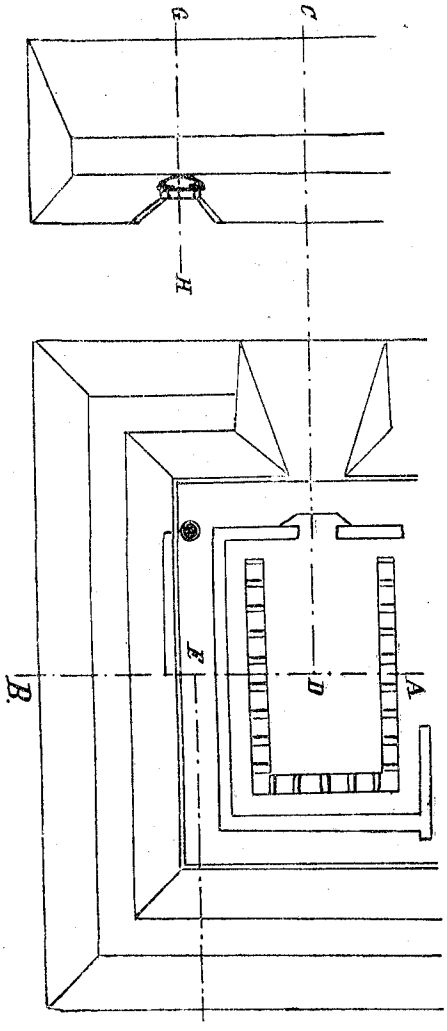


Fig. 94.

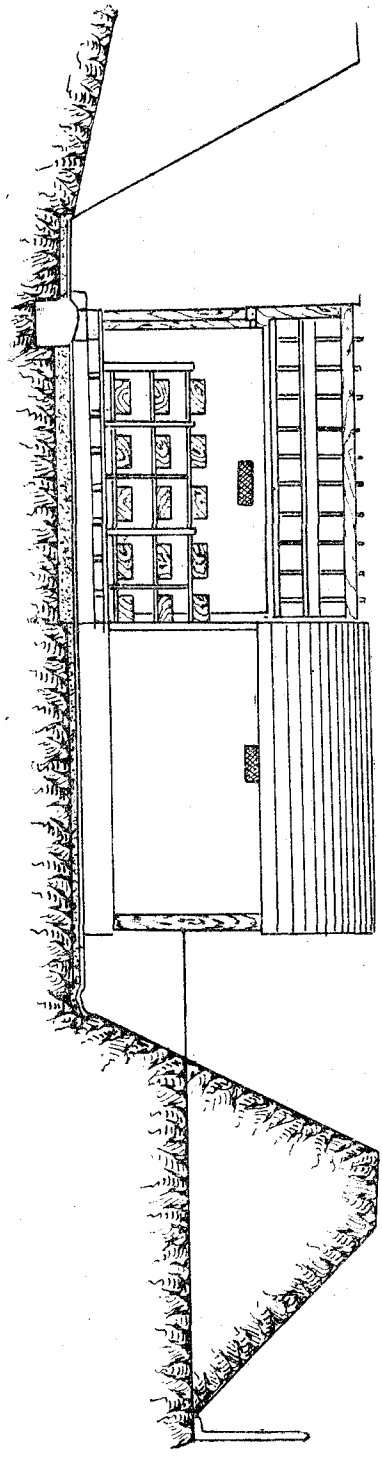


Fig. 93.

ción á los pequeños, son los aceptados en principio, sin ser reglamentarios; únicamente los datos de inclinación del tejado y anchura de caminos, son los indicados como los menores que se pueden aceptar. La rigidez de taludes depende de la clase de tierras y del revestimiento que se emplee, que suele ser en general de gazón.

Si el terreno es húmedo, debe establecerse sobre bóvedas el piso, pero si es enterrado, se dispone en la forma dicha para los pequeños.

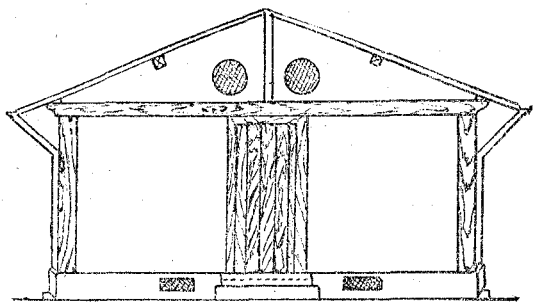


Fig. 95.

Los pararrayos se colocan al lado del almacén sobre un mástil y sólo en casos especiales en el mismo edificio. El depósito de cápsulas está colocado, como se vé en la figura 96, corte por *G H* de la figura 94, en el merlón de enfrente de la entrada, pero desenfilado de ella. Para evitar las humedades, va pintado ó bien dado de un mastic á propósito el interior.

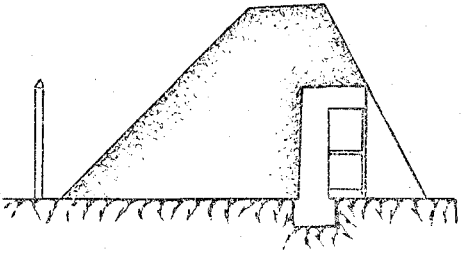


Fig. 96.

De tal importancia es el llegar á obtener un buen almacén para los explosivos modernos, que no hemos dudado en dar á conocer, por la luz que puedan dar á nuestro fin, las opiniones de los ingenieros franceses que forman la Comisión de substancias explosivas, aunque tengamos para ello que ser algo extensos y aunque aquéllos se refieran á las explotaciones mineras.

Preocupados con las disposiciones que deben tener estos depósitos para que su explosión no sea, como ocurre en general, causa de accidentes graves, el ministro de la Guerra de Francia pidió á la Comisión que estudiara todo lo referente al establecimiento de estos depósitos.

La Comisión los dividió en dos categorías: los establecidos en los subterráneos, en comunicación con los trabajos, y los superficiales, enterrados á poca profundidad y sin comunicación con aquéllos.

Para los primeros efectuaron las experiencias formando el depósito por una galería en forma de T, en que la rama transversal tenía el depósito y la otra servía de galería de entrada. La carga explosiva estaba

dispuesta según el eje de la galería transversal y la sección de ella era tal que el peso del explosivo por metro corriente evaluado en kilógramos fuese el $\frac{1}{100}$ del volumen de la galería por metro corriente evaluado en litros. A esta densidad de carga corresponde una presión media que no pasa de 100 kilógramos por centímetro cuadrado, cualquiera que sea la carga total.

La galería de entrada quedaba cerrada por un tapón ó émbolo móvil, que se aplicaba sobre un plano formado por un estrechamiento de la galería. La disposición en T tenía por objeto impedir que el cierre ó tapa antes dicho sufriera las sobrepresiones que se producen, en las detonaciones de cargas alargadas, en las extremidades de las capacidades en que la carga se encuentra repartida.

En épocas normales el tapón está separado del sitio de cierre, y para comunicar de un lado al otro de él hay una galería de derivación doblemente acodada en forma de berbiquí. En caso de explosión, el retraso que experimenta la salida del gas al marchar por la derivación y las pérdidas de carga debidas al triple cambio de dirección rectangular, obligan al tapón á colocarse en su sitio antes de que se hayan producido por aquella derivación escapes sensibles de gases.

Las experiencias hechas en escala reducida demostraron que teóricamente resultaba, no sólo con presiones de 25 y 30 kilógramos por centímetro cuadrado, sino con presiones pequeñas hasta de 1 kilógramo, deduciendo que sería eficaz esta disposición por grandes que fuesen las presiones, siempre que el tapón y el sitio de apoyo fuesen capaces de resistir el choque y presiones resultantes de su funcionamiento normal.

Los ensayos se hicieron con tapones de $0^m,27$ de diámetro, formados con rodajas de cuero y de madera, clavadas sencillamente las unas á las otras. El sitio de apoyo, con una placa metálica de gran resistencia. La densidad de carga $\frac{1}{100}$ y detonador el fulminato de mercurio.

El querer asegurarse la Comisión de si hechos en grande escala resultarían estos datos conformes con los anteriores, fué causa del ensayo hecho en las canteras de la compañía Branzy, que consistió en hacer detonar 500 kilógramos de dinamita en un depósito con la disposición anterior, en la forma siguiente:

El depósito estaba constituído por una galería horizontal en forma

de T, oradada en el escarpado de la cantera. La galería de entrada desembocaba en el fondo de la cantera, á los 50 metros á partir del frente de ataque, donde se encontró con una capa de esquistos y gré esquistoso duro, subsceptible de servir de punto de apoyo al sistema de obturación. A partir de este sitio, la línea de menor resistencia en todas direcciones era superior á 20 metros y aquí es donde comenzó la construcción del almacén.

El alojamiento del tapón y el sitio de apoyo estaban formados por un macizo de hormigón dentro de una excavación hecha en la galería de acceso. El hormigón estaba compuesto por un volumen de cemento, uno de arena y dos de piedra, y reforzado con unas armaduras metálicas metidas en la masa y destinadas á prevenir el que fuese arrancada de su sitio por la violencia del choque del tapón. El volumen del macizo era de 40 metros cúbicos. El macizo estaba atravesado, según su eje, por la galería de entrada, que tenía normalmente $1^m,50$ de diámetro y se reducía suavemente á 1 metro por detrás; la galería aumentaba rápidamente para formar el sitio del tapón, y volvía luego á tener $1^m,50$; era de 3 metros de largo además del de el tapón y en forma de galería circular, destinada á tenerlo y guiarlo á su sitio en el momento de la explosión.

El tapón era un blok cilíndrico de $1^m,50$ de diámetro y de $1^m,50$ de largo, formado en los dos tercios de su longitud por hojas de cartón-cuero de $0^m,003$ de espesor, clavadas unas á otras, y en la tercera parte restante del lado en que se había de apoyar, por círculos de madera de álamo blanco de $0^m,03$ de espesor, superpuestos y clavados.

El tapón, como hemos dicho, estaba colocado en una galería cilíndrica de paredes lisas y bien unido á éstas, teniendo que desplazarse para apoyarse y efectuar el cierre $1^m,88$.

La comunicación de un lado al otro del tapón fué por una galería de derivación doblemente acodada de $1^m,70$ de largo y ancho, habiéndose prolongado uno de los lados para aumentar las pérdidas de las cargas. La puerta de acceso á la de comunicación que estaba descubierta en posición normal del tapón, sería cerrada por éste, una vez que se apoyara para cerrar la entrada de la galería.

El depósito, propiamente dicho, era perpendicular á la galería y te-

nía 10 metros de largo, $2^{m},50$ de ancho y 2 metros de altura. La carga fué de 500 kilógramos, colocados según el eje, de cajas de dinamita número 1 de 75 por 100 de nitroglicerina, unas en contacto de las otras, para dar la densidad de carga de $\frac{1}{100}$, que es de $\frac{1}{200}$ contando con el volumen de las galerías de acceso y derivación.

Efectuada la voladura eléctricamente, sólo se sintió un ruido sordo acompañado de un ligero temblor en el suelo; ninguna proyección salió de la galería y una vagoneta colocada á la entrada, no sufrió ningún desplazamiento. Encima de la cámara de explosión, en el suelo, sólo se notó un ligero temblor que levantó una pieza de madera. Al cabo de algunos segundos, un humo amarillento, poco espeso, salió del orificio de la galería sin velocidad apreciable. Hecha la ventilación de la galería de acceso con un ventilador á brazo, se pudo observar que los marcos de sostenimiento no habían sido desplazados, que el macizo de hormigón estaba intacto, pero por ciertas señales se notó que había sufrido un pequeño retroceso. En el tapón sufrió la parte central de los lechos de madera y de los de cartón vieron trozos proyectados en la galería. Los aparatos registradores sólo marcaron una sobrepresión de 2 á 3 kilógramos por centímetro cuadrado.

Estas experiencias demostraron la posibilidad de aislar enteramente, por una disposición de obturación automática, un depósito de dinamita subterráneo.

La segunda categoría en que la Comisión dividió su estudio, fué la de los depósitos superficiales, determinando: primero, el valor de los efectos exteriores que se pueden temer en caso de explosión, y segundo, las disposiciones más favorables que deben aceptarse para atenuar en lo posible los efectos exteriores.

De las experiencias efectuadas para determinar las leyes según las cuales variaban las proyecciones exteriores debidas á las explosiones de cargas distintas de explosivos, colocadas bajo diversas densidades de carga y diferentes profundidades, dedujeron las siguientes:

1.ª Que los efectos exteriores producidos por una carga explosiva dada, eran independientes de la densidad de carga realizada en el depósito, siempre que el espesor de tierras, recubriendo la carga, fuese constante en todos los casos. No es, pues, necesario marcar en estos depósi-

tos superficiales una relación entre la capacidad superior que necesite la facilidad de las manipulaciones y la carga.

2.ª En las cargas variables, las distancias exteriores de proyección son sensiblemente del mismo orden, cuando los espesores de las tierras que las cubren son proporcionales á la raíz cuadrada de las cargas.

3.ª Los efectos exteriores de una carga alargada de valor constante por metro corriente, crecen con la longitud de la carga, pero los efectos transversales son constantes á partir del momento en que la longitud de la carga alcanza tres ó cuatro veces la de la línea de menor resistencia.

4.ª Si una carga condensada produce á una profundidad dada el embudo normal, la misma carga alargada, á igual profundidad, siendo el alargamiento igual á cinco veces la línea de menor resistencia, no da más que humazo.

Con objeto de comprobar lo expuesto, se hicieron varias experiencias; las dos primeras, que describiremos á continuación, tenían por objeto verificar la influencia del espesor de tierra que quedaba encima de la dinamitera y fueron las siguientes:

1.ª Depósito de 500 kilógramos, carga condensada (es decir, colocada en un almacén de las dimensiones más reducidas posibles) bajo 9 metros de tierra.

2.ª Igual carga y condiciones que la anterior, pero bajo $4^m,50$ de tierra.

El depósito estaba formado por una cámara hecha con encofrado de madera de $2^m,50$ de largo, $2^m,50$ de ancho y 2 metros de alto, cubierto, como hemos dicho, de 9 metros de arena ligeramente arcillosa; la galería de acceso, de 30 metros de largo. Del lado de ésta, el depósito estaba limitado por un muro de mampostería de $0^m,50$ de espesor, horadado en su medio por una abertura de $0^m,80 \times 0^m,80$. Esta disposición, igualmente adoptada en las demás experiencias, permite después de colocada la carga y preparada para darle fuego, separar en seguida la galería del depósito propiamente dicho, tapando la abertura con un tablero de madera y rellenar la galería lo que haga falta, sin ningún temor.

La carga se componía de 25 cajas de 20 kilógramos, siendo la densidad de carga de $\frac{1}{25}$.

Para la segunda experiencia, todo igual, como hemos dicho, sólo que menos carga de tierra, y la galería de acceso de 20 metros de larga, dentro todo de un banco de arena.

Efectuadas las explosiones, la primera dió poco ruido; las tierras arrojadas se levantaron de 6 metros á 8 metros de altura, volviendo á caer en el embudo la mayor parte y el resto cubrió un círculo de 25 metros de diámetro. El embudo que se formó fué de $1^m,75$ de profundidad y $7^m,00 \times 8^m,00$ de ancho.

En la segunda, ruido sordo; las tierras se elevaron de 23 á 30 metros; la masa de proyecciones cubrió un círculo de 30 á 32 metros; algunos trozos alcanzaron á 55 metros; el embudo era de $2^m,80$ de profundidad y $10^m,00 \times 12^m,00$ de ancho.

En esta experiencia se dedujo que los efectos exteriores producidos por la dinamita crecen menos rápidamente que los de la pólvora, cuando se disminuye el espesor de tierras que reciben las cargas; la misma observación respecto á las distancias que hay que temer por las proyecciones.

Las experiencias 3.ª y 4.ª tenían por objeto estudiar la influencia del alargamiento de las cargas. La longitud de las galerías fué calculada de modo que se encontrase francamente fuera del límite á partir del cual los efectos exteriores parece que quedan constantes cuando la longitud de la carga aumenta, quedando la carga constante por metro corriente. Las cargas fueron también de 500 kilógramos, repartidos en una galería de 25 metros de longitud bajo $4^m,50$ de tierra en la 3.ª y 13 metros en la 4.ª experiencia.

El depósito estaba formado por una galería de la longitud dicha y de $1^m,80$ de alto y $1^m,50$ de ancho. La de acceso tenía 16 metros de longitud á partir del muro de separación de ésta y del depósito; estaban encofrados los 20 primeros metros y amurallados los 5 últimos con mampostería de ladrillo, de un espesor medio, tanto los muros como la bóveda, de $0^m,36$. Las cajas sobre el suelo, en el eje de la habitación, separadas unas de otras $0^m,40$ y repartidas igualmente á todo lo largo del depósito. La densidad de carga $\frac{1}{35}$.

Estas experiencias dieron los siguientes resultados:

3.ª Ruido débil, elevación de las tierras de 12 á 15 metros y de for-

ma alargada, según la longitud de la galería; las proyecciones cubrían una superficie elíptica, cuyos ejes eran de 47 y 28 metros, habiendo alcanzado algunos trozos á 65 metros; ningún ladrillo salió á la superficie. El embudo fué de 1 metro de profundidad y $12^m,00 \times 27^m,00$.

4.ª Ruido y altura de tierras casi iguales que en la número 2; cubrió una superficie elíptica de 43 metros y 29 metros; alcanzaron algunos trozos 80 metros y salieron algunos ladrillos á la superficie. El embudo de $2^m,20$ de profundidad y $10^m,00 \times 32^m,00$ de superficie en la boca.

De todas estas experiencias dedujeron que se podrán marcar condiciones y que los peligros que habrá que evitar son: 1.°, el de propagación al interior, por compresión ó sacudida de las tierras; 2.°, el de las proyecciones y escapes gaseosos, al propagarse las sacudidas exteriores por el orificio de las galerías de acceso, y 3.°, los peligros resultantes de las proyecciones exteriores.

El primero se salva aplicando la fórmula $d = 1,75 \times h$, siendo h la profundidad á la cual es necesario colocar una carga de pólvora para obtener hornillo ordinario y esta distancia es la que marcará aquella á que no hay peligro.

Ejemplo: Carga de 2000 kilógramos, terreno muy arcilloso de coeficiente $2^m,25$.

Fórmula de Belidor, de hornillos ordinarios

$$c = g\,h^3, \qquad h = \sqrt[3]{\frac{c}{g}} = 9,61, \qquad d = 1,75 \times 9,61 = 16,81$$

y suponiendo que la dinamita obra como carga doble que la pólvora será $d = 33,62$.

El segundo peligro se evita colocando un merlón delante de la boca de salida, que sirve para recibir la proyección ó bien procurando que la boca de salida esté enfrente de un montículo, en el que se hace una excavación (1).

Contra el tercer peligro, basta recordar que si una carga de pólvora colocada á una corta profundidad da hornillo ordinario, la dinamita,

(1) Esta fué otra experiencia que se hizo, haciendo que la salida estuviera en una trinchera profunda y enfrente una excavación de 8 á 9 metros de profundidad y de 6 metros cuadrados de sección, para recibir los materiales proyectados por el orificio.

con carga igual á doble profundidad, dará humazo. En el caso anterior esta doble profundidad sería $19^{m},22$.

Conviene, si el terreno es malo, quitar la parte que esté encima de los almacenes y reemplazarla por un relleno bueno, sobre todo flojo y que no sea subsceptible de aglutinarse por el peso ó por el agua.

La Comisión se decidió por los subterráneos, que además de sus ventajas tienen la de no oirse á distancia y evitar los sacudimientos atmosféricos debidos á la detonación.

La ventilación de estos locales puede hacerse por medio de bombas aspirantes, cuyos tubos sigan las paredes de las galerías de acceso y de derivación, hasta el fondo de la cámara.

Falta únicamente describir los modelos de almacenes de baterías y repuestos de municiones; los segundos suelen ser nichos de mampostería, divididos por tablas, formando una estantería y colocados al lado de las piezas cuando son de pequeño calibre; pero en las plazas y baterías de costa no sería esto suficiente, ni como espacio ni por estar defendidos del fuego enemigo y no se cumpliría la condición precisa de estar todo ordenado en el momento de usarlo.

El coronel de Ingenieros Orren, opina que los que se colocan en los traveses ó terraplenes deben llenar las condiciones siguientes:

1.ª La puerta de entrada no debe ser mayor que el tamaño de la mayor caja ó barril de envase.

2.ª El almacén estará lo más enterrado que se pueda, puesto que hay medios de darle ventilación y arenamiento por los fosos.

3.ª No siendo la ventilación útil sino cuando el aire es seco, las canales de ventilación se arreglarán de manera que cumplan su objeto.

4.ª El material empleado debe ser el mortero hidráulico.

Fundado en estos principios, propone el modelo (figs. 97 y 98) de un repuesto debajo de un parapeto, compuesto del vestíbulo y repuesto propiamente dicho, que está rodeado de estantería, donde colocan los saquètes ó cartuchos y proyectiles: la comunicación de los dos locales, se efectúa por uno ó varios escalones.

Los de la plaza de Plimouth, que los ingleses titulan almacenes de distribución, se sitúan bajo los traveses y van representados en planta y corte en las figuras 99 y 100. Los construyen sobre un gran macizo de

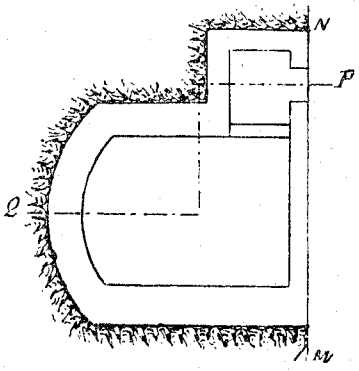


Fig. 97.

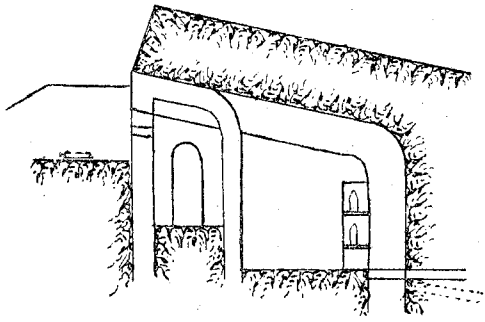


Fig. 98.

hormigón, rodeado con muretes de arenamiento y defendida la bóveda de la humedad por una capa de asfalto. La ventilación se produce por el intermedio de canales abiertas en el interior de los muros, que toman el aire del vestíbulo.

La iluminación la obtienen con una lámpara, colocada en un nicho abierto en el muro posterior.

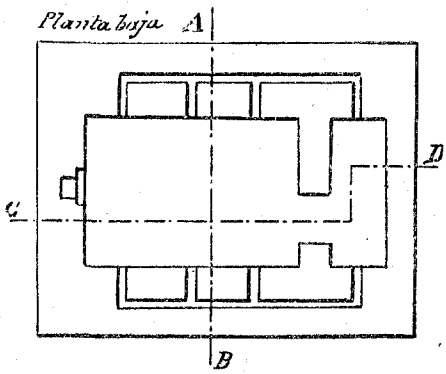


Fig. 99.

El ya citado coronel Orren, observando que muchos de los repuestos de Plimouth tenían los estribos muy profundos, por la necesidad de buscar cimentación en tierra firme, pen-

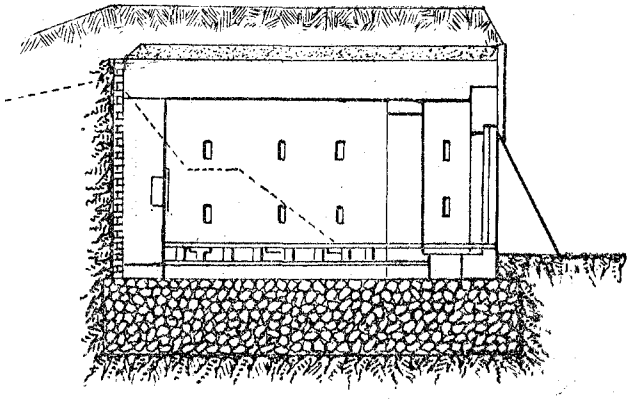


Fig. 100.

só podría aprovecharse para repuestos y abrigos de los artilleros, el espacio que quedaba entre ellos; con dicho objeto, colocó á cierta altura una bovedilla, después de sacar las tierras, dejando el local superior para la tropa y el inferior de almacén: los pisos se comunican por una escotilla circular, que llama agujero de hombre, que da á un antealmacén (figs. 101 y 102); dicha escotilla se cierra por un tapón de cuero, relleno de crín de caballo, encerrado entre dos planchas de madera; para subir y bajar el guardaalmacén, hay una escalera de mano, sacándose el material con ayuda de una cuerda y su polea. Las puertas están forradas de cuero ó guttapercha, los goznes también de cuero y las sujeciones y pestillos de cadena de cobre. Para defenderlo

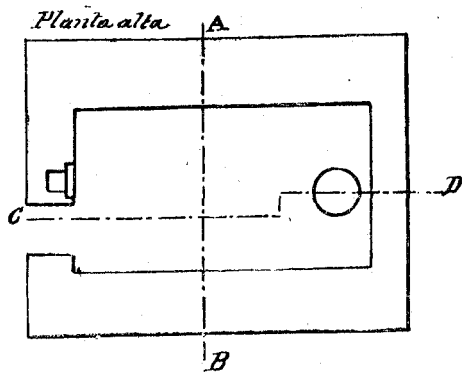


Fig. 101.

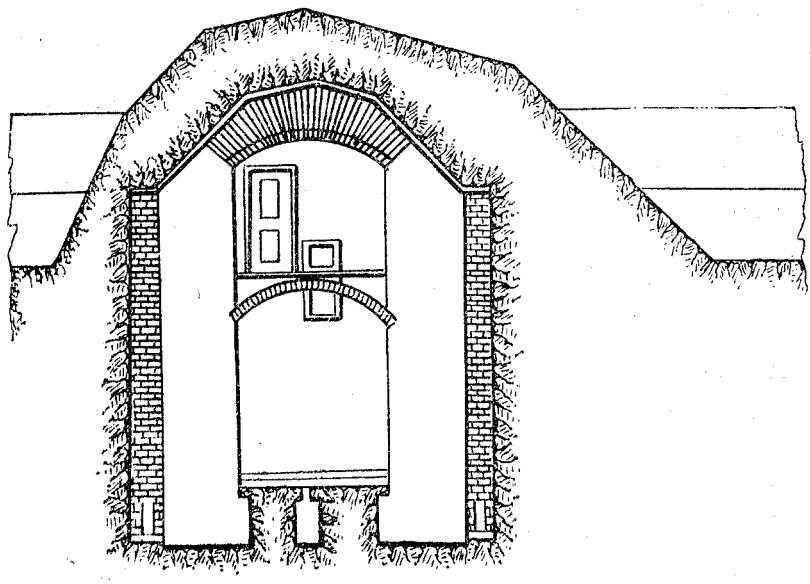


Fig. 102.

de la humedad tiene un buen sistema de drenaje y el suelo es de ladrillo y cemento, llevando una ligera capa impermeable sobre la bóveda. En

los fuertes de Portsdown-Hill, en Inglaterra, para las baterías Moncrieff, separó en uno de los traveses la pólvora y en otro los demás locales para proyectiles, carga y abrigo de sirvientes (figs. 103 y 104) (1). En Alemania suele servir el almacén de batería de repuesto y cuando no puede estar al lado de la batería, como ocurre en los flancos de los fosos y camino cubierto, se establecen nichos en los muros, con cabida para 10 tiros por pieza. Otras veces se aprovecha el momento de cubrir de tierras los edificios á prueba, colocados en los salientes de las cortinas y en los ángulos de espalda, para construir un corredor abovedado, adosado á las caras protegidas (fig. 105), practicando en aquél nichos para recibir la dotación ordinaria de consumo. Cuando no pueden utilizar estos medios, construyen galerías blindadas (figs. 106 y 107) que sirven de depósito de municiones y abrigo para los artilleros. Para evitar la humedad, en lo posible, entre el techo y las tierras, extienden

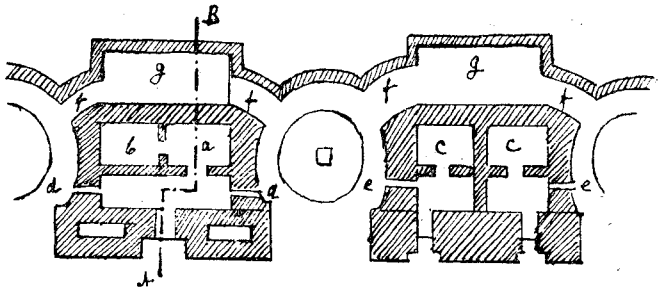


Fig. 103.

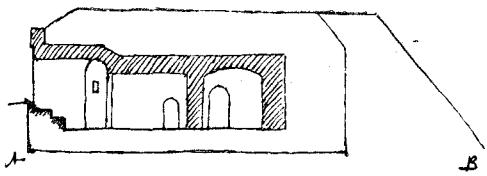


Fig. 104.

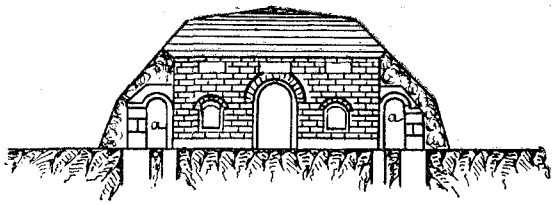
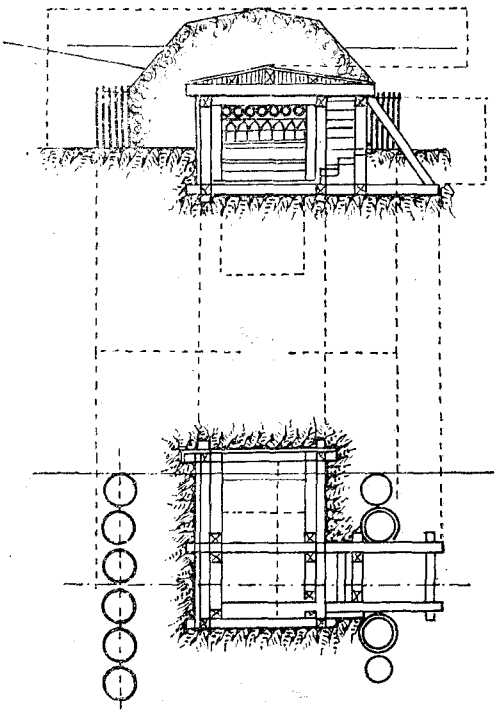


Fig. 105.

(1) *a*, local para el servicio; *b*, almacén para proyectiles; *c*, almacén de pólvoras; *d*, paso de proyectiles; *e*, id. para cargas; *f*, rampa; *g*, abrigo para los sirvientes.



Figs. 106 y 107.

una cubierta de tela alquitranada. El espacio interior se divide en dos para los fines dichos, colocando en nichos las municiones.

En España no hay modelo determinado, pero entre los varios ejecutados podemos presentar (1) los representados en las figuras 108 y 109 de un repuesto en un través en ángulo y las figuras 110 y 111 de un depósito y abrigo para sirvientes en una batería de costa. No consideramos necesario dar detalles, pues con las figuras se comprende fácilmente la distribución de locales recordando lo dicho en el capítulo I, donde se discute (2) el número y objeto de ellos; muchos más modelos podríamos citar, pero siendo semejantes sería una repetición sin objeto alguno.

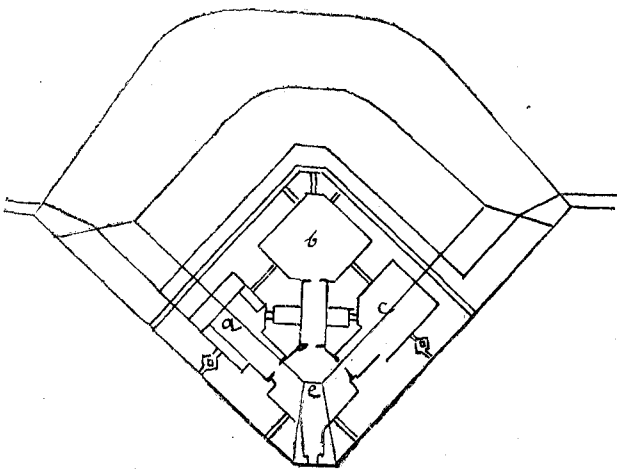


Fig. 108.

Los repuestos se surten, como ya hemos dicho, de

(1) Debemos estas figuras á la amabilidad del señor coronel de Ingenieros don Francisco Roldán y que corresponden á la obra *Defensa de costas*, deque es autor, en colaboración con el comandante D. Joaquín de la Llave.

(2) Circular de 22 de noviembre de 1888.

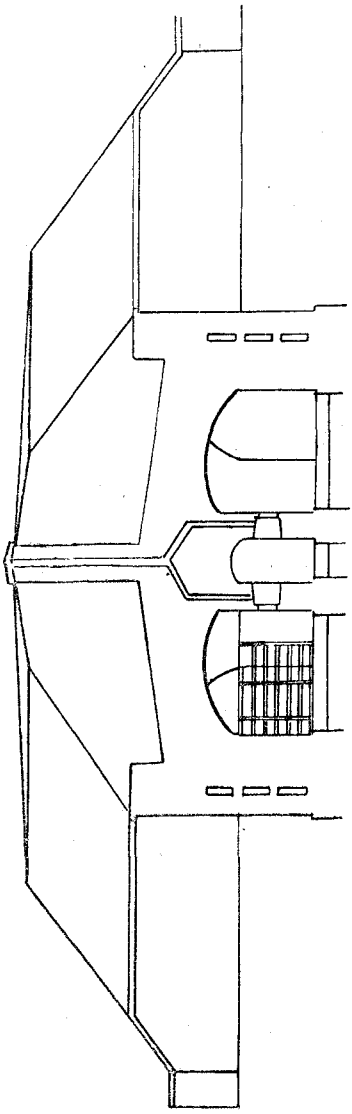


Fig. 109.

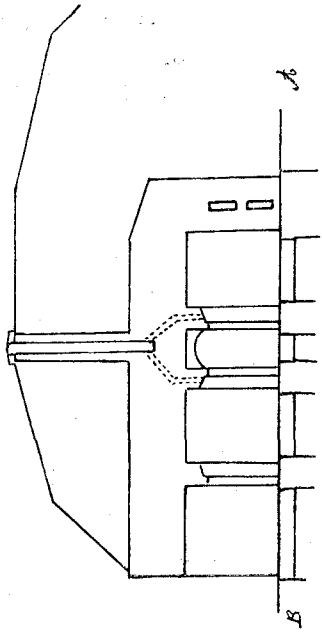


Fig. 111.

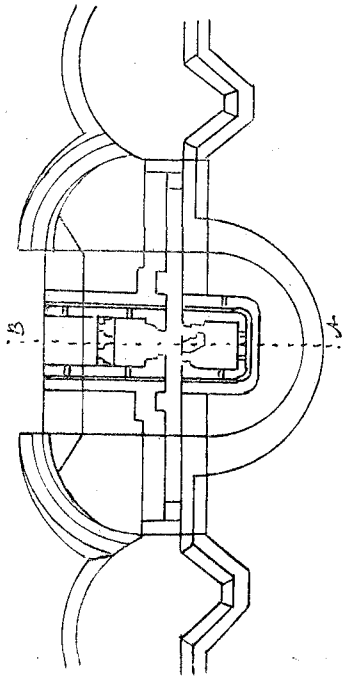


Fig. 110.

los almacenes de batería, y por su condición especial de conservar pólvoras y proyectiles, cargar éstos y preparar las cargas de cañón (1) necesitan buena organización y distribución, aprovechan-

(1) En general la mayor parte de las piezas actuales emplean cartuchos, no siendo necesario efectuar su carga, pues viene de los de aprovisionamiento.

do lo más posible el terreno y haciendo fácil el servicio y comunicación con los repuestos.

Austria tiene casi como reglamentarios varios tipos; uno de ellos (figuras 112 y 113) está colocado bajo el baluarte, teniendo la poterna como galería de comunicación; se compone de cinco locales en la forma siguiente: entrando á la derecha, vestíbulo y cartuchería hecha; el del lado, pólvoras; el de enfrente

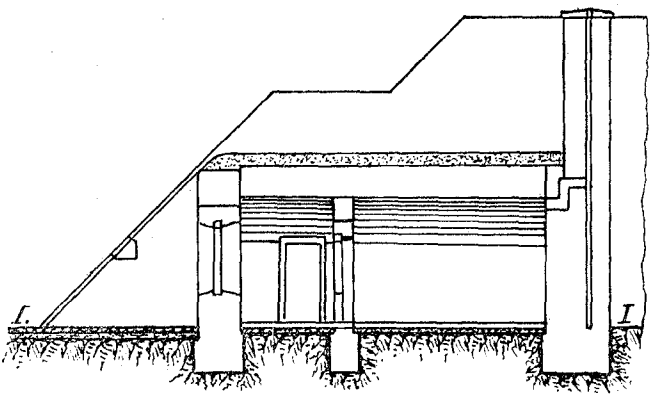


Fig. 112.

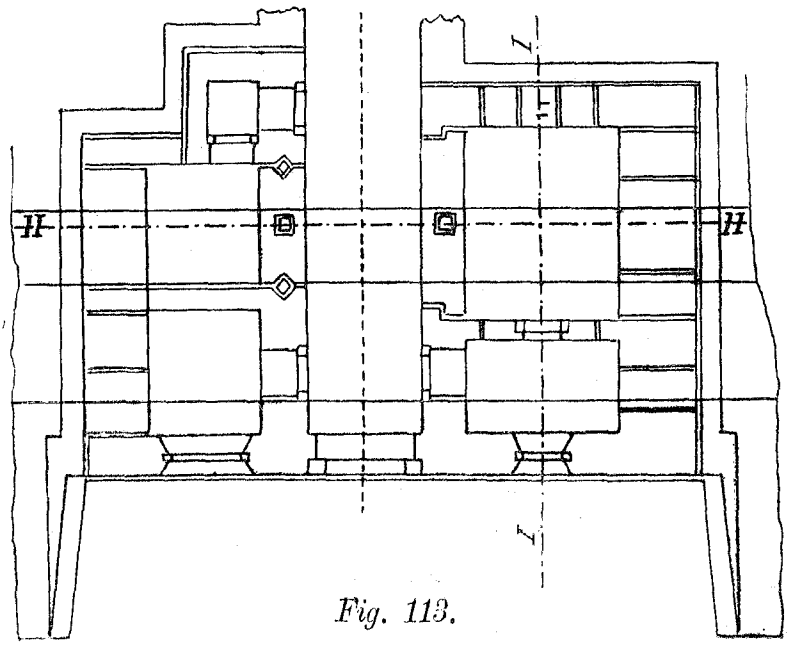


Fig. 113.

á éste, para proyectiles; el pequeño, que va al lado, para estopines, y el primero de la izquierda es el laboratorio para preparar y cargar cuando

haga falta. La iluminación y ventilación por chimeneas se obtiene en igual forma que en los almacenes. Otro modelo (figs. 114 y 115) es el

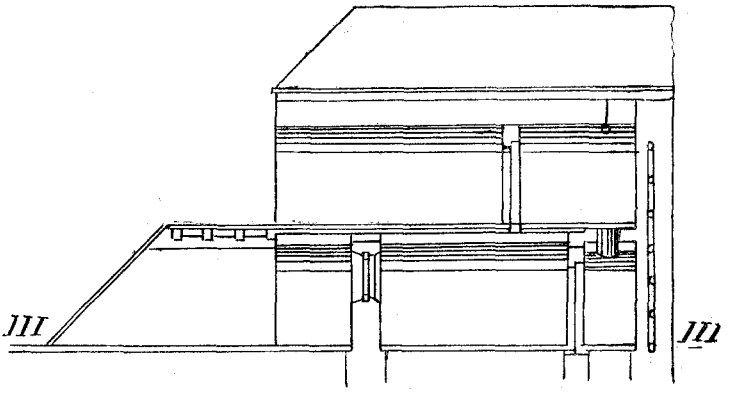


Fig. 114.

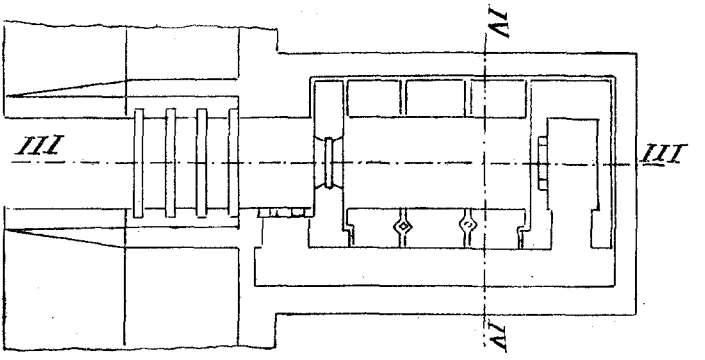


Fig. 115.

hecho en un través hueco y en dos pisos, del que el segundo comunica con el exterior y próximo á la esplanada. Citaremos, por último (1) (figs. 116 y 117), el tipo ejecutado bajo el baluarte de una batería de costa, y en el que el piso superior tiene sólo por objeto comunicar con las baterías.

En España se han construído distintos modelos; damos el tipo más general (2) en las figuras 118 y 119, en que el almacén está calculado para 60 disparos del cañón Krupp de 26 centímetros.

(1) Para más detalles hacemos presente que todo lo referente á Austria está tomado del album del Comité austriaco titulado *Detalles de fortificación* y en el que describen otros varios modelos.

(2) Copiadas de las que nos facilitó el señor coronel Roldán.

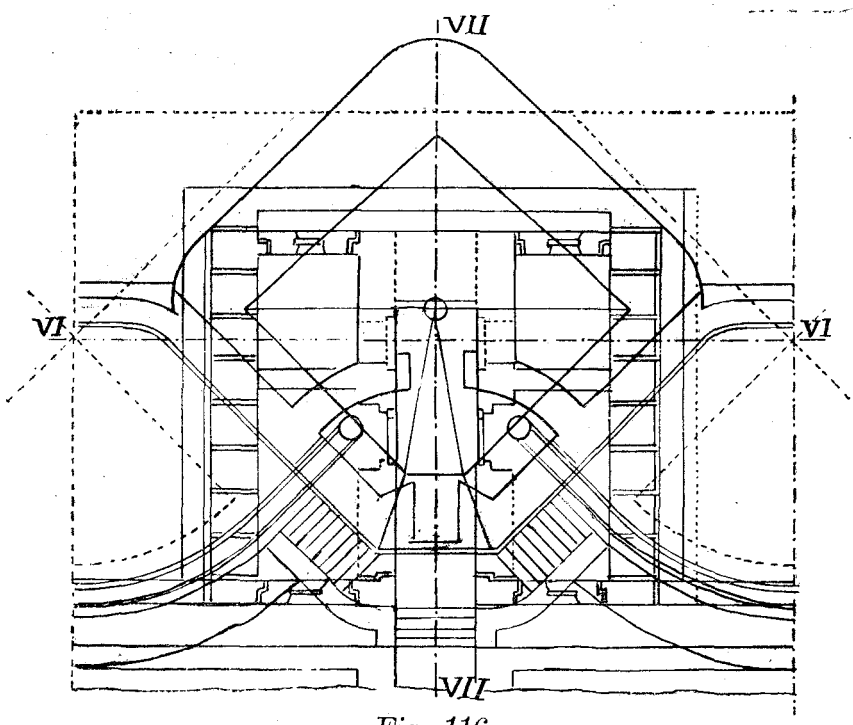


Fig. 116.

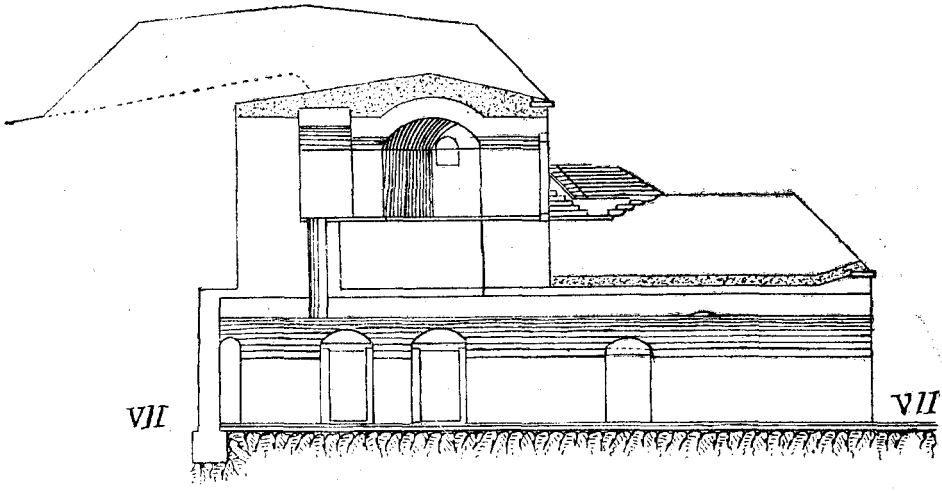


Fig. 117.

Admitida por algunos para defender las bóvedas del choque de los proyectiles la disposición en que se pone otra de cierta altura de piedra

en seco que sirve de muelle, ponemos la figura 120 de un almacén de municiones de Copenhague bajo el parapeto y al lado de la batería, siendo el repuesto un nicho colocado en su parte alta.

Los repuestos de los cuarteles, tomados de *Cuarteles-tipos*, son los siguientes:

Infantería.—Aislados de los demás edificios y en el lugar más apartado que se pueda; son de forma cuadrada y de 4 metros de lado (figs. 121, 122 y 123); para evitar la humedad, el piso es de hormigón y cemento Portland; las paredes, de doble tabique de ladrillo, rellenas de arcilla ú hormigón hidráulico. Conviene el cielo raso para que quede cámara

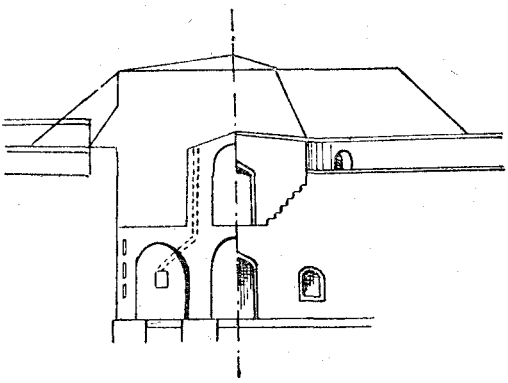


Fig. 118.

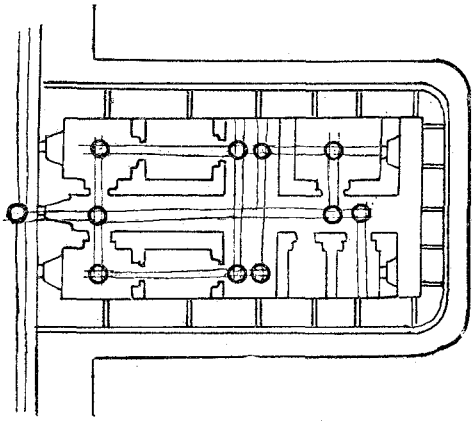


Fig. 119.

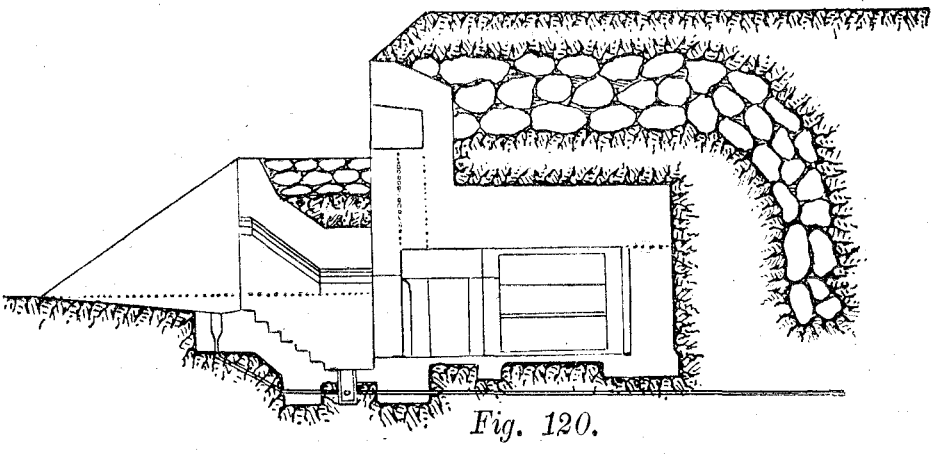


Fig. 120.

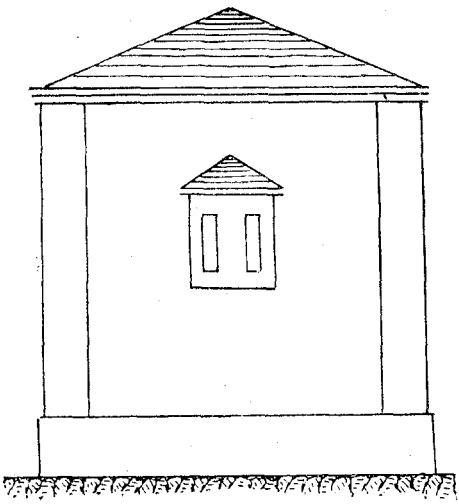


Fig. 121.

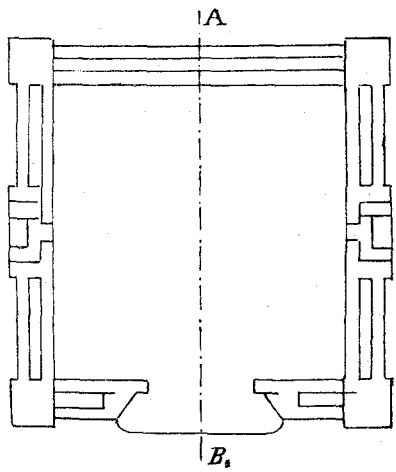


Fig. 123.

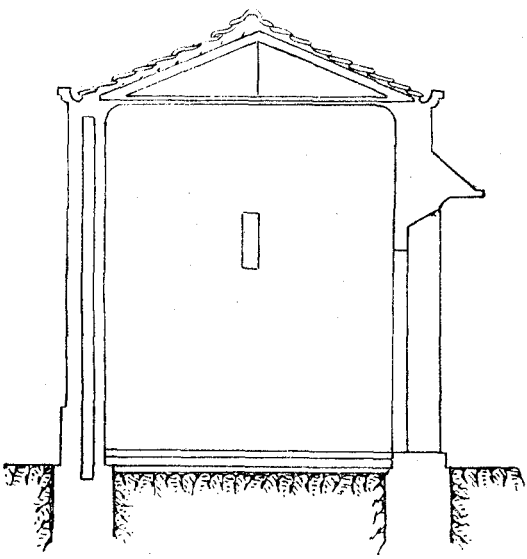


Fig. 122.

de aire que evite las grandes variaciones de temperatura; los cajones, en estantería separada de la pared $0^m,20$ por lo menos; la ventilación, natural por medio de aberturas en zig-zag. Tienen capacidad, no sólo para la dotación del regimiento ó batallón, sino también para la unidad de reserva correspondiente.

Caballería (figs. 124 y 125).—Se diferencia del anterior en ser dos los departamentos, uno para cartuchería y otro para dinamita, separados por un vestíbulo. El piso, indican que sea de madera sobre una capa de carbonilla y otra de hormigón.

Artillería.—Estos cuarteles necesitan dos edificios, separados el polvorín y el repuesto de proyectiles; el primero, análogo á los de infantería, pero algo mayor, y el segundo (fig. 126) está dividido en cuatro

compartimentos, destinados uno á taller de confección de cartuchos, otro á depósito de efectos de cartuchería, estopines y espoletas, el tercero á taller de carga de proyectiles, y el último á depósito de proyectiles vacíos.

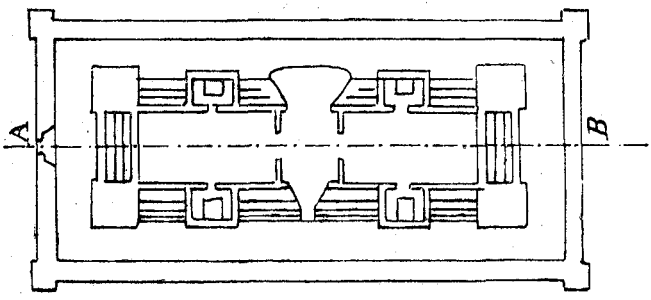


Fig. 124.

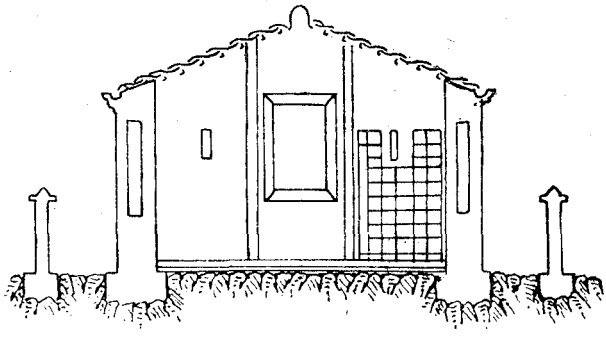


Fig. 125.

Para el Cuerpo de Ingenieros, sin explicarnos la razón, así como no se han propuesto cuarteles especiales, tampoco se han proyectado repuestos; indicaremos solamente que siendo necesarias algunas cantidades de explosivos, no sólo para las Escuelas prácticas, sino para conservar el que deben llevar con el material reglamentario, convendrían dos edificios aislados, uno para pólvoras y cartuchería y otro para substancias explosivas y cebos, si bien opinamos que éstas deben quedar en los almacenes de las Escuelas prácticas (1).

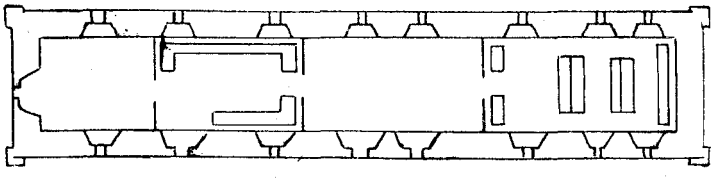


Fig. 126.

(1) El que tiene el 2.º regimiento de Zapadores-Minadores en el polígono de los Retamares es de planta rectangular, sobre un pequeño sótano, galería envolvente, cubierta de viguetas de hierro con bovedilla y teja; ventilación, la natural por aspilleras.

Creemos que con lo expuesto basta para tener idea de lo hecho por la mayoría de las naciones en sus plazas y fuertes, dispensándonos de decir nada de lo referente á baterías de sitio y campaña, pues siendo éstas variables con los elementos que se tengan y existiendo en los manuales variedad de modelos, sería poner láminas y llenar páginas sin objeto práctico. El más generalizado es el que representamos en la figura 127.

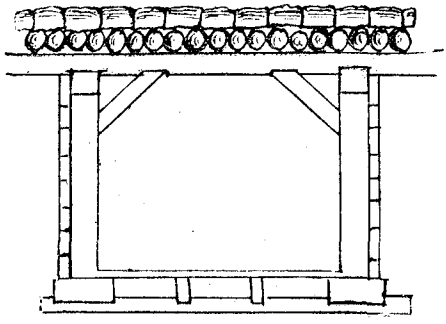


Fig. 127

CAPÍTULO V.

Incombustibilidad.—Defensas en las ventanas.—Materiales.—Procedimientos para defender del fuego las maderas y edificios de este material.—Humedad.—Medios de preservar los muros exterior é interiormente.—Cubiertas.—Construcciones antiguas.—Orientación.

Los almacenes de pólvoras hay que defenderlos de sus enemigos el fuego y la humedad; para conseguirlo, además de estudiar su buena situación y orientación, es preciso construírlos con materiales apropiados ó preparados para que adquieran estas condiciones y disponer los edificios en forma tal que no sea fácil la introducción del fuego ó producción de él por causas conocidas ó que puedan preverse.

Una vez el fuego en contacto con los envases, es difícil evitar que su calor produzca la voladura. Algunos medios se han propuesto para impedir la propagación. Unos consisten en prevenir el peligro mezclando á las pólvoras otros cuerpos que retarden la inflamación. Probert ideó mezclar los granos con $^1/_3$ de polvorín extremadamente fino ó con salitre, azufre y carbón pulverizado, llenando con él todos los huecos, haciendo de este modo que dicha velocidad de inflamación fuera sólo de $0^m,018$ á $0^m,030$ por segundo. Fadeieff ensayó mezclar grafito y carbón de madera con el doble de su peso de pólvora, consiguiendo así que aunque ardiera se quemara lentamente y sin explosión. Gale presentó á la comisión inglesa de armamentos el siguiente procedimiento: calentar cristal ordinario hasta el blanco, introducirlo rápidamente en agua fría, donde se convertía en polvo, y mezclar éste con la pólvora en la proporción de dos, tres ó cuatro partes por una, según se quiera convertirla en materia simplemente inexplosible ó completamente incombustible. En todos estos sistemas, cuando se quiere hacer uso de la pólvora en su ver-

dadero estado, hay que tamizarla para separarla de los cuerpos extraños que se le unieron.

Para modificar la propagación del fuego, uno de los medios ensayados consiste en el uso del agua con cloruro de magnesio; por el calor desprende cloro gaseoso, que, como se sabe, es un gas que extingue el fuego por ser obstáculo para la combustión. Se conserva en cartuchos de kilógramo y en sitio bien seco, por ser bastante higrométrico. Mr. Muterse dice que es de gran resultado y para que su efecto sea el que se quiera, deben ponerse en las bombas tantos cartuchos como hectólitros de agua contenga; Mr. Clauny cree mejor el clorhidrato de amoniaco en disolución de 28 gramos por litro de agua; Gandin indica, que sino en tan alto grado como los anteriores, el cloruro de cálcio sirve también para evitar la propagación de los incendios. Antes que tener que recurrir á extinguir el fuego, lo cual, como hemos dicho, es casi imposible en estos almacenes, conviene, una vez iniciado, impedir su entrada, procurando, como propuso Cazorla, que no haya huecos ni ventanas al exterior, tomando el aire y la luz de patios ó corredores interiores ó, como indica el general Cerero en su memoria sobre la *Ineficacia de los medios de ventilación*, cerrando exterior é interiormente con telas metálicas los huecos y cubriéndolos por fuera con una pantalla semicircular de palastro. Con idea análoga, podría colocarse un murete protector sostenido sobre consolas (fig. 128).

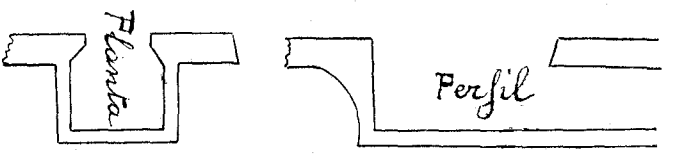


Fig. 128.

Las distintas disposiciones empleadas hasta el día para las bocas de ventilación, si bien no ayudan la entrada del aire, reunen condiciones para impedir la del fuego y los animales, siempre que se empleen telas metálicas en sus aberturas ó los procedimientos que al tratar de la ventilación expondremos, con objeto de facilitar la limpieza y mejor entrada del aire. También allí nos ocuparemos de las chimeneas y distintos modelos de caperuzas de que se ha hecho uso y que cumplen el objeto de no permitir la entrada del fuego, recordando aquí únicamente, que conviene prolongar los tubos de las chimeneas hasta debajo del pavimento, para

que si por algún accidente imprevisto penetrara alguna chispa ú objeto peligroso, descienda hasta un punto en que nada haya que temer (figura 129).

Para hacer incombustibles los edificios, es necesario que los materiales de que se compongan lo sean igualmente; muchos son los que se reputan como tales, pero no siempre es posible emplear los mejores, bien por no existir en la localidad ó por ser de elevado precio, condición esta última muy de tener en cuenta en las construcciones que se ejecuten para el Estado.

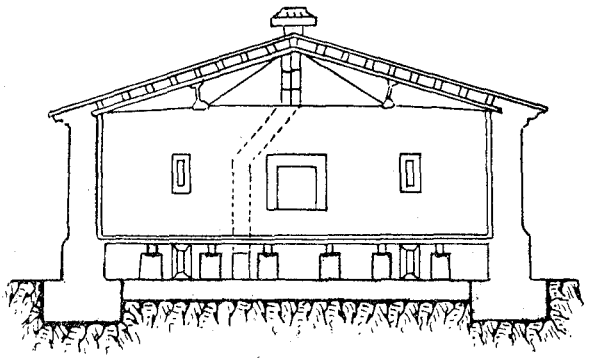


Fig. 129.

Gran discusión existe entre el empleo del hierro ó de la madera preparada con inyecciones, envueltas ó pinturas especiales; lo dilatable que es el primero y lo mucho que se retuerce con las altas temperaturas en los incendios, trayendo la ruina completa del edificio, es uno de los inconvenientes que se le atribuyen, pero este defecto, para el caso que se trata, no es de importancia, pues si llegara el caso de producirse este calor antes que el material causase sus destrozos, la pólvora habría estallado y por muchos que aquél hiciese no serían mayores que los de la voladura; en cambio el hierro puede impedir que llegue á iniciarse el fuego.

Las maderas preparadas, suponiendo que den los resultados apetecidos, son tan caras como el hierro, pues no es posible obtenerlas á buen precio en cuanto excede su longitud un poco más de lo ordinario, lo que es importante para su empleo en los modernos almacenes que se hacen de luces bastante grandes, á no ser que se quieran poner pies derechos intermedios; pero hay más, las maderas, aun las mejor preparadas para defenderlas de los efectos del fuego, no suelen cumplir la condición de estar defendidas de la humedad, la que las hace de poca duración y faci-

lita el desarrollo de los insectos, pues muchos de los medios empleados para hacerlas incombustibles, las convierten en higrométricas. Otro inconveniente que se achaca al hierro para su empleo en estas construcciones, es lo que las expone á las acciones eléctricas por las soluciones de continuidad que pudiera haber, en las cuales el rayo, al no seguir su camino en busca de tierra, produciría chispas que podrían ser orígen del incendio del edificio. Este defecto solo existirá si la construcción no fuera hábilmente dirigida, caso que no es probable, pues estando bien unidas todas las piezas metálicas entre sí y á los conductores, no sólo no será temible sino que facilitará la defensa contra la electricidad atmosférica, como veremos más adelante, al ocuparnos del estudio de los pararrayos, donde se demostrará lo poco firmes que son las bases de esta crítica.

Muchos son los procedimientos para hacer incombustibles las maderas; en general no suelen ser prácticos, pero por si conviniera aplicarlos en algún caso, citaremos los que parece han dado mejor resultado. Uno es el de Folbarry, que no detallamos por estar en todos los tratados que se ocupan del asunto y por necesitar locales, calderas y composiciones químicas especiales, que no son de fácil aplicación para las obras que el Cuerpo de Ingenieros tiene que hacer.

En los Estados Unidos se ensayó con buen resultado el siguiente procedimiento, que consiste en impregnar las maderas con una disolución de sal y cal que las conserva libres de insectos y las hace incombustibles. Las proporciones son: en 1000 litros de agua se disuelven 4 kilógramos de sal marina y 8 de cal, se calienta y cuando está hirviendo se introducen en ella las maderas, dejándolas allí hasta que se impregnan bien. Para que el resultado sea completo es preciso pintar las que tengan que quedar á la intemperie.

Otro procedimiento es extender una disolución saturada de cristal soluble, en igual volumen de agua; la disolución se obtiene en caliente y cuando se ha enfriado se añade teja negra en polvo fino; una vez seco el baño ó capa que recubre la madera, se quita con la brocha el exceso de polvo no adherente y se da nueva capa en dos manos.

También se ha aplicado el cemento Portland sobre capa de cristal soluble y ha dado buenos resultados, pero hay que pintar las maderas

de blanco para impedir que se calienten en verano, cuando están al exterior.

La necesidad de que los cercos de puertas y ventanas no sean orígen de incendio en caso de fuego en las cercanías del edificio por una chispa que el aire pudiera arrastrar, nos ha decidido á tratar el asunto y recomendar estos medios ú otros que conozca el constructor, no siendo conveniente para este objeto el empleo del hierro, pues su cierre, por bien hecho que esté, no es lo hermético que puede conseguirse con el uso de la madera.

La unión de los cercos de puertas y ventanas á los muros, debe ejecutarse también con productos incombustibles, empleando cementos ordinarios ó los siguientes, que son de bastante aplicación en Francia.

Limaduras de hierro.	140	gramos	Limaduras de hierro.	140	gramos
Cal hidráulica.	20	»	Cal hidráulica.	45	»
Arena de cuarzo.. . .	25	»	Sal comun.	3	»
Sal amoniaco..	3	»			

La mezcla se hace con vinagre fuerte de modo que forme pasta, y se espera á que esté perfectamente seca, en lo que tarda algo.

El yeso, que es bastante incombustible, no puede aceptarse en estos edificios porque por ser muy higrométrico destruye al cabo de algún tiempo los hierros y maderas por la acción de la humedad.

Para soldar el vidrio con la madera, el mejor mastic es el formado con gelatina y ácido acético en bastante cantidad. Para que el todo tenga consistencia pastosa, se hace y emplea el segundo caliente, y al enfriarse adquiere la pasta una consistencia extraordinaria.

No sólo hay que defender del fuego las armaduras, puertas y ventanas, sino también los pisos, muros y demás elementos, eligiendo para ello materiales á propósito. Según experiencias hechas, el orden de resistencia de los materiales al fuego es: hierro fundido, hierro forjado, hormigón, ladrillo, granito y otras piedras naturales. Este es, pues, el que debe guiar al elegirlos, teniendo en cuenta á la vez la clase de trabajo que han de resistir. Serán de fundición las columnas y cuanto tenga que sufrir compresión; de hierro forjado ó laminado, los pisos y ele-

mentos sujetos á flexión; de hormigón ó ladrillo, los muros, y de piedra los adornos.

Si hubiera que construir edificios de madera, podría emplearse el medio de rellenar los espacios comprendidos entre los postes y demás maderos del armazón con mortero compuesto de cal, arena y gran cantidad de aserrín, mezclados con agua suficiente para que forme pasta de regular consistencia, la que una vez endurecida, rodea y envuelve la madera, y es tan mal conductor del calórico, que no arde aunque llegue á carbonizarse por la acción de un fuego intenso.

Los ladrillos especiales llamados madera de terracota, que se hacen con una arcilla escogida mezclada con igual cantidad de aserrín, son también de buena aplicación, y por último, otro medio de que los muros sean incombustibles es el de hacerlos dobles, llenando el espacio intermedio con arcilla; este es el propuesto en los *Cuarteles-tipos* para los pequeños repuestos de los cuarteles, donde, por su proximidad á otros locales de donde pueden saltar chispas de fuego por las chimeneas, cigarros, al encender fósforos, etc., están siempre expuestos á una voladura.

Si bien el temor de un incendio obliga á tomar grandes precauciones, como al mismo tiempo por la colocación que se da á estos almacenes en sitios en general separados de los poblados no es aquél un peligro permanente, quizás pueda evitarse el extremar los procedimientos de defensa, bastando con emplear el hierro en las cubiertas y ladrillos en los muros, procurando no dejar aberturas al exterior. No ocurre lo mismo con el enemigo humedad; éste, ya por el aire, ya por la tierra, amenaza constantemente destruir las pólvoras, y es preciso tomar contra él muchas precauciones. Tenemos por lo mismo que extendernos algo más en su estudio.

El agua penetra en un edificio por existir en el suelo, por la lluvia y la nieve que al aplicarse sobre los muros la absorben, y por el aire, que la contiene en forma de vapor.

Al tratar de construir un almacén se debe, para evitarla, elegir terrenos permeables; los impermeables, cuando sobre ellos aparezcan hojas de agua, son muy malos; no son convenientes los terrenos bajos ó que tengan aguas estancadas ni los de aluvión cuando en sus cercanías haya corrientes de agua. Importante también es conocer la situación topo-

gráfica, pues la proximidad de los bosques, ríos y regiones pantanosas ó su colocación en valles estrechos puede ser causa del aumento de humedad.

No siendo siempre posible elegir la posición y clase de terreno que más convenga, hay que recurrir á buscar medios artificiales para evitar aquellos defectos y entre otros emplear los materiales menos porosos para que coadyuven á impedir los inconvenientes que pueda presentar la mala condición del sitio aceptado.

Según Mr. Tollet, los materiales que absorben menos humedad son el grés, que admite 15 gramos por decímetro cúbico, las baldosas 20 gramos, los ladrillos de 60 á 325 gramos, tejas 26 á 290, piedras asperón de 80 á 200, losas de cemento lo mismo, piedras calcáreas blandas 140 á 335, el pino 50 gramos y 45 la encina.

Según G. Philippe, las menos absorbentes son las piedras duras, y casi impermeables las arcillas, cementos y los buenos hormigones. Para la elección del material deben tenerse en cuenta estos antecedentes, pues para su uso en cimientos ó muros ordinarios, en los subterráneos ó al aire libre, convendrá aceptar unos ú otros, según los casos.

La humedad produce en los materiales efectos diversos y es útil conocerlos para que den mejor idea de su aplicación. En las piedras, excepción de las muy duras, rocas, mármoles, granitos, etc. y sobre los ladrillos, por su porosidad, su acción es absorbente conservando el agua; si existe ésta en su parte baja sube por el muro por la acción capilar, destruyéndolo en las épocas de heladas ó formando al exterior en las juntas productos salitrosos, que al mantener el estado húmedo son causa de la disgregación de los elementos. Aunque algunas veces no aparezca al exterior, debido á la evaporación superficial, siempre existe en más ó menos cantidad mientras se conserva el orígen, atacando y destruyendo los morteros, pues éstos, compuestos generalmente de arena y cal, al mezclarse con el agua forman un hidrato que necesita para endurecerse que la carbonatación se efectúe lentamente, lo que no puede verificarse si se la mantiene en estado constante de humedad, pues entonces no obra el ácido carbónico. Del yeso no debemos decir sino que es inútil para estos almacenes por lo higrométrico; en cambio el hormigón con cal hidráulica, estando bien hecho, es impenetrable. Sobre las maderas es

muy activa y enérgica la acción de la humedad, sobre todo si el aire no las orea con fuerza, pues si lo ejecuta lentamente su destrucción es rapidísima, mucho más si está en contacto de la cal, pues se produce el efecto conocido por cárie seca; la acción sucesiva de la humedad y sequedad es otra de las causas de destrucción de la madera, pues haciéndola variar de constitución la convierte de fibrosa en granular é impropia para emplearla en pisos, pares y en todos aquellos usos en que tengan que trabajar las piezas por flexión. La falta de luz y de renovación del aire, al conservar la humedad, produce la fermentación y desarrollo de infinidad de infusorios, se forman los hongos, que siendo eminentemente higrométricos introducen por sus raíces tan fatal elemento en el interior de las maderas, trayendo su destrucción. Los metales se oxidan en su superficie por la humedad y corroyéndose poco á poco las piezas, pueden llegar á su completa inutilización si no se evita que la oxidación aumente y penetre, pero ellos por sí no la atraen y con pintarlos con substancias grasientas ú oleaginosas son impermeables, ó bien quitándolos del contacto del aire envolviéndolos en cemento; pueden exceptuarse los productos derivados del cobre, en que la acción es lenta, y el zinc galvanizado mientras no pierda su capa protectora. El empleo del plomo no es práctico en estos edificios.

Las tejas, evitando ó cuidando que no se recubran de musgo ó de pequeños vegetales, no dejan traspasar la humedad, siempre que sean de buena fabricación.

Expuestas estas ideas sobre la acción de la humedad en los principales materiales, estudiaremos los medios que pueden emplearse para combatirla ó impedirla cuando no sea posible usar productos completamente impermeables.

El estudio de la cimentación es quizá el más importante, pues bien hecha se impide que penetre por el suelo la humedad, que es por donde en la mayor parte de los casos suele introducirse. El uso de los buenos hormigones y avenamientos sencillos serán garantías suficientes de la sequedad. De los avenamientos el más práctico es el empleo de tubos de alfarería hechos á propósito, que se colocan alrededor de los muros y recogen las aguas que puedan depositarse, desaguándolas en pozos ó alcantarillas separadas de la edificación. Estos tubos son de distintas for-

mas; los que parecen más aceptables son los de forma ojival (fig. 130); de no usarse éstos se hacen con losas de ladrillo ó piedras en seco, de-

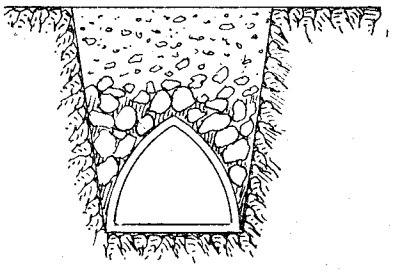


Fig. 130.

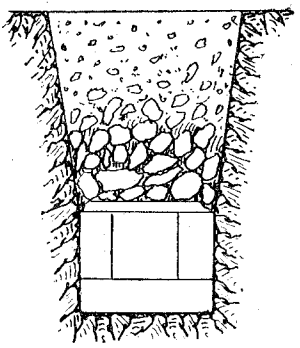


Fig. 131.

jando bastantes huecos entre ellas (fig. 131). En algunos casos podrá convenir poner al lado de los muros una capa de arcilla de 20 centímetros de espesor cuando la cimentación sea de ladrillo machacado, lo que no será obstáculo para que la mezcla se haga con cales hidráulicas para evitar los efectos de absorción. Cuando el muro esté en contacto con las tierras el mejor sistema es el aplicado por los austriacos á sus almacenes á prueba (fig. 132), que consiste en colocar al lado de los muros y sobre sus bóvedas una envolvente de piedra en seco, que impide á las aguas y humedades llegar á ellos, dándolas salida fácil y no permitiendo que se estanquen. De me-

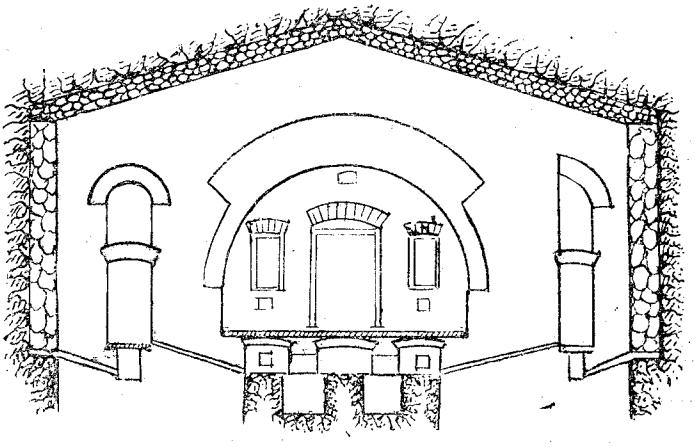


Fig. 132.

jor resultado, aunque más costoso, es el puesto en práctica en la batería del Pintor, en Ceuta, cuya disposición es la siguiente: un muro de piedra

en seco en contacto de las tierras, á su lado una cítara de ladrillo y entre ésta y el muro un pequeño espacio hecho con ladrillos apoyados en uno y otro, colocados á claro y lleno.

Otros muchos procedimientos pueden emplearse, tales como el aplicar en caliente á los ladrillos asfalto y construir con ellos, una vez fríos; usar el cemento inglés Peterspence, compuesto de la cal que emplea para la purificación de las fábricas de gas, con una mitad de alúmina de la que proviene de la fabricación del alumbre; se reduce todo á polvo, se riega con sulfato de zinc para constituir pasta, á la que se da la forma de ladrillos; se cuecen al rojo en los hornos de cal, triturándolos después en polvo; este cemento se emplea como los ordinarios.

Algunos constructores, fundándose en que la causa de la humedad reside en la porosidad de los materiales, han propuesto infinidad de substancias para rellenar los poros, creyendo resolver el problema con el alquitrán, la silicatización, etc., y otros, para impedir la subida del agua por la acción capilar, emplean planchas de plomo, de asfalto, cemento, etc., colocadas de distancia en distancia á varias alturas, medios de poco resultado en general, pues si bien no permiten la subida del agua no evitan que esté allí la humedad, que se extenderá por los lados yendo á buscar las partes débiles y no defendidas de la construcción; sin embargo, son muy recomendadas las placas aisladoras impermeables y extensibles de asfalto comprimido de Mrs. Buscher, Hoffman y los fieltros asfálticos de The Belgran Neufchatel Asphalt C.°, por ser material apropósito para interponer entre los muros ó debajo del pavimento de los sótanos.

Para evitar la humedad en los pisos, desde luego lo primero que se ocurre es el elevarlos sobre el terreno natural para que no la absorban; mas esto no será suficiente si no se prepara convenientemente el suelo. El empleo del hormigón da buenos resultados siempre que se ayuden sus efectos en estos sótanos con corrientes de aire producidas por medios artificiales ó con ventanas colocadas, si es posible, á distintas alturas y con diferente orientación. Las bóvedas hechas con cemento son impermeables, lo mismo que los pisos construídos con viguetas de hierro y bovedillas, siempre que éstas estén enlucidas de cemento y que se tenga cuidado, para seguridad, de pintar las viguetas, pues tendiendo el vapor

húmedo á ir á las partes altas cuando se calienta, podría traer la oxidación y por ella la destrucción del cemento que está en contacto.

El empleo del asfalto y ladrillo al sardinel en los pisos de sótanos, no parece haber dado los mejores resultados á no ser que se usen ladrillos especiales, sobre todo los procedentes de derribos de chimenea, que por la acción de los gases están inyectados de los productos que desprenden los carbones y son bastante impermeables.

En este caso, Fallot dice que debe ponerse primero una tanda de canto con mortero hidráulico, encima otra puestos de plano y sobre éstos un piso de madera de encina de 35 milímetros de espesor.

La carbonilla, si bien por su propiedad higrométrica absorbe la humedad, suele devolverla una vez que se satura, y por eso aconsejan algunos usarla sólo cuando los pisos están elevados y colocados sobre capa de arcilla.

La tierra arcillosa es la que para estos locales dará en general mejor resultado y más economía, debiendo recordar, para concluir, que los cementos portland mezclados con arena, el de Vassy y otros, se grietean con facilidad y dejan pasar el agua si no se tiene la precaución al tenderlos de que el fraguado lo efectúen bajo la acción de la humedad, regándolo durante un par de días; si se quiere embaldosar, conviene poner baldosas sobre capa de cemento; las mejores, aunque caras, son las losas de asperón ó granito.

Cuando los pisos se entariman, las tablas se fijan al suelo por medio de viguetas de madera, y para defender éstas de la humedad, conviene elevarlas por medio de muretes de ladrillo, rellenando los huecos con machefer, escorias de forja ó de los hornos de ladrillo.

Cuando en la parte exterior y cimientos de los edificios abovedados no se han tomado toda clase de precauciones para que la humedad no los invada, y sobre todo cuando obre sobre ellos la acción del calor, es preciso organizar los paramentos interiores para impedir que aquélla penetre, porque la mampostería, que es mala conductora del calor cuando está seca, lo es muy buena si está húmeda y hace el efecto de un condensador de vapor.

Para evitar esto, el procedimiento es aislar del macizo de mampostería la superficie que está en contacto con el aire que circula ó existe

en el almacén, forrando las bóvedas y muros con una envuelta mala conductora del calor y que no permita el paso del agua.

Con este objeto se emplean ladrillos huecos de dos ó más canales (figura 133) que se colocan de modo que se correspondan los huecos, constituyendo verdaderos tubos de avenamiento; cada arco (fig. 134) va uni-

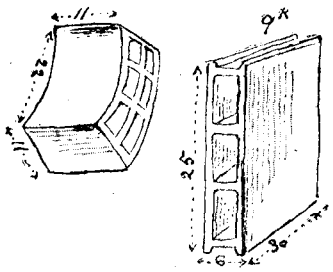


Fig 133.

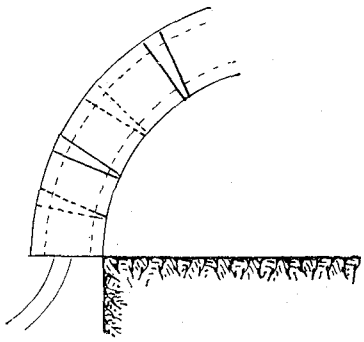


Fig. 134.

do al siguiente con cemento, en forma tal que las juntas no se correspondan; después se retunden las uniones y se termina dando una capa de cemento al paramento interior. Este sistema tiene además la ventaja de que ejecutando primero estos arcos, sirven de cerchas para la constitución posterior de la bóveda.

Fundándose en el mismo principio, en Francia, en el fuerte de Colbas, se hizo en la forma siguiente: pusieron dos muretes, uno de $0^m,115$ y el otro de $0^m,055$, dejando entre ambos $0^m,06$ y reunidos cada $0^m,23$ por un ladrillo á tizón, colocado de canto; el hueco sirve de tubo, por donde se da salida á las aguas, se suprime la condensación, y poniendo ventiladores se logra que esté siempre la temperatura interior igual á la exterior. Fallot propone hacer al interior otra bóveda tabicada, para que quede una capa de aire aisladora.

En Austria, para que no refluyan las humedades al interior en los subterráneos, adoptan las disposiones de la figura 135, formando el muro y la bóveda de hormigón, dejando canales para el desagüe; la figura 136 es otro sistema de aireación interior de las bóvedas y muros, recogiendo por regueros las aguas que van á ellos y llevándolas por una tubería á una atarjea central, que vierte á distancia del almacén.

El temor á la humedad por la absorción de los materiales en los al-

macenes de aprovisionamiento no tiene tanta importancia, pues siendo edificios que no están al lado de las tierras, mal pueden adquirirlos por ellas, pero sí por la acción de las lluvias y nieblas, que al estar en contacto con los muros, pueden producir efectos análogos. Para impedir que dicha humedad refluya al interior, lo primero que debe hacerse es un buen retundido de juntas, escarbándolas por lo menos 1 centímetro y rellenándolas de buen mortero de cemento. También se ha propuesto en Francia una mezcla de cal grasa, blanco de Meudon y arena de mar, después de haber tenido ésta bastante tiempo al aire para quitarle las sales que contiene, que por su condición son higrométricas.

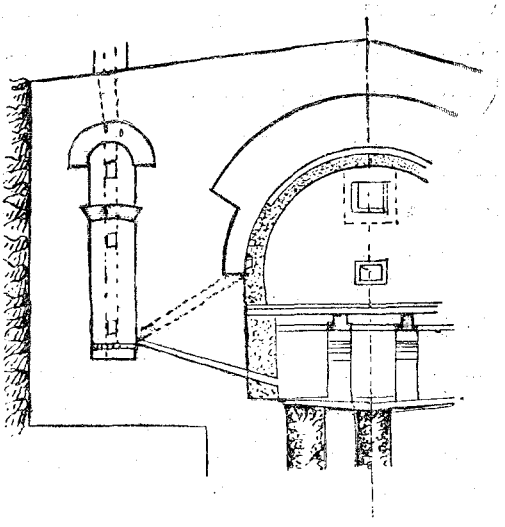


Fig. 135.

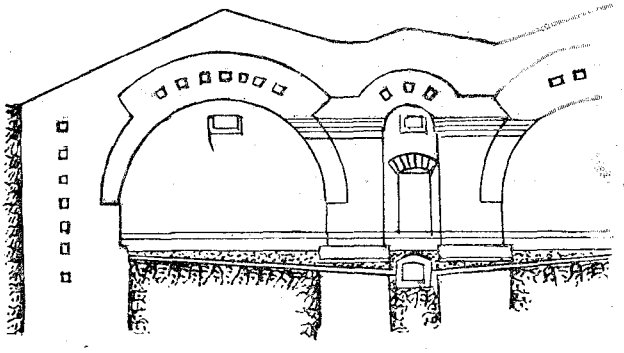


Fig. 136.

Los ingleses han empleado, sobre todo en las construcciones de ladrillo, un enlucido que dan al muro antes de retundir las juntas, formado de una mezcla de ocre rojo y arena de la usada en las fundiciones, revistiendo el total, después de rellenas las juntas, con una mano de aceite de linaza.

En las piedras, las aplicaciones sucesivas en varias capas de disoluciones de silicato de potasa es lo más práctico y barato: otros muchos procedimientos hay, como las pinturas de Mignot y Carson, y el de De-

villier para las fachadas expuestas á los vientos de mar, que se ensayó con éxito en Brest, siendo útil su aplicación en los países de lluvias constantes y grandes vientos. El empleo que se hace en Galicia y Asturias del forrado exterior de los muros con tejas ó pizarras es de buen resultado, pero hay que entretenerlo bien para que no sirva de depósito á la humedad.

En las maderas, las pinturas con aceite de linaza, los barnices ingleses, el Hidrófugo de Renard ó el procedimiento que recomienda Mr. Philippe en su libro sobre la humedad en las construcciones, y que llama barniz mordente Arsenaire, son medios que pueden emplearse para evitar la absorción de la humedad y su introducción al interior.

No basta impedir la absorción por los muros: las cubiertas suelen también ser causa de la entrada de aquélla si no reunen buenas condiciones. Para lograrlas ya se sabe que lo primero es que la inclinación sea por lo menos de 33° y que el enlace entre las tejas sea lo más justo posible. Conviene que el alero sobresalga bastante, y si avanzara poco ó nada por estar coronado por un ático, hay que cuidar de dar bastante anchura á las canales y procurar que las uniones de éstas y de las bajadas sean perfectas. Deben proscribirse las cubiertas de pizarra, pues siendo necesario agujerearlas, por la clavazón entra en seguida el agua. Las de tejas son las mejores, sobre todo apoyándolas en bovedillas ligeras.

Las metálicas, que se han usado bastante, tienen el defecto de dar fácil entrada á las temperaturas extremas y necesitar para sus reposiciones y arreglos el empleo del fuego.

Debe tenerse en cuenta para las bajadas la cantidad de agua que puede caer en las grandes lluvias y darles sección suficiente para que salga con desahogo y no se derrame sobre los muros. El pie de éstas debe continuarse hasta la canal de desagüe al pozo ó alcantarilla; se deben colocar siempre al exterior, nunca embutidas en la pared, y guarnecer el pie con hormigón para alejar la humedad y evitar las filtraciones.

Cuando los almacenes son abovedados, ya dijimos que lo mejor era el empleo del hormigón, pero procurando dotarlo de un buen sistema de avenamiento, pues si no las tierras al empaparse de agua producen presiones desiguales por su distinto coeficiente de absorción, grieteando la bóveda y penetrando por ella la humedad. En las experiencias hechas

en Amberes se observó que llegó la sobrecarga en algunos sitios á más de 70 kilógramos por metro cuadrado. La inclinación de los tubos ó limahoyas que se forman para la salida de las aguas, debe ser siempre hacia la fachada, donde se recoge en canales que, en unión de las bajadas, la conduzcan á las alcantarillas; y nunca debe admitirse que viertan á las tierras adosadas, pues en éstas se forman depósitos difíciles de corregir sin grandes gastos después de terminadas las obras.

Cuando se empleen blindajes para cubrir los almacenes, debe tenerse en cuenta todo lo dicho anteriormente. Para estos blindajes se recomiendan las vigas de hierro, rellenando, como propone Brialmont, de cemento los huecos y sobre el blindaje una capa de hormigón. El ingeniero de la marina austro-húngara Sr. Oliva, propone que sobre el entablado que se apoya en las vigas de la techumbre, se coloque una capa de arena fina y seca de un centímetro de espesor y sobre ella mortero hidráulico, procurando que las primeras lechadas estén bastante secas para que no se peguen ó formen cuerpo con la arena; este macizo, de poco espesor en los extremos, aumenta en el centro dándole la forma de dos vertientes, procurando que queden pulimentadas las superficies. La composición del mortero es una parte de cemento y tres de arena.

En cuanto el mortero haya adquirido alguna consistencia, se cubre con una capa de tierra arcillosa de 8 centímetros de espesor, que se humedece para impedir que el cemento se seque con demasiada rapidez y se grietee; puede comprimirse esta capa ligeramente y después se echan sobre ella las tierras ordinarias.

Por los huecos de puertas y ventanas también puede introducirse la humedad, sobre todo por las situadas en la dirección de los vientos húmedos, si las uniones no son buenas ó están mal cuidadas. Para evitarlo, los medios propuestos son: para los costados, en su unión con el cerco, láminas de caoutchouc, lo mismo que en el cierre, y para la parte alta y la inferior, que es la más difícil de preservar, la disposición indicada en la figura 137, empleando las láminas de caoutchouc *H*. Lo mejor en los almacenes, siempre que haya medios buenos de ventilación, es

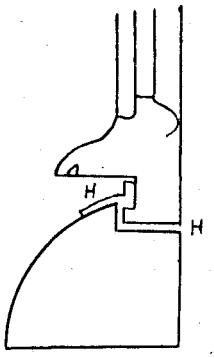


Fig. 137.

poner los cristales de una pieza, gruesos y encajados en el cerco, cerrando los espacios que queden con buen mastic.

Hasta este momento sólo nos hemos ocupado del modo de defender los edificios de nueva construcción, pero ocurre algunas veces que es preciso corregir los efectos de la humedad en los antiguos é impedir su acción maléfica. Problema es éste, quizás el más difícil de los que pueden presentarse al ingeniero; muchos son los procedimientos ideados, pocos los que verdaderamente lo hayan resuelto; daremos, sin embargo, algunos de los que se aconsejan como prácticos, pero antes vamos á exponer un medio de conocer dónde existe la humedad en un muro y modo de medirla.

Para lo primero se emplean hojas muy delgadas de gelatina, la que se extiende con los dedos sobre una placa de cristal, engrasada preliminarmente, hasta obtener una capa fina y perfectamente unida; se deja secar al aire, y una vez seca se recortan los extremos y se parte en pedacitos, que se conservan en lugar exento de humedad. Si se quiere saber dónde existe, se pasea lentamente uno de estos pedazos á lo largo del muro sin tocarlo, y en cuanto pase por un sitio húmedo, lo declarará encogiéndose y tomando una forma aconchada.

Para medir la humedad en los muros se emplea un casquete esférico de cristal, cuya base tenga 0,30 centímetros cuadrados. En su polo lleva un tubo de cristal de 5 centímetros de largo y 5 milímetros de ancho, provisto de una llave hermética. Este mango hueco se pone, por medio de un tubo de caucho bastante corto, en comunicación con dos tubos de cristal en U llenos de cloruro de cálcio; antes de empezar la experiencia se debe pesar exactamente el aparato. En lugar de los tubos en U se pueden emplear otros más pequeños que contengan cloruro de cobalto seco y en cantidad determinada; éste, seco, tiene un color azul y adquiere el rojo cuando toma el agua de cristalización. Los tubos en U están en comunicación con una bomba aspiradora.

Para usar el aparato se aplica el casquete de cristal sobre la superficie del muro, asegurando por medio de un mastic su cierre hermético; se aspira lentamente el aire que contenga, y entonces se cierra la llave y se le pone en comunicación con los tubos U; se vuelve á abrir la llave

y se aspira el aire contenido en la pared que debe venir del exterior á través de la misma; se ejecuta igual operación con el aire exterior, y la diferencia de pesos ó del color del cloruro de cobalto indica la cantidad de humedad.

Para quitar la humedad en los muros antiguos, el coronel de ingenieros D. Florencio Caula ha empleado en España, con bastante buen resultado, un procedimiento que consiste en extender, en caliente, sobre el muro, una mezcla hecha fundiendo 3 kilógramos de brea, 1 de alquitrán y 1 kilógramo de sebo común. Con la misma llana se echa encima una capa de arena de río; cuando está frío se receba con mortero hidráulico, pudiendo después darle el enlucido ordinario.

Semejante á éste, aunque de distinta composición, es el usado en Francia en la forma siguiente: se quita el guarnecido de la pared dejando al descubierto los ladrillos ó piedras, se limpia bien el paramento con escoba fuerte y se enluce con la siguiente mezcla. En una caldera, que conviene esté al aire libre, se calientan hasta que hiervan 46 kilógramos de alquitrán, y teniendo cuidado de conservar la ebullición sin precipitarla, se va mezclando gradualmente hasta 2 kilógramos de manteca de cerdo; después de remover el líquido se agregan sucesivamente 4 kilógramos de polvo de ladrillo fino bien tamizado, se agita la masa hasta obtener una mezcla homogénea, lo que se conoce introduciendo una vara ó astilla; si al sacarla no se le adhiere ningún trozo informe de masa, es prueba de estar en su punto. Obtenido este resultado se empieza á disminuir el fuego, pero sin que se enfrie la masa, y en caliente se extiende rápidamente sobre el muro, valiéndose de la llana, que se pasará con fuerza cubriendo el todo con una capa de arena de río bien seca; una vez enfriado y endurecido se puede dar el enlucido ordinario. Con este procedimiento, dicen, desaparece la humedad hasta de los sótanos de peores condiciones. La cantidad dicha es suficiente para revocar 30 metros cuadrados de paramento. Para quitar humedades en las fachadas de ladrillo se toman 0,336 kilógramos de jabón blanco, que se disuelven en 4,54 litros de agua hirviendo y en seguida se da una capa con un cepillo sobre la cara exterior de la fábrica, se deja secar por espacio de veinticuatro horas, y encima se da otra capa de un líquido que resulta de disolver 9,112 kilógramos de alumbre en 9,08 litros de agua.

El jabón y el alumbre forman un barniz completamente impermeable á la humedad.

Hay una variedad grande de mastics y cementos que pueden servir para el objeto; entre otros citaremos el del Cuerpo de Ingenieros francés, compuesto de 6 kilógramos de cemento, 1 de blanco de Cerusa, 1 de litargirio, 1 de aceite de linaza y 0,50 de aceite ordinario.

En Alemania se emplea la siguiente pintura: aceite de linaza con limaduras de hierro, barniz de ambar y una pequeña porción de líquido secante; con ésta, si los muros están expuestos á cambios de temperatura frecuentes, las dos primeras manos se dan sin secante.

Últimamente hemos visto empleado en el nuevo hospital militar de Madrid un producto italiano, llamado Psicroganoma, que promete grandes resultados, aunque su precio es algo elevado.

En las paredes de piedra de sillería lo que parece más práctico es aplicar en caliente una pintura hecha con una parte de cera virgen y tres de aceite de linaza con litargirio, dándole varias manos.

En la obra ya citada de Mr. Philippe se detallan varias recetas de los mastics y barnices más en uso, tales como el de Machabee y Dihl, Renard, Muller, Leo, Caron, Kulmann, etc., y los cementos Porcela y Sorel; pero creemos que su utilidad está reducida á casos especiales, que es preciso buscar y suprimir el origen de humedad. Sin embargo, y por si pudiera ser útil, damos los siguientes. El mastic Machabee se compone de

Poix grana de Burdeos.	60	Basta 1 kilo para embadurnar 4 metros cuadrados de mampostería y su precio es 2,50 pesetas el metro cuadrado.
Galliput..	2	
Betún de Bostennes.	19	
Cera virgen.	4	
Sebo de Rusia.	3	
Cal hidráulica fundida al aire. . .	6	
Cemento romano.		

Mezcla hidrófuga de Rey, para los lugares húmedos, bajo las pinturas al óleo:

Betún de Seyssel.	8	partes
Aceite de linaza..	4	»
Subacetato de plomo.	1	»
Óxido de manganeso.	1	»

una vez fundido se retira del fuego, se le añaden cuatro partes de esencia de trementina ó mejor petróleo, hecho secante con litargirio.

De no encontrarse la causa, el empleo de ladrillos huecos aplicados á los paramentos de modo que formen tubos, es lo que mejor resultado dará, por lo menos para quitar la fealdad del muro y evitar el humedecimiento del aire ambiente.

La conveniencia de evitar la acción del aire húmedo exige que se sitúen los almacenes de pólvora, cuando no son á prueba, en sitios elevados, donde el trabajo del viento seque la atmósfera que los envuelve, procurando que sean los fuertes los que obren sobre ellos, pues ya se sabe que la energía del viento tiene influencia en la cantidad de vapor de agua que se deposita, aumentando la humedad si es flojo y disminuyéndola en el caso contrario por calentarse por el roce.

Es útil estudiar los vientos reinantes para determinar la orientación del almacén, situándolo de manera que los vientos húmedos no choquen en las fachadas que tengan huecos ó ventanas sino en las que estén cerradas por completo, y cuando no sea esto posible, deberán tomarse grandes precauciones en los cierres para que no se introduzca por ellos.

Según las observaciones hechas por la Comisión de acuartelamiento, los vientos reinantes en las principales poblaciones de España son los siguientes:

PUNTOS.	DIRECCIÓN Y NÚMERO DE DÍAS.							
	N.	N. E.	E.	S. E.	S.	S. O.	O.	N. O.
Madrid.	29	98	34	34	23	69	42	36
Valladolid.	26	112	8	20	27	102	26	44
Barcelona.	12	31	55	53	65	75	52	22
Zaragoza.	3	23	4	77	3	6	5	244
Burgos.	47	122	15	15	49	76	14	7
Coruña.	27	123	5	6	23	96	23	62
Sevilla.	13	73	15	24	20	166	12	42
Granada.	15	84	18	20	25	96	53	54
Valencia.	43	49	37	20	6	29	124	57

Útil es conocer estos datos que servirán para la orientación del edificio, pero conviene oir la opinión de la gente del país, que podrá dar mejor idea de la forma en que obran los vientos en la localidad, pues hay que tener en cuenta que por su situación hay circunstancias especiales que producen las lluvias.

En España los vientos S. y S.O. son los que más las producen, debiendo evitarse los del Oeste.

La acción de las nieblas, que en el norte de España es donde más se deja sentir, es bastante perjudicial.

Para terminar diremos que en las experiencias hechas en Bélgica para mejorar y modificar sus almacenes de pólvora, observóse que en los á prueba era un inconveniente que la fachada estuviera al Norte y que hubiera plantaciones á su alrededor, que al par que conservaban el aire húmedo, que era el que penetraba al interior, impedían que el sol bañara los muros y suelo conservándose encharcado y produciéndose una evaporación lenta y contínua, que mantenía grandísima humedad, no dejando libre la circulación del aire.

Con objeto de que la fachada de los almacenes á prueba tenga buen aire y sequedad en su proximidad, se tendrá en cuenta el viento reinante, aceptando la orientación que más cantidad de sol pueda recibir fuera de la del Mediodía, que podría ser perjudicial, prefiriendo el Saliente al Poniente; la dirección N.O.-S.E. parece ser la más apropiada.

CAPÍTULO VI.

Aireación y desecación.—Ventilación natural.—Caperuzas y aparatos ventiladores.—Ventilación artificial.—Máquinas.—Entradas de aire.—Aspiración ó inyección del aire.—Ideas de higrometría.—Higrómetros.—Sistemas de ventilación.—Aplicación de ellos hechas en distintas naciones.

En el capítulo anterior expusimos dos de las causas productoras de la humedad, y dijimos que la última era la entrada del aire húmedo ó la condensación del vapor de agua. Lo primero se produce en los países y en las épocas del año en que reinan grandes y constantes lluvias, las nieblas, vientos que hayan atravesado grandes extensiones acuáticas, en las épocas del deshielo y en el verano antes de la salida ó después de la puesta del sol. Para impedir que estas humedades entren en los almacenes, el mejor procedimiento es cerrar completamente todas las aberturas que den al exterior; pero como podrán ocurrir casos en que no sea posible, por tener que extraer material, el empleo en las bocas de aire de algún sistema, como el de Livesey, relleno de substancias higrométricas y disposición interior del almacén con cámara de aire en su parte alta podrá resolver el caso.

Cuando la humedad pueda provenir de la condensación, el empleo de corrientes enérgicas de aire la evitaría. En los almacenes subterráneos, con los sistemas que se han usado generalmente de respiraderos pequeños, acodados y á poca altura del suelo, no causaba tanto daño la humedad, pues la pequeña corriente que se establecía, impedía que estando cerrados se produjera; pues sus gruesos muros, espesas bóvedas y composición de materiales poco conductores del calor, sobre todo si están secos, hacía que la temperatura del interior se mantuviera constante é independiente de las contínuas variaciones del exterior, formándose en

la parte alta de la bóveda y cerca de la clave, una capa de aire en estado de saturación, que nunca se renueva, y en la que se acumula el vapor de agua que introducen las corrientes inferiores. Si no se variase este régimen, la acción de la humedad no tendría importancia, pero el tener que abrirlos para entrar ó sacar material, no siendo posible muchas veces esperar á épocas en que el aire sea seco y la temperatura exterior más baja ó igual que la interior, da lugar á que al penetrar aquél, más caliente que el que existe en el almacén, el vapor de agua tome el estado vesicular y se forme el rocío que cae sobre los muros y empaques. Una vez depositado suele quedarse allí y producir los funestos resultados que la humedad da en la generalidad de los almacenes. Pero si por buenos procedimientos se hiciese que el aire se renovase con frecuencia, es decir, si la ventilación fuese activa, el vapor de agua que empieza por depositarse al principio, no se estacionaría bastante tiempo para penetrar hasta la pólvora. La temperatura del local, según dice el teniente coronel de artillería belga, Wanters, se eleva progresivamente, y cuando excede del grado correspondiente á la saturación del vapor de agua que contiene el aire exterior, no sólo no se verifica la condensación, sino que la humedad que se depositó al principio es absorbida por las capas de aire que sucesivamente van penetrando en el interior de aquél.

Estos efectos se observan prácticamente cuando se expone al aire cualquier objeto mojado; se seca más ó menos pronto, según es mayor ó más débil la fuerza del viento. Otro hecho comprobado con buenos higrómetros, es que el aire tranquilo encerrado en las habitaciones, en general está más cerca de la saturación que el ambiente exterior, que muy raras veces en nuestro país lo está completamente, excepto, como ya hemos dicho, en tiempo de niebla, pues aunque llueva ó nieve, que son otra de las causas, ocurre muchas veces que está el aire libre ávido de vapor de agua y por eso si se tiene un lienzo mojado suspendido en una habitación, cuyas puertas y ventanas están abiertas, se seca aunque llueva fuera, mientras que si se tienen en sitio cerrado ó con poca ventilación se cubren de moho y se destruyen poco á poco.

En los almacenes de depósito, como los muros no son de gran espesor y la cubierta es la ordinaria, la temperatura exterior se comunica fácil-

mente al interior, y como dice el general Cerero, hace que todo el vapor de agua que durante el día haya refluído á las partes altas por la mayor tensión debida al aumento de temperatura, caiga en forma de lluvia sobre las pólvoras al sentir el frío de la noche. Conviene también en los de esta clase, enérgica ventilación y sobre todo las cámaras de aire en la parte superior, colocando en el cielo raso válvulas de salida.

Para conseguir cuanto hemos expuesto, es preciso emplear los medios de ventilación conocidos, pero con buen acierto, pues una mala distribución y aplicación de ellos podría originar corrientes contrarias y remolinos que hiciesen nulo su uso y en otros casos perjudicial.

Además, el problema que hay que resolver, copiando las frases del coronel de Ingenieros Ramos en sus *Apuntes sobre ventilación de locales á prueba*, es de desecación, para evitar que la humedad se acumule en estos almacenes. «No preocupa al querer renovar el aire el que esté viciado por los gases que desprendan los objetos ni el cuerpo humano, ni las luces ó las mil causas que impurifican la atmósfera y la hacen irrespirable y mal sana, sino el vapor de agua, que al condensarse se deposita sobre los empaques, pudiendo inutilizar su contenido y destruir pisos y cubiertas.»

La ventilación puede obtenerse natural ó artificialmente; la primera, fundada en la propiedad que tiene el aire, como todos los gases, de contraerse ó dilatarse variando su volumen, tendiendo á elevarse á medida que su densidad disminuya cuando sube su temperatura y ocupando su lugar el más denso, ó en la acción de las corrientes de la atmósfera, producidas por la misma causa al ir de las temperaturas cálidas á las frías. La segunda se realiza empleando el calor para conseguir las dilataciones del aire ó bien por la aplicación de máquinas ó aparatos que desarrollen corrientes, inyectando el aire ó expeliéndolo.

Al hacer la descripción de los distintos medios usados, descartamos sobre todo los que por estar basados en el calor no son convenientes por lo peligroso que sería introducir este enemigo á la proximidad de la pólvora y también aquellos que por su mucho coste y difícil vigilancia no son á propósito para estos almacenes.

La renovación del aire en las habitaciones, cualquiera que sea el sistema que se acepte, requiere tres condiciones: sitio por donde éntre el

aire, otro por donde salga y fuerza que lo ponga en movimiento; que son necesarias bocas de entrada y de salida, que no basta una sola para los dos usos, se demuestra colocando bajo una campana de cristal una luz encendida y abriendo en su parte alta un agujero, en el que se ponen sujetos á un corcho dos tubos de cristal. Cuando éstos tienen sus extremos á igual altura, en cuyo caso obran como uno sólo de doble diámetro, al cabo de un rato se observa que la luz tiende á apagarse una vez que ha absorbido el oxígeno del aire del interior, pero si se eleva uno de los tubos, vuelve á lucir, porque el aire exterior entra en la campana por el más bajo y el viciado sale por el otro. Este sencillo aparato es la comprobación de la ventilación natural.

La tercera condición es la existencia de una fuerza; ésta, en la ventilación natural, la suministra el mismo aire obrando por su mayor ó menor densidad ó por su velocidad, y en la artificial es, como ya dijimos, el calor, el vapor produciendo el vacío, y en las máquinas y aparatos un motor, ya de viento, de vapor, eléctrico ó hidráulico.

La ventilación natural es la primitiva, la que la naturaleza emplea para limpiar la atmósfera: son las corrientes de aire que tienen por causa el desequilibrio producido por diferencias de temperaturas. Esta misma acción es la que la verifica en las habitaciones al abrir las puertas y ventanas cuando tienen distinta orientación, siendo la fuerza unas veces el calor solar que dilata el aire exterior, que entra por la parte superior en tanto que por la inferior sale, como elevándose para descender, al interior, y otras la elevada temperatura de éste, que para elevarse sale por arriba y es reemplazado por abajo, por el de fuera, más frío y por lo tanto más denso. En las minas, hasta la época en que se emplearon máquinas para inyectar el aire, el solo sistema era éste, abriendo de espacio en espacio chimeneas que daban salida al aire y á los gases menos densos, produciendo un vacío que se llenaba con el que penetraba por las bocas de las minas.

Igualmente en los barcos, para desinfectar los fondos, empleaban, y aun hoy emplean, lo que llaman manga de viento, que consiste en una tela cosida en forma de embudo y recurvada de modo que presenta su abertura normal al viento que sopla. Este se introduce por ella, baja hasta la cala y allí obliga al que hay á salir por las distintas aberturas

del barco. En los almacenes de pólvora antiguos se verificaba por medio de pequeñas ventanas ó respiraderos (figs. 138, 139 y 140) *a b c d*,

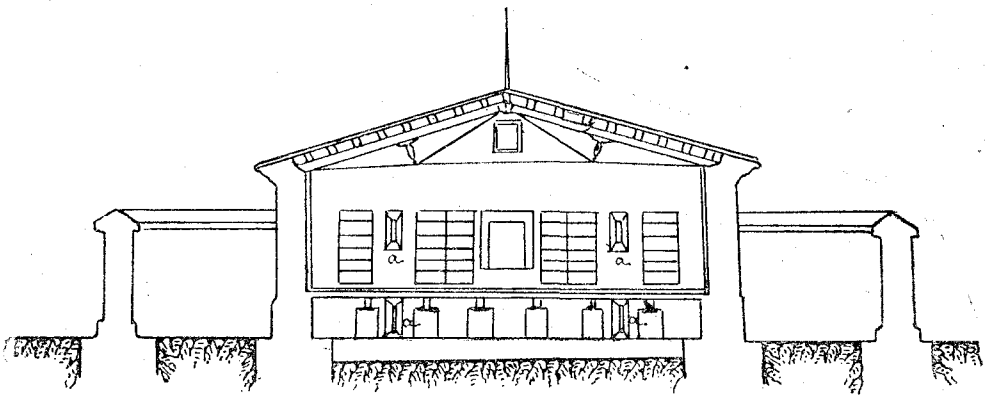


Fig. 138.

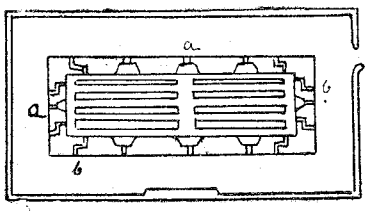


Fig. 139.

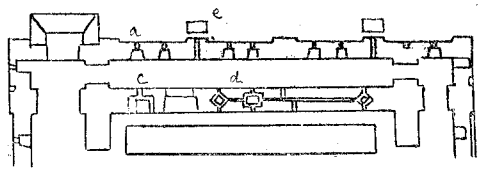


Fig. 140.

produciéndose la corriente por la diferencia de temperaturas en dos fachadas opuestas. Estas corrientes, de poca utilidad en general, eran en muchos casos perniciosas para los efectos de la humedad, por ser débiles, no sólo por la disposición sino por lo pequeños que eran los huecos y por estar además cerrados con alambreras espesas que disminuían la velocidad del aire, además de que su forma recodada ó en zig-zag era ya suficiente para disminuirla. Quedaba su acción limitada al trayecto que recorría; no ventilaba las partes altas é imperfectamente las bajas, y era necesario para conseguir el objeto abrir muchos respiraderos á distintas alturas, exponiendo el almacén á grandes peligros.

El empleo de chimeneas en lo alto del techo para tomar aire nuevo ó devolver el viciado, fué el sistema que se siguió. Con estas ideas trabajaron para conseguir su buena aplicación, entre otros, Vatson, que lo usó en Inglaterra, en los cuarteles. Su ventilador consiste en un tubo rectangu-

lar (fig. 141) dividido en dos por un diafragma; el aire viciado debe salir por una de las divisiones y entrar por la otra el puro; este sistema da poco resultado como no haya gran diferencia entre la temperatura exterior y la interior. De mejor resultado es el de Markinnell (fig. 142):

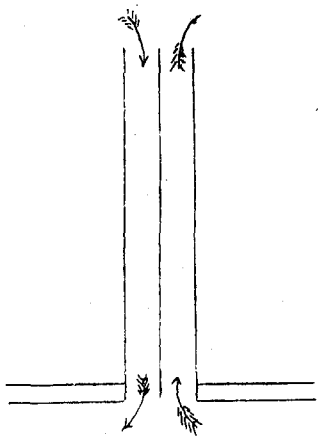


Fig. 141.

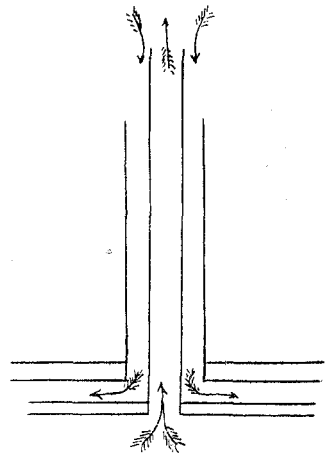


Fig. 142.

se compone de dos tubos, uno dentro del otro; el interior, que baja más, termina en su parte inferior, que sobresale del otro, en una corona horizontal cuyo mayor diámetro es muy poco menor que el del tubo exterior. El aire viciado sale por el central y entra el nuevo en la habitación por el envolvente; la corona horizontal tiene por objeto impedir que la llegada del aire exterior se oponga á la salida del viciado.

Las chimeneas, á partir de este momento, forman la base de la ventilación natural, pero con objeto de aprovechar en mejores condiciones los esfuerzos del viento, se colocan en ellas caperuzas especiales que lo guien con la fuerza necesaria para mover las masas de aire; entre éstos está el ventilador Muir (fig. 143). Su caperuza está formada por un tubo cuadrangular dividido en cuatro compartimentos *D E E D* por dos diafragmas verticales. Las caras verticales exteriores son persianas inclinadas, por las que entra el viento en

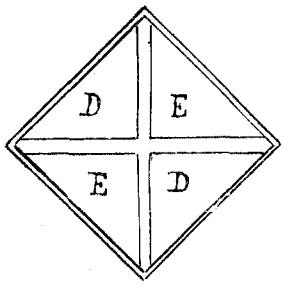


Fig. 143.

una ó dos de sus caras, dejando libres las otras para la salida del aire interior; su efecto es el de las mangas de los barcos. Nonalhierg propuso el de la figura 144, que es de palastro y planta exagonal, dividido por seis tabiques, entre los cuales penetra el aire, pero en lugar de ir al interior vuelve á salir por la parte superior de la caperuza, produciendo un movimiento ascensional que arrastra el aire viciado del tubo central.

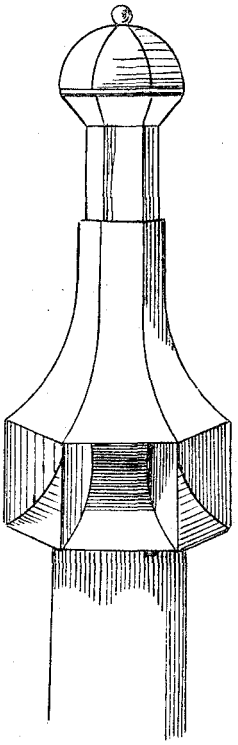


Fig. 144.

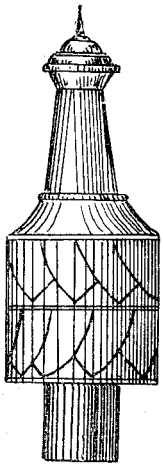


Fig. 145.

Muchos modelos se han hecho de estas caperuzas: las principales son las de Flament (fig. 145) y otras varias que pueden verse en la obra de Helyer titulada *Salubrité des maisons*; pero en éstas no se busca que sirvan para los dos objetos de admitir el aire nuevo y expulsar el interior sino para uno sólo, el de extraerlo, y es necesario además colocar bocas para la entrada del aire.

Además de los anteriores sistemas hay el de Grosot, que citamos por lo ingenioso: se compone de una mitra de palastro y en su interior una rueda de paletas helizoidales que se pone en movimiento por la acción del viento que entra por aberturas dispuestas *ad hoc*; dicho movimiento produce otro ascensional de la columna de aire de la chimenea. Las linternas de Dughera, que bien organizadas podrían tener gran aplicación, son igualmente unos aparatos compuestos de una mitra con cubierta de palastro, que lleva unas aletas verticales fijas á un cilindro; la rotación de éste por la acción del viento, mueve una rueda de paletas helizoidales, que son las que obligan al aire al movimiento ascensional.

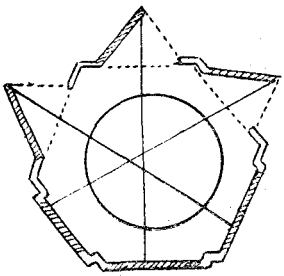


Fig. 146.

La caperuza Jackson (fig. 146) tiene en

las seis caras del prisma que la constituye, puertecillas unidas dos á dos, las de caras opuestas, por varillas y de dimensión tal, que al estar cerrada una, la otra tiene que permanecer abierta. El viento cierra las puertas que se presentan á su dirección y su paso por los costados hace en el lado opuesto el vacío, que atrae el aire interior.

El aspirador Damboise Benard (fig. 147) se compone esencialmente de dos tubos concéntricos de zinc ó palastro estañado, uno de los cuales muy ancho, de altura y diámetro variables, se adapta directamente á la chimenea cuyo tiro se desea activar; está cerrado por su parte superior y presenta lateralmente un número variable de aberturas. El otro tubo más pequeño, ocupa el eje mayor del primero y es el tubo sifón, cuya parte superior va provista de una veleta en forma de embudo y la interior recodada; dicho segundo tubo gira alrededor de su eje dentro de la chimenea, presentando siempre el embudo á la acción del viento. Su funcionamiento se vé en la figura por la dirección de las flechas; entra el viento por la vocina, sale por el sifón animado de fuerza ascensional y rompe el equilibrio de la columna de aire, que se escapa por las aberturas laterales.

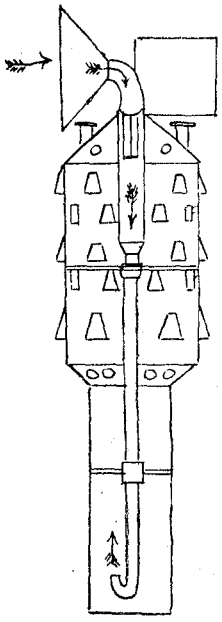


Fig. 47.

El ventilador de los almacenes de pólvora de Bélgica está formado (figura 148) por un cilindro de zinc de 0m,50 de altura y 0m,30 de diámetro; tiene por un costado una abertura de 0m,25 de longitud y se tapa con una montera que forma tejadillo sobre la abertura é impide la introducción del agua. El cilindro está montado sobre una espiga vertical de acero, por intermisión de

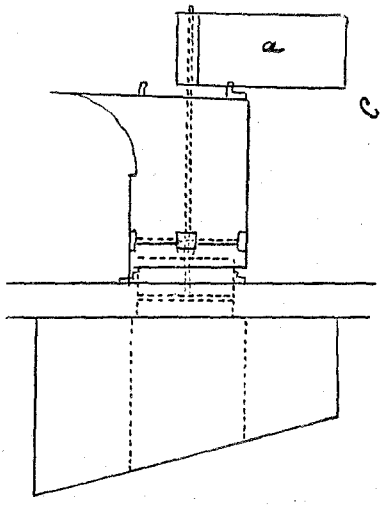


Fig. 48.

una cazoleta del propio metal y puede girar libremente sujeto por un aro interior que impide las oscilaciones: otra varilla, sujeta á la parte superior del tejadillo, sirve de eje á una banderita ó veleta *a*, que puede fijarse en direcciones diametralmente opuestas por medio de horquillas pequeñas colocadas en el plano vertical que pasa por el medio de la abertura. El aparato obedece al menor impulso del viento, estando á barlovento, cuando su boca se presenta á la corriente, y lo contrario, cuando está á sotavento. Con este ventilador se observó que cuando estaba á barlovento y la temperatura interior era poco diferente de la exterior, se establecía hacia el interior del almacén una corriente descendente, regular y contínua, cuya velocidad crecía con la del viento, y que cuando la temperatura exterior era más baja que la del interior y el viento flojo, éste obturaba y retardaba la velocidad de la corriente. Si el ventilador se coloca al contrario, es decir, á sotavento, la corriente que se produce es ascendente, aconsejando por esto el empleo de dos ventiladores para que ayude uno la acción del otro.

Los tipos de caperuzas-ventiladores en Austria, son los de las figuras 149 y 150, que, como puede verse, son una modificación del de Markinnell; están formados por cuatro tubos para la entrada y salida del aire, y según la dirección del viento sirven unos ú otros para recibirlo ó para expelerlo.

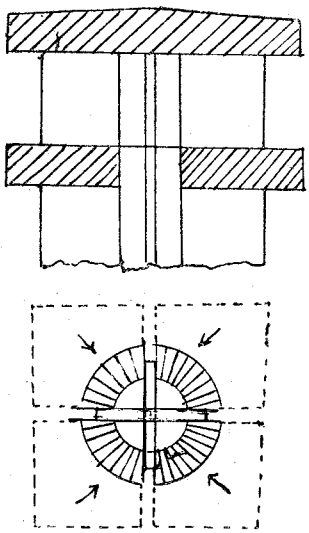


Fig. 149.

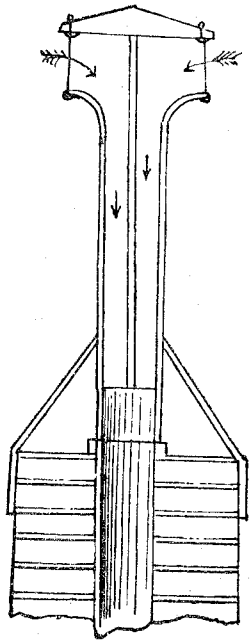


Fig. 150.

Hemos dejado el último el ventilador Boyle, por ser el que, al parecer, se está empleando bastante con buenos resultados. Su autor lo llama *Bomba de aire*; consiste (figs. 151 y 152) el aspirador en una

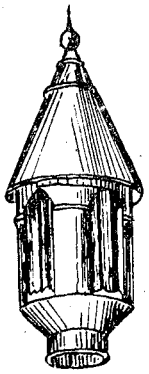


Fig. 151.

caperuza, cuyo corte nos da los detalles siguientes: el aire entra por *A* á la cámara *B*, donde al comprimirse tiende á escapar por el paso anular *C* con bastante velocidad, pasando por delante de la abertura *D*, creando una llamada que produce el vacío en la cámara *E*, que se llena del aire viciado que entra por la chimenea; en *F* tiene un diafragma que sirve para guiar la salida del aire, para proteger la abertura *D* y estrechar el paso de la corriente; impidiendo el cambio de dirección lleva la placa curva *G*. El espacio *H*, que separa la abertura de salida de la cámara central, está destinado á recibir y evacuar el agua que pudiera introducirse, y el reborde *G* para que no penetre en aquélla y en la chimenea. Tiene la ventaja de que no hay que preocuparse de las dimensiones en diámetro de la chimenea, pues su fuerza reside en el mismo aparato.

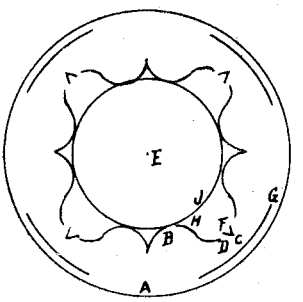


Fig. 152.

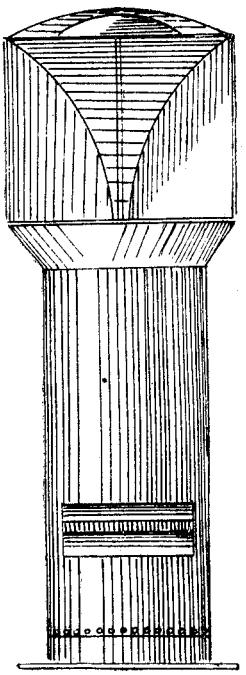


Fig. 153.

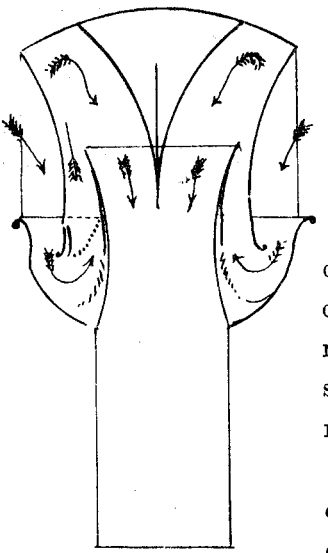


Fig. 154.

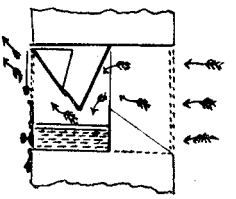


Fig. 155.

Como hemos visto, este modelo es aspirador, pero en las figuras 153, 154 y 155 es-

tán representados los inyectores, aconsejando el autor el de la figura 154, que no creemos necesario detallar, pues las flechas indican cómo se produce la acción, y se ve por ellas que obran por compresión del aire en distintos compartimentos, y que en efecto será mayor cuanto más violenta sea la fuerza del viento. Las figuras 156, 157 y 158 son combinaciones de las dos anteriores.

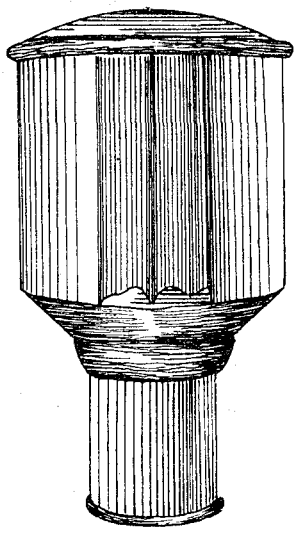


Fig. 156.

La ventilación artificial se produce por el calor dilatando el aire, por el vapor haciendo el vacío, ó por medio de aparatos mecánicos que lo inyectan ó lo absorben. En ellos la fuerza tiene que ser una máquina de vapor, una turbina, una máquina eléctrica, un motor de viento, la fuerza del hombre ó la animal.

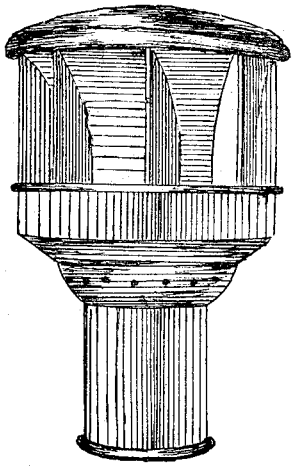


Fig. 158.

Todo lo que sea emplear el fuego cerca de estos edificios, en que se conservan materias tan peligrosas, debe descartarse, á no ser que se pudiera, como en las fábricas ó centros de poblaciones, aprovechar los motores existentes, empleando cables que permitieran alejar el peligro, pero de todos modos sería caro; queda, pues, reducida aquella ventilación al uso de motores de viento y eléctricos, sobre todo estos últimos, hoy que será rara la plaza de guerra bien organizada donde no se emplee este fluído para la iluminación de edificios y almacenes, y para los grandes reflectores.

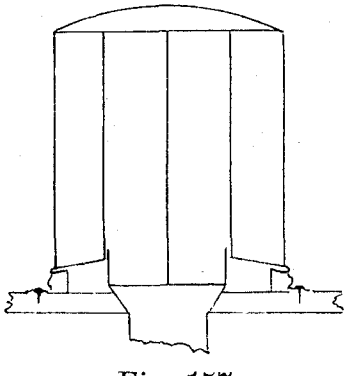


Fig. 157.

La base de los ventiladores mecánicos son las bombas y las ruedas de paletas. Expondremos algunos sistemas por si fuera útil aplicarlos en casos especiales.

De los más sencillos y prácticos es el que los ingenieros militares franceses usan para la ventilación de las minas militares, conocido con el nombre de ventilador de turbina. Se compone (fig. 159) de una caja fija de palastro, casi cilíndrica, dentro de la cual gira una rueda de paletas montada sobre un arbol horizontal; el aire penetra en la caja por dos aberturas circulares, colocadas á la altura del eje de rotación, y escapa por un tubo de palastro soldado á la parte inferior de la caja, al que se adaptan los tubos que van hasta el fondo de las galerías. Las paletas curvas llegan hasta unos centímetros de la pared y están unidas entre sí por tres coronas de hierro, vaciadas en la parte que corresponde al orificio de admisión para disminuir las vibraciones.

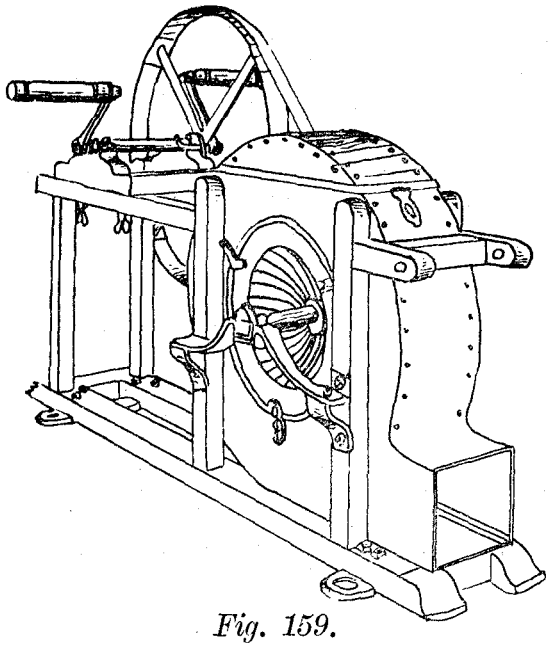


Fig. 159.

Otro modelo más pequeño, pero de más fuerza, es el de la figura 160, usado también por los ingenieros franceses, que permite un movimiento más rápido y por consiguiente mayor fuerza de impulsión.

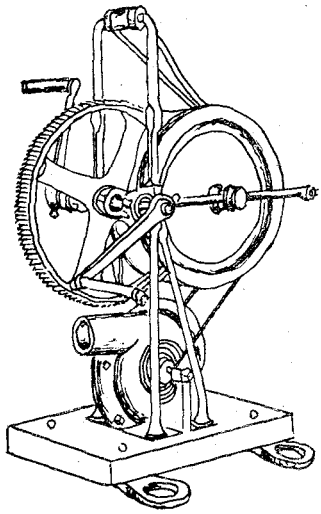


Fig. 160.

Las máquinas de émbolo se componen de dos cilindros de madera, sunchados con

círculos de hierro; en cada uno de ellos hay un émbolo con su válvula, á través de la cual pasa el aire cuando el émbolo baja; la entrada del aire es por otras que van colocadas en el fondo de los cilindros; el movimiento alternativo de subida y bajada del émbolo es el que produce la inyección.

La idea más sencilla de estos ventiladores es la de un tambor dividido por tabiques que van al centro y giran alrededor de su eje. Este tambor está lleno de aire y al ponerse en marcha con cierta velocidad, el movimiento de rotación se comunica á aquél; en cada punto la fuerza centrífuga desarrollada proporcionalmente á la distancia de éste al eje tiende á mandarlo á la circunferencia; el aire que está cerca del eje se rarifica y dilata, condensándose el de la periferia.

Si se abre una abertura á la circunferencia, el aire del aparato se escapa con fuerza, y si en el centro se precipita hacia él, siendo reemplazado por otro nuevo. Según que las aberturas estén unas ú otras en comunicación con el interior ó exterior, servirá el aparato como aspirante ó como impelente.

A los tabiques ó paletas se les han dado distintas formas, pero las más usadas son las planas, con una pequeña curvatura en los extremos.

Entre los aspirantes que pueden ponerse horizontal ó verticalmente, que son los más empleados y la base de todos los demás tipos, los de las figuras 161 y 162 pueden considerarse como los principales. Estos se co-

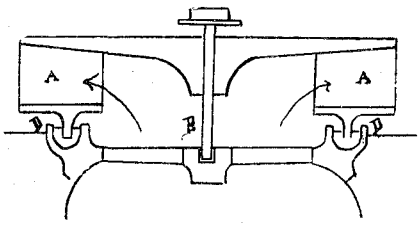


Fig. 161.

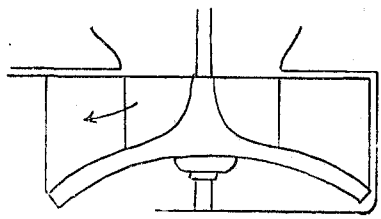


Fig. 162.

locan debajo de la chimenea, en la abertura de un conducto horizontal que se une á aquélla, y están formados por un eje horizontal ó vertical al que va sujeto el tambor provisto de aletas, á las que algunas veces se añaden unas lengüetas para impedir que éntre el aire exterior; cuando son verticales es más conveniente hacer curvas las paletas para facilitar la salida del aire.

Las figuras 163 y 164 representan el modelo base de los aparatos soplantes. Se colocan al exterior, tomando el aire por cerca del eje por sus dos lados. La fuerza que origina el movimiento lo arrastra y empuja á un conducto, que termina en el sitio donde se quiera sujetar.

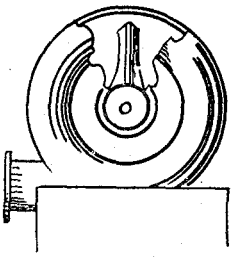


Fig. 163.

El ventilador Mouller (fig. 165) está dispuesto en forma tal por su autor, que le permite aspirar el aire interior y al mismo tiempo inyectar el exterior.

Hay una infinidad de modelos de aparatos de este género; todas las casas dedicadas á la ventilación de edificios, minas, barcos, etc., tienen sus tipos especiales; entre ellos de los mejores son los de la casa Geneste Herscher, el de Letoret, cuya principal ventaja consiste en poder modificar la inclinación de las paletas, dándole la más conveniente para recibir y expulsar el aire, y por último, el de Jabry, que está compuesto de dos tambores de palastro, ó mejor dicho, de dos ruedas de tres dientes montadas sobre árboles de hierro que engranan, formando depósitos de aire que lo envían al sitio donde se quiere.

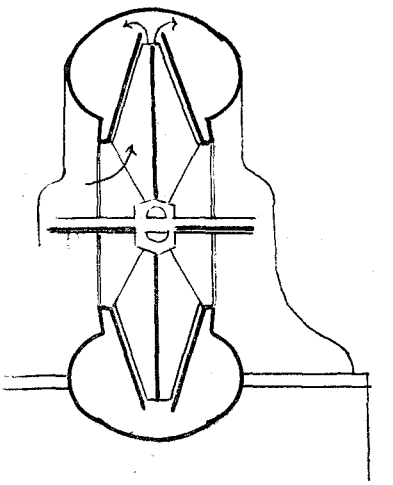


Fig. 164.

Todos estos sistemas que, salvo casos especiales, no creemos prácticos para el objeto que se quiere conseguir en los almacenes de pólvora, son además caros y necesitan en general motores de bastante potencia, lo que relega su uso á las fábricas.

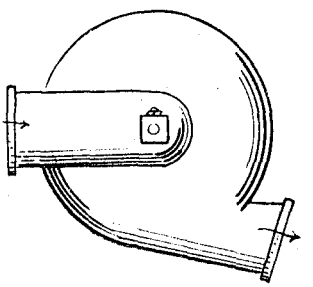


Fig. 165.

Si en algún caso convinieran los motores, el que podría servir, como ya hemos dicho, es el de viento, adquiriendo cualquiera de los que la industria fabrica, entre otros el de Halladay, que es uno de los

que al parecer funcionan mejor en nuestro país moviendo bombas de agua, que son las que más se asemejan á los ventiladores de que estamos tratando.

La electricidad es otra de las fuerzas que podrían emplearse, ya por medio de acumuladores ya transmitida por cables. De los primeros hay algunos bastante buenos y no muy caros; entre otros los usados por los tranvías eléctricos de Paris. En esta misma capital, Mr. Liepmann ha aplicado para la ventilación en edificios particulares, el ideado por él, que consiste en una hélice que se mueve en un cilindro de eje vertical, sosteniendo el movimiento por tres acumuladores Jaure-Sellon-Volekmar. Consume este ventilador tres ampères por segundo y está organizado de modo que lo mismo sirve para aspirar el aire que para inyectarlo, sin más que cambiar el sentido de la corriente por medio de un sencillo mecanismo.

Conocidos los medios que pueden emplearse para mover el aire y convencidos de que lo más práctico en los almacenes de que tratamos es el uso de las chimeneas aspiradoras ó inyectadoras, por su menor coste, fácil vigilancia y mayor seguridad, ha llegado el momento de estudiar el mejor modo de introducirlo.

El aire puede penetrar naturalmente por ascensión (fig. 166) y entónces entra formando remolinos, análogos á los que se observan en el paso del agua bajo los arcos de un puente si son estrechos, extendiéndose después en la atmósfera y buscando su salida por todas partes. Si esta entrada es obligada, es decir, por inyección, sus efectos son análogos, pero se verifican en el punto que pierde su fuerza, y por último, si es aspirado, todas las moléculas del aire convergen hacia el tubo de aspiración y no se produce remolino. Cualquiera de estas formas de entrada del aire, que tiene ventajas é inconvenientes, ya por la acción directa de aquél sobre las personas, ó por la mayor ó menor fuerza de arrastre de los gérmenes nocivos, cuando se refiere á edificios particulares; pero tales efectos no tienen

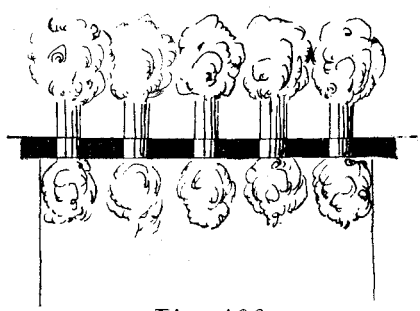


Fig. 166.

importancia ninguna en los almacenes. En éstos lo que hay que buscar es velocidad en el movimiento y, para facilitarlo, no contrariar las leyes físicas, dejando que los gases se muevan en sus condiciones naturales, y esto se consigue haciendo que marchen siempre de abajo hacia arriba. La aspiración por las partes altas y la inyección por las bajas es lo que mejor resuelve el problema; pero de no emplear los dos sistemas al mismo tiempo, estamos conformes con el general Morin en lo que dice en su libro *Estudios sobre la ventilación*; ésta debe ser por aspiración, pues exige menos trabajo y es más económica que por inyección, sobre todo, como ya hemos indicado, para el objeto que tratamos, en que no hay que preocuparse de los inconvenientes que se ponen á la ventilación en casas y edificios públicos.

Teniendo en cuenta estas ideas, conviene determinar la mejor situación de las bocas de aire, tanto para la entrada de éste como para su salida. Consideremos que la ventilación se produce, bien naturalmente ó bien con aparatos ó caperuzas que lo efectúen por aspiración, pues las de inyección serán sólo auxiliares de aquéllas.

En el primer caso aceptamos la teoría de Mr. Suffit, el cual supone que, análogamente á lo que ocurre en la atmósfera, en que por las diferencias entre las temperaturas del ecuador, de los polos, de la superficie del globo y de las regiones interplanetarias se producen las corrientes atmosféricas, en el interior de las habitaciones tiene lugar una cosa parecida por la acción del calor, produciéndose corrientes de direcciones contrarias; las unas ascendentes y descendentes y las otras transversales; las primeras, originadas por la diferente densidad de las capas aéreas, á consecuencia de su distinta temperatura, tendiendo á elevarse el aire caliente y descendiendo el frío (fig. 167), y las segundas por los estados de rarefacción y de presión. Estas últimas corrientes horizontales tienen invariablemente direcciones opuestas, marchando del foco de calentamiento al de enfriamiento en las regiones superiores, y al contrario en las inferiores.

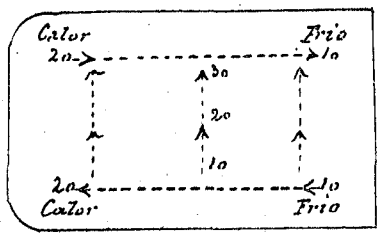


Fig. 167.

Vemos, pues, que en el caso de ven-

tilación natural, si las bocas estuvieran enfrentre unas de otras y en la parte baja, su efecto se reduciría á entrar por una y salir por la otra, sin renovar más aire que el que encontraran en el trayecto, cambiando la dirección de la corriente, según la temperatura de uno ú otro lado. Elevando su situación ocurrirá un hecho análogo, arrastrando consigo algo del aire inferior, pero en tan pequeña cantidad que no llegará á renovarse totalmente.

Si las bocas se situaran una abajo y otra arriba, la acción de la corriente sería de abajo á arriba ó inversa, según que fuera más frío ó más caliente el aire del interior. Todo esto se demuestra con la experiencia física, colocando en una puerta entreabierta tres bujías encendidas y la dirección de la llama hace ver la dirección de las corrientes. En este supuesto, es ventajoso colocar bajas las bocas para la entrada y altas las de salida.

Si el aire entra ó sale obligado por medios artificiales, empleando el calor ó aparatos aspiradores ó inyectores, ó ambos á la vez, entonces cambian completamente las condiciones y puede obligársele á seguir quizá la dirección que se crea más conveniente. No entrando á discutir cuál sea lo mejor, aceptamos, con el coronel Ramos, la boca de entrada encima de la de salida (fig. 168), empleando la inyección, con lo que sucederá «que en invierno, cuando el aire que penetre sea más denso, la velocidad de entrada bastará para que, siguiendo el intradós de la bóveda, alcance la parte superior, de donde descenderá para salir por los orificios situados al nivel del piso. Cuando el aire nuevo sea menos denso que el del interior, el efecto se acentuará mucho más y la ventilación tendrá lugar con toda la regularidad que permitan los procedimientos adoptados para producir la evacuación del aire viciado y la introducción del nuevo.»

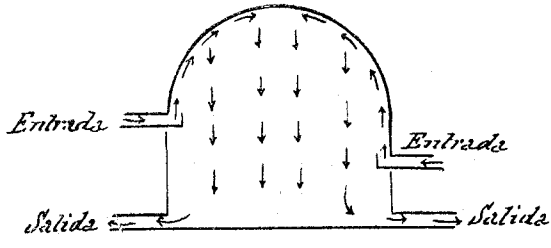


Fig. 168.

«De esta manera se obtendrá la desecación especial que se busca,

que en este caso es la ventilación en razón directa de la velocidad y en razón inversa de su estado de saturación, de donde se deduce que para obtener resultados seguros sería preciso privar al aire nuevo de una parte del vapor de agua que contiene.»

En general ya hemos dicho que no será suficiente ni conveniente la ventilación natural sin aparatos que ayuden su acción, y al aceptar lo dicho por el señor coronel Ramos, no dejamos por eso de creer que el empleo de bocas bajo el piso para la toma de aire y su salida natural por la parte alta obrando por aparatos aspiradores, presenta todas aquellas ventajas y quizás mayores, pues evita las tuberías en los muros, que si bien no creemos que los debiliten, sí los hace más costosos de construir, y esas tuberías son imposibles de limpiar y más difíciles de vigilar que cuando van bajo el piso, apoyadas en el techo de los sótanos ó se suprimen dejando hueco entre uno y otro.

Para la entrada del aire, cuando lo efectúe naturalmente y tenga sus aberturas al exterior, dijimos (fig. 140) que se empleaban respiraderos de distinta forma, los que se cerraban con telas metálicas para impedir que penetrara la porquería y los objetos peligrosos, que por descuido ó mala intención pudieran ser introducidos. Estas aberturas no facilitaban la entrada del aire, pues se llenaban sus mallas de los resíduos del polvo y telas de araña que obstruían por completo el paso de aquél; era preciso limpiarlos á menudo, cosa difícil, y para que pudiera efectuarse con rapidez y comodidad se idearon varios sistemas que vamos á detallar.

El del cuerpo de Ingenieros francés (figuras 169 y 170) se cierra al exterior con puertecillas de palastro de 2,5 milí-

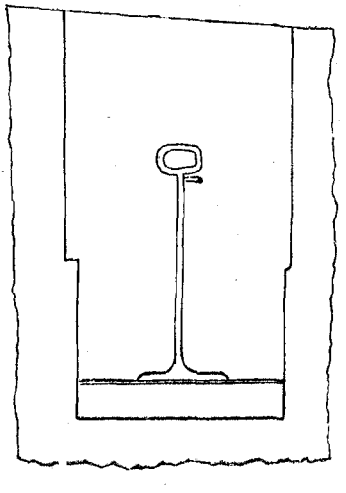


Fig. 169.

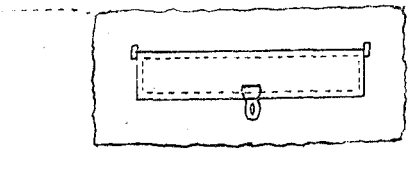


Fig. 170.

metros de espesor, pintadas de mínio y doble capa de pintura al óleo. En la rama del respiradero que da al interior lleva un marco de cobre cubierto con tela metálica hecha de alambre de latón, que sirve de diafragma de seguridad; va unida á un vástago con puño también de cobre, con el que se maneja y se saca para limpiar el interior y las mallas.

En los almacenes de Bélgica (figuras 171 y 172) la aspillera tiene

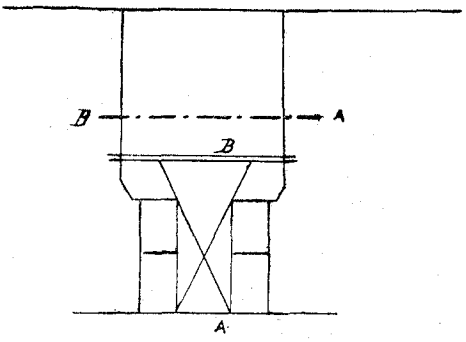


Fig. 171.

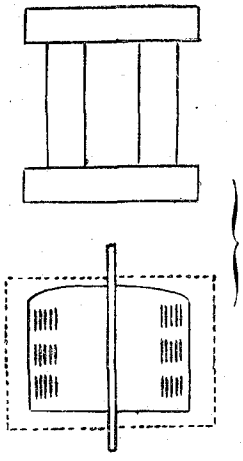


Fig. 172.

$0^m,30$ de alto, $0^m,125$ ancho hasta llegar á $0^m,30$ del paramento exterior del muro; á partir de este plano tiene $0^m,40$ en ambos sentidos. A $0^m,40$ del paramento, es decir, $0^m,10$ más adentro de la parte angosta, se coloca una plancha con una serie de vertientes de $0^m,015$ de abertura, desenfiladas de las vistas exteriores; el grueso de dichas planchas es de $0^m,005$. Sumando la sección de todas las ranuras se obtiene la misma superficie que mide la parte más estrecha de la aspillera.

Estos tienen la ventaja de tener las ranuras que dan paso al aire ocultas y ser accesibles por dentro, donde se deposita el polvo que arrastra el aire exterior, puesto que la corriente será bastante más débil que la que se produciría en las ranuras y aquél podrá quitarse fácilmente.

El tener los respiraderos su entrada de aire al exterior, ya hemos expresado los inconvenientes que trae. Es preferible que lo tomen de los antealmacenes ó galerías, pues además de adquirir la temperatura del interior no podrán nunca ser orígen de desgracias. Aunque estén colo-

cados al interior se los debe proveér de sistemas especiales, ya para quitar el peligro ó bien para secar el aire. Del mismo modo conviene colocar rejillas en la base de la chimenea por donde tenga que salir el aire.

Entre los varios sistemas citaremos el de Livesey, que consiste (figura 173) en una rejilla al exterior del muro por donde penetra el aire y dos planchas metálicas *b* y *c* que obligan á la corriente á pasar por el depósito de cloruro de cálcio *d* antes de salir por el conducto ventilador. Con renovar con frecuencia la substancia higrométrica que se emplee, el aire contendrá poca cantidad de vapor acuoso.

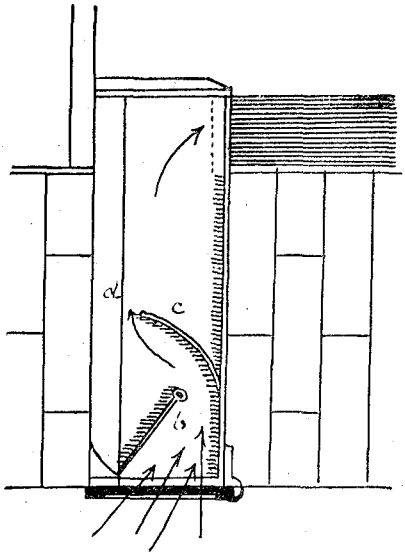


Fig. 173.

Los de Boyle (figuras 155 y 174) consisten: el primero, en unos diafragmas que permiten la entrada, pero no la salida, obligando al aire á pasar por un depósito donde se seca, y el segundo, que llama tubo de aire, tiene de dimensiones 600 × 300 × 125; está constituído por una rejilla al exterior, un cajón donde va colocada la substancia higrométrica, cuyo cajón se puede sacar por el interior para limpiarlo y renovar las substancias que se pongan, y un tubo al interior, que obliga al aire á subir y que tiene su llave para disminuir la fuerza de salida.

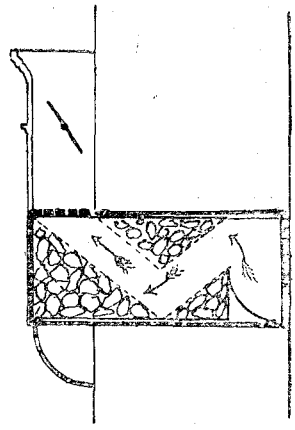


Fig. 174.

Muchos aparatos de esta clase se han ideado, pero todos se asemejan á los descriptos, variando sólo en pequeños detalles y en la forma de la rejilla exterior, que no conviene muy tupida ni situada á la vista por el exterior.

Sistemas análogos se emplean para la base de la chimenea y para la

comunicación con las cámaras de aire. El más sencillo es la válvula ventiladora de Arnolt (fig. 175) ó el Boyle (1).

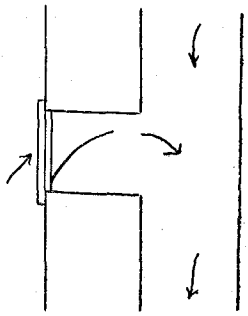


Fig. 175.

En los almacenes subterráneos, donde hay que tomar el aire de las galerías, á ellas deben concurrir los aparatos inyectores cuando no haya fácil comunicación con el exterior, empleando pozos que den á la parte superior de los terraplenes, coronándolos con algún ventilador, tal como el Muir ú otros en la forma de la figura 176, el de Francia (figuras 177 y 178) ó el que indicamos, usado en la batería de Podaderas, en Cartagena (fig. 179), que proporciona luz y ventilación. Caso de tener que tomar el aire

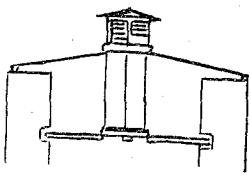


Fig. 176.

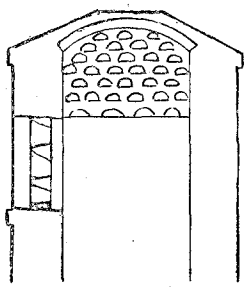


Fig. 177.

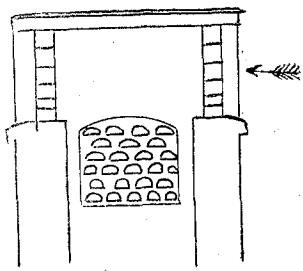


Fig. 178.

del exterior, conviene poner sobre las puertas ó ventanas ventiladores, como el Sheringan (fig. 180), que impide la entrada de cuerpos extraños.

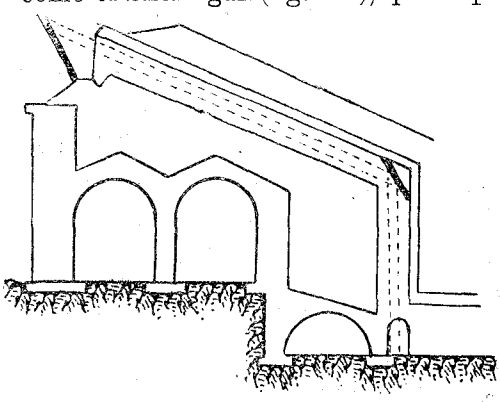


Fig. 179.

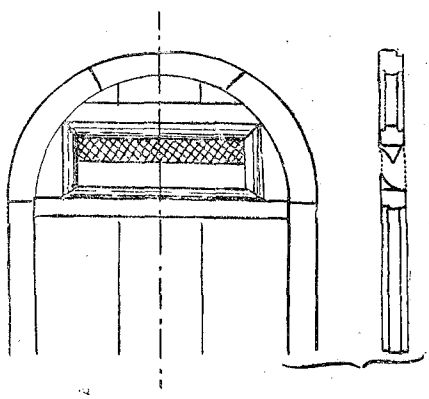


Fig. 180.

(1) El catálogo de la casa Robert Boyle et Fils contiene detalles que podrán ser muy útiles al ingeniero constructor en lo referente á ventilación.

En lo que llevamos expuesto hemos partido de la base de emplear chimeneas; mas para que éstas funcionen en buenas condiciones necesitan reunir cualidades determinadas, ya en altura ya en anchura, para que el aire marche con velocidad suficiente y cumpla su objeto, pues si la corriente no es enérgica no dá los resultados apetecidos, y para ello es conveniente que la velocidad vaya aumentando desde el orificio de entrada al de salida. Las velocidades aceptadas por segundo son las siguientes: $0^m,70$ en las bocas de entrada y $1^m,90$ en las de salida, por lo menos.

Para calcular los orificios de entrada hay que empezar por determinar el volúmen del espacio que se quiere ventilar y en qué tiempo; para ello supongamos un almacén de 20 metros de largo, 3 de alto y 7 de ancho, que representa un volúmen de 420 m.^{3}; si se quiere que sea renovado por hora, en cada segundo tendrá que salir $\frac{420}{3600}$, ó $0^{m3},117$ por segundo; siendo la velocidad de salida de $0^m,70$, la sección de la boca será $0^{m2},17$, que corresponde á una abertura cuadrada de $0^m,40$ de lado ó cuatro de $0^m,2$. La de la chimenea será $\frac{0^m,177}{1^m,90} = 0^{m2},062$, luego el tubo tendrá que tener $0^m,31 \times 0^m,20$. Respecto á la altura, que es la segunda condición, no debe preocupar en estos edificios, pues no es posible dar á las chimeneas la altura que los cálculos determinan, reemplazándose la altura por la mayor fuerza que tienen las caperuzas, haciéndolas mayores ó menores, según la cantidad de aire que se quiera extraer.

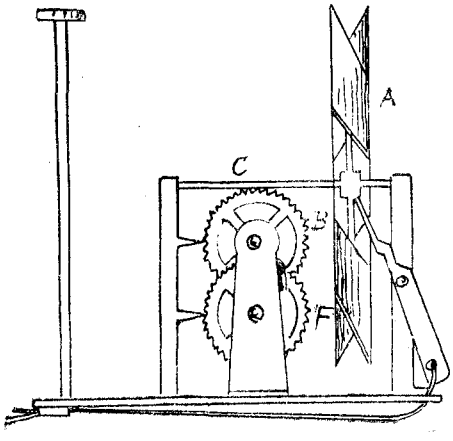


Fig. 181.

Para esta determinación es importante el empleo del anemómetro, y aconsejamos el de Combes por su gran exactitud y fácil manejo. Consiste (fig. 181) en un molinete metálico *A* con cuatro aletas de mica inclinadas en el sentido del movimiento; gira alrededor de un arbol de acero *B*, que va provisto de un tornillo sin fin *C*, que hace girar

una rueda dentada E, la cual á su vez engrana en un piñón con otra rueda F; cada una de estas ruedas tiene su limbo, que recorre una aguja sujeta á aquellas. Cada rueda tiene 100 dientes y los piñones están calculados de tal modo que pasa uno por cada vuelta del molinete, la segunda pasa uno por cada 100 vueltas de aquél; por medio de este aparato se determina con bastante exactitud la velocidad del aire, haciendo uso además de la fórmula $V = a + b\,T$, en que V es la velocidad del aire en un segundo, a un término constante que expresa la velocidad del aire á que empieza á girar el molinete, b coeficiente del aparato y T número de vueltas de las aletas en un segundo.

Siendo el objeto principal de cuanto hemos tratado en este capítulo el evitar la humedad, parece natural que recordemos algunas ideas de higrometría, pues pudiendo medirla llegaríamos á conocer la mayor ó menor necesidad de desecar el local, sin exagerar cosa importante para no llegar á secarlo demasiado, lo cual sería perjudicial por quitar á las pólvoras la cantidad de agua que les es necesaria para su cohesión.

Sabemos que el aire no suele estar saturado de humedad y por eso se llama estado higrométrico ó fracción de saturación á la relación entre la cantidad de vapor que contiene y la que contendría si estuviese saturado, suponiendo igual temperatura en ambos casos. El grado de humedad no depende, pues, de la cantidad absoluta de vapor acuoso existente en la atmósfera, sino de la mayor ó menor distancia á que se encuentre de su estado de saturación; por eso puede, siendo frío, ser húmedo con poco vapor, y muy seco con mayor cantidad de vapor si está caliente.

El aire tiene en general más agua en verano que en invierno y sin embargo está menos húmedo, por ser su temperatura más elevada y estar más distante de su punto de saturación. Lo mismo ocurre cuando se calienta una habitación; no disminuye el vapor, pero sí la humedad por retrasarse aquél, pues el poder disolvente del aire aumenta con la temperatura.

Se llaman substancias higrométricas aquellas que tienen la propiedad de absorber la humedad; su número es grande, siendo las principales la cal, el cloruro de cálcio, el carbón vegetal, el ácido sulfúrico y en general todas las materias animales ó vegetales, después de bien secadas,

tales como la madera, las pieles, etc.; utilizando estas propiedades se han ideado una infinidad de higrómetros, siendo el de Saussure el más generalizado y más práctico para el objeto, pues los de Regnault, Allnard y Prova, el de Daniel y otros necesitan muchas precauciones y aparatos relativamente complicados, que si bien dan gran exactitud no son de fácil manejo.

El de Saussure ó de cabello (fig. 182) se compone de un bastidor de cobre, en el que se halla tenso un cabello préviamente desengrasado, sujeto por unas pinzas en su parte superior con un tornillo que sirve para tenderlo más ó menos; la parte inferior se arrolla á una polea de dos gargantas, efectuándolo en la segunda garganta, pero en sentido contrario del cabello, un hilo de seda, del cual pende un pequeño peso. En el eje de la polea hay una aguja que se mueve sobre un cuadrante; cuando se encoge ó alarga el cabello se levanta ó desciende la aguja.

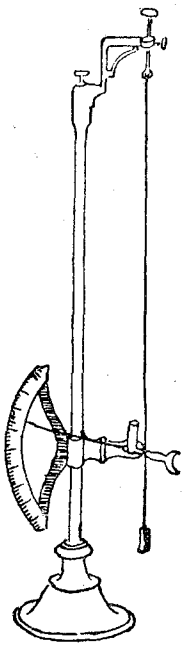


Fig. 182.

El cero corresponde á la sequía extrema y el 100 á la saturación; dividiendo el intervalo entre uno y otro en 100 partes, que son 100° del higrómetro, marcará la semisaturación á los 72°.

Estos higrómetros no son en realidad más que higróscopos, pues sólo indican los grados de humedad, pero no la miden. Para lograr esto último hace falta que vayan unidos al termómetro y conociendo el grado que marca el higrómetro y la temperatura, buscar en las tablas las tensiones, que aplicadas en la fórmula $F = \frac{t}{f}$ nos determinan el estado higrométrico. Pero para el servicio de un almacén no es precisa esta determinación; basta con conocer si hay mucha ó poca humedad para arreglar su ventilación y sólo en ciertas épocas el encargado técnico del almacén podrá calcular la fracción de saturación, mediante las dos siguientes tablas, que unidas á la fórmula $\frac{1^{gr},293 \times f \times 5}{(1 + 0,0036 \times t)\ 76 \times 8}$ darán el peso del vapor de agua por metro cúbico, á t grados de temperatura.

Grados del higrómetro.	Estados higrométricos.	Grados del higrómetro.	Estados higrométricos.
0	0,000	50	0,278
5	0,022	55	0,318
10	0,046	60	0,363
15	0,070	65	0,414
20	0,094	70 } 72	0,472 } 0,500
25	0,120	75	0,538
30	0,148	80	0,612
35	0,177	90	0,791
40	0,208	100	1,000
45	0,241		

Temperatura en grados normales	Fuerza elástica en mm.	Temperatura en grados normales	Fuerza elástica en mm.
— 4	3,406	24	22,152
3	3,669	25	23,517
2	3,949	26	24,953
1	4,249	27	26,470
+ 0	4,568	28	28,065
1	4,909	29	29,743
2	5,271	30	31,509
3	5,658	31	33,366
4	6,069	32	35,318
5	6,506	33	37,368
6	6,971	34	39,522
7	7,466	35	41,784
8	7,990	36	44,157
9	8,548	37	46,647
10	9,139	38	49,259
11	9,767	39	51,996
12	10,432	40	54,865
13	11,137	41	57,870
14	11,883	42	61,016
15	12,673	43	64,310
16	13,510	44	67,756
17	14,395	45	71,361
18	15,330	46	75,131
19	16,318	47	79,071
20	17,363	48	83,188
21	18,465	49	87,482
22	19,629	50	91,978
23	20,857		

Siendo la ventilación de los almacenes un medio para poner el aire en movimiento y que produzca la desecación del local y no conviniendo el empleo de focos de calor, se comprende lo difícil que ha de ser resolver el problema completamente. Sin embargo, con el empleo de los varios medios que hemos expuesto, bien combinados, podrá conseguirse algo. Con objeto de que sirvan de base al que tenga que proyectar, daremos, aunque á la ligera, idea de algunos, que son los que, á nuestro juicio, podrán tener más aplicación.

El sistema belga consiste en introducir el aire por la parte inferior á la altura del piso y expulsarlo por la parte más elevada del techo á una cámara superior y desde ella al exterior por chimeneas (fig. 183).

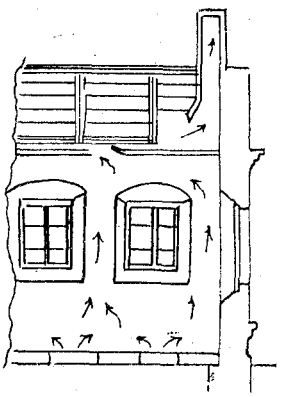


Fig. 183.

Se funda en que tendiendo el vapor de agua á colocarse en la parte alta de la habitación, ó sea en la cámara de aire, expulsándolo inmediatamente no habrá tiempo para que se condense y baje á la parte inferior, y aun en el caso de condensarse sería en la cámara de aire, depositándose en el piso de ella.

Los orificios de entrada, uno en cada entrepaso ó en varias bocas bajo el piso, toman el aire de un conducto general adosado á la pared. Las aberturas del techo están cerradas con ventiladores Boyle, y las chimeneas se ponen en los extremos de las cámaras con aparatos aspiradores.

El ingeniero militar francés, Mr. A. Rochas, propuso hace algunos años el siguiente: el almacén es doble, dividido en dos partes iguales por un tabique (figs. 184, 185, 186 y 187). Cada pieza *M M'* está precedida de un vestíbulo *V V'*; el muro de fachada de éstos tiene una chimenea que parte del techo y va al exterior, terminando por un ventilador semejante al empleado en los almacenes belgas. El piso es hueco, comunicando con los vestíbulos y almacenes por aberturas hechas en la parte baja del muro de separación. El techo está formado por una bóveda construída con ladrillos huecos, en que sus cavidades están en prolongación unas de otras, formando paralelamente al largo del edifi-

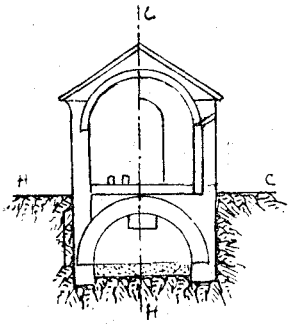


Fig. 184.

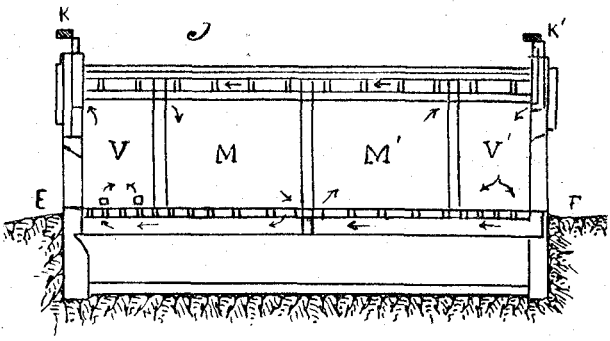


Fig. 186.

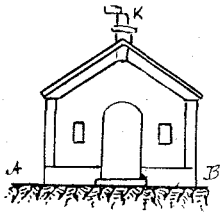


Fig. 185.

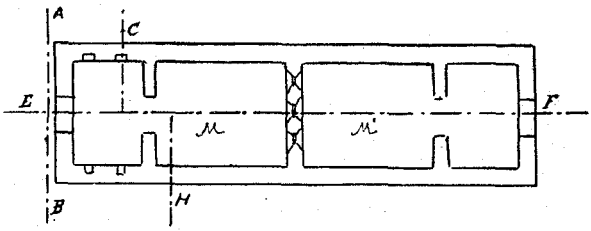


Fig. 187.

cio una serie de tubos que terminan en una especie de galería semicircular, que tiene bocas de salida á los almacenes.

Para airear los cuartos *M M'*, basta, por medio de la caperuza *K'*, dirigir la abertura del ventilador contra el viento reinante; éste entra por la chimenea, recorre el vestíbulo, entra debajo del piso, sale por las bocas inferiores y no penetra en el almacén hasta haber recorrido un cierto espacio que le haya permitido tomar la temperatura del aire de esta pieza. Colocando el ventilador de la otra chimenea en dirección contraria, producirá la aspiración y entonces el aire que llegó al almacén primero, tenderá á salir por su parte alta, por las canales de la bóveda, al otro almacén, y de éste, por las bocas interiores, al vestíbulo y de aquí al exterior. Si el viento fuera en sentido contrario, la corriente se verificará al revés. Si se quiere secar más el aire antes de penetrar en el almacén, se le puede obligar á pasar por polvo de carbón colocado bajo el piso ó á través de cualquier substancia higrométrica. La cueva se ventila por medio de dos canales que van al exterior.

Empleando el calor procedente de las cocinas y de las tropas acuar-

teladas, citaremos el sistema del coronel de Ingenieros Sr. Ramos por lo ingenioso y porque creemos que podrá servir en los almacenes subterráneos de los fuertes, ya que hasta ahora, si no como base al menos como ayuda, se ha aprovechado el calor procedente de las lámparas de iluminación.

Se reduce el sistema á efectuar la inyección mecánica por una chimenea con caperuza, dispuesta para que la misma fuerza del viento, dependiente de su velocidad, determine la entrada, desembocando al efecto en esta chimenea los tubos ó canales portavientos, que á su vez comunican con los de entrada de los almacenes. Los tubos de salida del aire y los correspondientes á las lámparas y calor de las cocinas, se conducen por un tubo á la chimenea de extracción. Las bocas de entrada y salida están repartidas por los muros, de modo que estén en la parte inferior las segundas, y las de entrada en la parte alta, haciendo recodados los tubos para obligar al aire á que bañe y recoja la humedad de las paredes.

Siendo interesante el estudio hecho por dicho señor coronel, y no confiando en extractarlo de un modo claro, aconsejamos leer directamente el original, que se publicó en el *Memorial de Ingenieros* de 1890.

Descriptas en el capítulo IV las distintas disposiciones aceptadas en el extranjero para los almacenes, sólo nos queda, para terminar cuanto allí dijimos, indicar en cada uno de ellos el sistema de ventilación adoptado.

En Francia, los de paz, modelo 1873, se ventilan simplemente abriendo las ventanas en los días y épocas que marcan los reglamentos; no tienen, pues, disposición especial.

En el modelo llamado nuevo, la ventilación es constante, efectuándose en la forma siguiente: el aire que entra por las puertas y una ventana colocadas encima del antealmacén, es atraido por las dos chimeneas de los ángulos de los corredores, y cuya caperuza es la de las figuras 177 y 178; del interior del almacén sale á la chimenea central, cuya aspiración se produce por el calor de las lámparas, entrando en la cámara alta á través de varias bocas establecidas en la pared, una grande en la parte correspondiente á la clave, y dos ó tres pequeñas en la parte baja, que comunican con aquélla por conductos hechos á propósito. Las

galerías son independientes del almacén. Las figuras 40, 41, 42, 43 y 44 muestran los detalles y hacen que se vea con facilidad la disposición.

La forma en que se efectúa la ventilación en los almacenes alemanes (figuras 12 y 13), consiste en que penetra el aire por los ventiladores *a a*, recorre todos los corredores y se introduce en el almacén por las bocas *b b* y sale al exterior por la chimenea *K*, esto en tiempo de guerra, pues en paz son partidarios de que aquélla se efectúe naturalmente abriendo las puertas y las grandes ventanas *F*.

En Austria el sistema general de ventilación está reducido á tomar el aire del exterior, bien por ventanas, bien por galerías, que atravesando el macizo de tierras lo introducen en las de comunicación (figs. 60 y 56), de donde pasan al almacén á través de bocas en zig-zag, ó bien van al sótano, y por las bocas del suelo entran en el almacén, saliendo por chimeneas colocadas al lado opuesto de la puerta de entrada; la boca suelen situarla lo más cerca posible de la clave de la bóveda, poniendo al mismo tiempo otras cerca del suelo que comunican con aquélla por medio de tubos de arcilla embutidos en el macizo (fig. 188). Cuando el almacén es doble, como en las figuras 189 y 136, la ventilación se establece á favor del corredor, desde el cual pasa el aire á los almacenes, y al final de ellos está la chi-

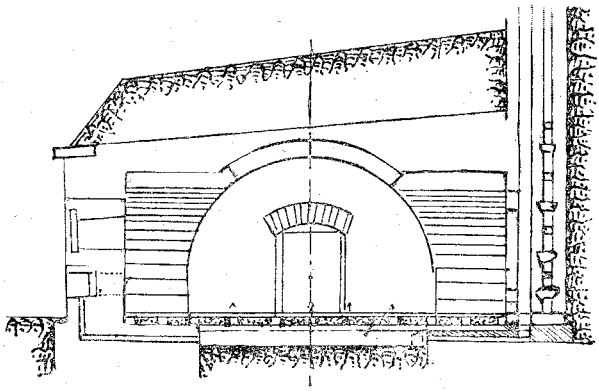


Fig. 188.

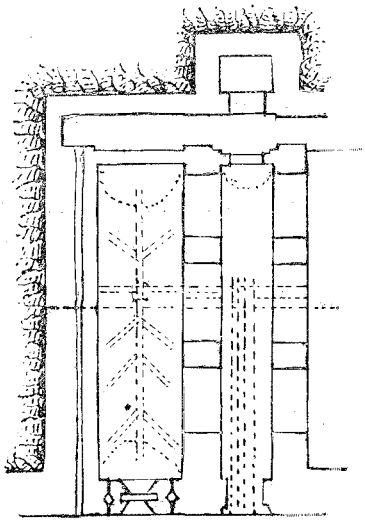


Fig. 189.

menea; otras veces en el corredor central ponen otra chimenea y el aire pasa primero por los almacenes; cuando hay sótanos, como en las figuras 132 y 135, éstos comunican con las galerías para que se ventilen al mismo tiempo. Las chimeneas llevan las caperuzas descriptas con el nombre de austriacas, y para activar el tiro aprovechan también el calor de las lámparas.

En la disposición adoptada en Bélgica (fig. 67), el aire entra por la chimenea á la galería posterior de ésta, recorre las otras galerías y bajo el piso entra en el almacén por las bocas *d*, marchando al exterior, atravesando el vestíbulo por los respiraderos *b*; de este modo se consigue que, cuando éntre en aquél, vaya el aire á la misma temperatura ó muy próximamente igual á la del local, evitándose así la condensación. La figura 190 es otra disposición con el uso sólo de las chimeneas.

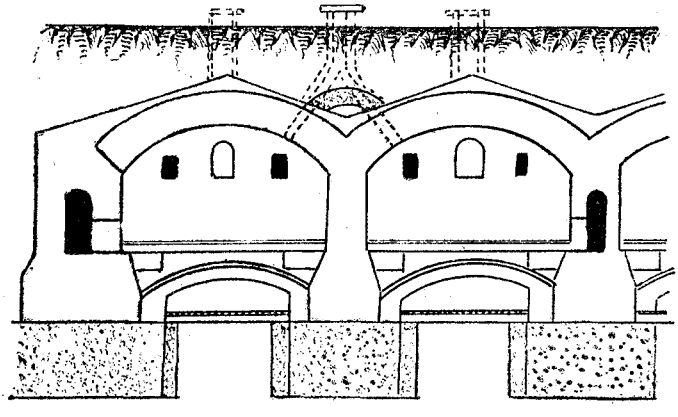


Fig. 190.

De los demás proyectos basta lo expuesto en el capítulo IV; todo lo que pudiéramos decir serían repeticiones, sin fin práctico para el lector.

CAPÍTULO VII.

Pararrayos. — Instrucciones de Gay-Lussac. — Disposiciones ordenadas por la Academia de Ciencias de París. — Otras disposiciones. — Precauciones que deben tomarse. — Aparatos para reconocer el estado de ellos.

No siendo estos apuntes sitio á propósito para discutir las ventajas ó inconvenientes del empleo de los pararrayos, aceptamos con la mayoría la opinión de Mr. Sturgeon, que los considera de verdadera utilidad, pues nuestro objeto no es exponer lo que en distintas obras, como las de Moreno Tovillas, Calland, Melsens y varias modernas está tratado con extensión, tanto en la parte teórica como en los detalles de instalación, sino presentar lo decidido por los centros técnicos y autoridades en la materia.

Empezaremos por extractar las instrucciones de Gay-Lussac, que pueden considerarse como base para la organización de los edificios en su defensa contra el rayo, y son las siguientes (1):

Un pararrayos es una barra metálica que se eleva sobre los edificios y desciende sin solución de continuidad hasta el agua de un pozo ó suelo húmedo; la parte que sobresale del tejado es la aguja, y conductor lo demás; la primera está terminada por una pequeña punta de platino.

Si el edificio al cual se arma de pararrayos tiene piezas metálicas grandes, como láminas de plomo, que recubren la hilera, ó barras de hierro para asegurar su solidez, será necesario hacerlas comunicar todas con el conductor.

En los almacenes de pólvora y en las fábricas, los pararrayos no difieren en esencia de éstos, solamente que es necesario tener más cuidado

(1) En las *Maravillas de la ciencia*, de Luis Figuier, están íntegras.

para evitar la más ligera solución de continuidad y establecer una comunicación perfecta entre la aguja y el suelo. Si fuese defectuosa daría lugar á chispas que podrían incendiar el polvorín que suele estar en suspensión en el aire; por estas causas cree más prudente no colocar las agujas sobre los mismos edificios, sino sobre mástiles que estén separados de ellos 2 ó 3 metros. Basta que las agujas tengan 2 metros de longitud, pero á los mástiles se les da una altura tal que dominen el almacén; tienen por lo menos 4 ó 5 metros, debiendo multiplicarse los pararrayos para defender mejor el perímetro. Si el almacén fuese muy elevado, una torre, por ejemplo, como los mástiles son de una construcción difícil y cara si han de tener solidez, bastará con armar la torre de un doble conductor (fig. 191) *A B C* sin aguja, que convendrá hacer de cobre, con lo que, si bien no extiende su acción protectora, no puede tampoco atraer el rayo, y sin embargo, si fuese alcanzado por él no podría producirle daño. No habría inconveniente en emplear este sistema en los almacenes ordinarios.

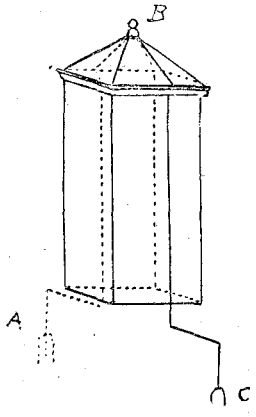


Fig. 191.

Refiriéndose á la caída del rayo en los almacenes, dice, sucede en general que aquél inflama directamente la pólvora; en otros casos sólo ocurre por el intermedio de un cuerpo combustible puesto en ignición por aquél, pero hay veces que atraviesa la corriente masas considerables de pólvora sin producir en ellas inflamación, explicando estas que parecen anomalías por la duración de las corrientes, teniendo en cuenta que siendo muchas veces la pólvora cuerpo conductor, necesita algún tiempo para que la corriente obre sobre ella.

Datan estas instrucciones del año 1823.

En 14 de enero de 1867 redactó la Academia de Ciencias de Paris nuevas instrucciones, en lo referente á los pararrayos en los almacenes de pólvora, con motivo de una consulta elevada por el ministro de la Guerra; formaron la comisión, Becquerel, Brabinet, Duamel, Jizean, Ed Becquerel, Regnault, Marechal y Vaillant, siendo ponente Puillet; en dicho informe manifestaron que era indispensable ponerlos aislados del edificio, en apoyos independientes, unidos al muro de cerca ó fuera

de éste (fig. 33), por lo expuestos que estarían en casos de reparaciones, sobre todo al hacer las soldaduras, para lo que es indispensable un fuego activo y próximo al aparato.

La distancia á que se deben colocar dependerá de la zona que tengan que proteger, siendo en general suficientes tres pararrayos en los almacenes de gran capacidad, dos próximos á los ángulos del muro de cerca de uno de los lados mayores, el más expuesto á las tormentas, y el tercero en el centro del opuesto. Calculando que defienden una zona doble de la altura de la aguja, que suele ser de 5 metros, los mástiles tienen hasta 15 metros.

Cuando haya varias agujas deben unirse por sus pies por medio de un conductor que va situado casi al nivel del suelo y metido en una canal. Este conductor lo llaman de circunvalación y conviene que esté al descubierto, tapando sólo con cisco ó cok la parte colocada frente á la puerta de entrada del edificio.

La comunicación con tierra debe ser donde haya una capa de agua permanente, empleando chapas con puntas ó los varios sistemas de todos conocidos; pero si ésta se hallare á gran distancia, propone el empleo de alambres aéreos de 6 á 7 milímetros de diámetro, cuidadosamente estañados, haciendo las uniones por medio de la soldadura de anillo, usada en los telégrafos, dándole $0^m,015$ á $0^m,020$ de longitud. El conductor se formará con seis hilos á fin de que tenga suficiente sección, evitando que se entrelacen y no aislándolos en los postes. Este caso se presenta cuando están situados sobre grandes rocas.

En los nuevos almacenes, con chimeneas de ventilación, admiten el pararrayos aislado, si está bien establecido, si su esfera de acción comprende la construcción completa y la parte superior de la chimenea; pero si por dificultades de la localidad para encontrar capa de agua ú otras causas no fuera posible establecerlo en buenas condiciones, indican que las chimeneas serán peligrosas.

Últimamente, la citada Academia de Ciencias de Paris recomendó para los almacenes y fábricas de pólvora el sistema de E. Grenet, llamado por su autor *Paratonnerre pour tous*. Suprime las grandes varillas y puede colocarse sobre todas las cubiertas, aun en las más ligeras; no atrae el rayo, pero está siempre en estado de recibirlo sin peligro, asegurando su paso fácil y pronta llegada al suelo.

Consiste en el empleo de cintas metálicas, de cobre rojo, que contengan un 95 por 100 de cobre puro y de 20 á 25 metros de largas, y teniendo por lo menos 3 centímetros de ancho y 2 milímetros de espesor (fig. 192). Van colocadas contorneando las cornisas, limas y todos los salientes ó entrantes del edificio, teniendo de este modo gran superficie de contacto con él y con tierra, el que puede hacerse mayor prolongando la cinta unos 15 metros y arrollándola en espiral sobre una cruz (figura 193) hecha á propósito, ó bien tendiéndola en una trinchera que se construya bastante profunda. Otras cintas horizontales unen á las verticales las

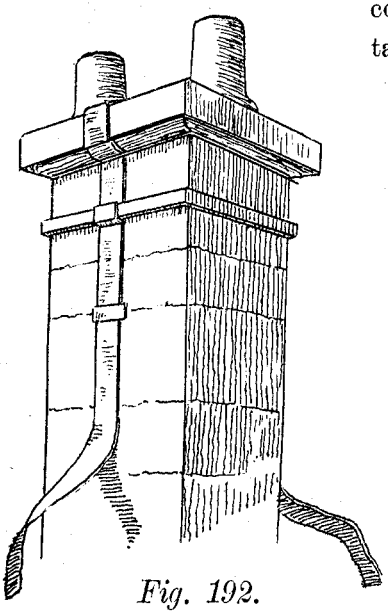


Fig. 192.

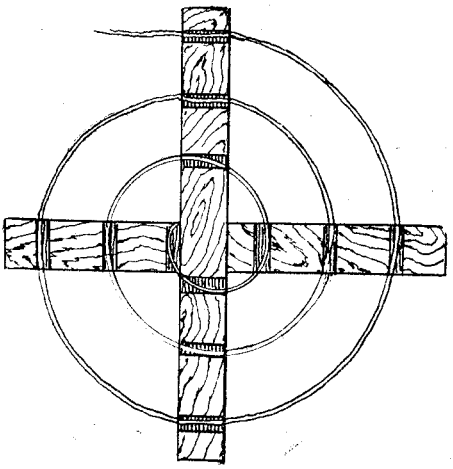


Fig. 193.

piezas metálicas principales y una general todas las verticales, la que irá situada al pié del almacén y á unos decímetros de profundidad.

Este sistema es económico; está tomada la idea de las de Melzens, pero para que dé mejor resultado, recomienda el autor colocar sobre la hilera puntas infusibles de cobre de $0^m,15$ á $0^m,50$ de altura.

El ayuntamiento de Bruselas encargó á Melzens el estudio y colocación de los pararrayos en su casa ayuntamiento; cuantos detalles é ideas quieran saberse sobre el sistema para defender del rayo un edificio con puntas conductoras y uniones terrestres múltiples que en aquél empleó, pueden verse en su libro, que lleva este título; para nuestro objeto sólo extractamos lo referente á los almacenes de pólvora. Después de dejar á

los ingenieros y artilleros el cuidado de resolver si conviene ó no su empleo en estos edificios, cuando son enterrados, expresa su opinión favorable á emplear metales, pues cree que siendo contínua su unión con la tierra húmeda, es más ventajosa que peligrosa, recordando la frase del sábio inglés Sir Willham Snon Harvis, que decía, que un hombre bajo una armadura estaba siempre al abrigo del rayo. Propone, en lugar de los dos conductores que Gay Lussac usaba para reunir la aguja al depósito común, emplear uno *D A E* (fig. 194) y á derecha é izquierda del *C A B*, otros varios armados de penachos, plumeros ó puntas múltiples, formados de varillas de cobre rojo de $0^m,006$ de diámetro, terminadas en punta. Completa el sistema haciendo todos los conductores solidarios por una série de cinturas metálicas *K L M N*, de hilo de hierro de 6 á 7 milímetros, que constituye una red. Todos los conductores verticales tienen su comunicación independiente con tierra, siendo ésta la mayor posible.

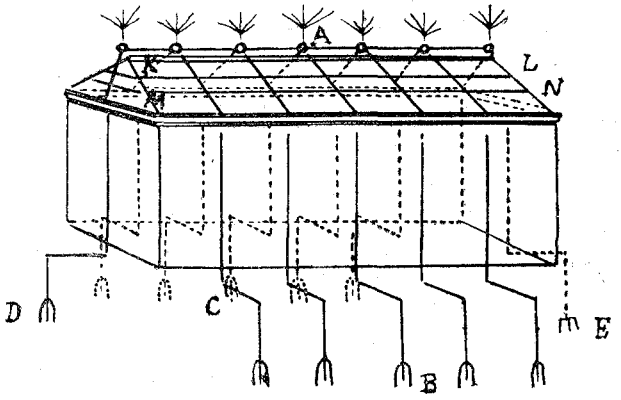


Fig. 194.

Si se quiere emplear mástiles independientes del almacén, opina que deben ponerse tantos como contactos con tierra se hubieran hecho en el procedimiento anterior, y unidos entre sí estos mástiles, que irán armados de puntas múltiples, de dos en dos con alambres, formando también una verdadera red de mallas múltiples y llevando el contacto con tierra por medio de otros alambres á bastante distancia, donde la tierra sea húmeda. El procedimiento parece que es el que se acepta por la mayoría de los constructores, siendo además más económico que el de las agujas grandes y gruesos conductores.

El profesor Maxwel, en una memoria que presentó á la Sociedad de Ciencias físicas y matemáticas de Glasgow, acerca de la manera de proteger los edificios de la acción de los rayos, hace presente que el empleo

de agujas y conductores ordinarios es más beneficioso para los alrededores del edificio ó para la neutralización de la electricidad acumulada en las nubes que para la protección de aquél; hay que prevenir la posibilidad de toda descarga eléctrica dentro de un circuito determinado, y no siendo posible que ocurra entre dos cuerpos, á no ser que la diferencia entre sus poderes conductores fuese suficientemente grande, comparada con la distancia que los separa, hay que buscar que dentro de una zona determinada sean iguales ó próximamente iguales, para que no sea posible la descarga eléctrica. Cree conseguirlo estableciendo una comunicación entre los cuerpos por medio de buenos conductores, tales como cables de alambre de cobre, y si fuera un almacén de pólvora, supone que quedaría libre de toda descarga eléctrica forrando el suelo, paredes y techo de una envuelta de planchas de cobre, sin necesidad de establecer comunicación con la tierra, y aun puede colocarse una capa de asfalto entre el suelo, de cobre y el terreno. En los edificios particulares bastará con rodear los cimientos con alambre de cobre, que se llevará por los ángulos en cajas abiertas á propósito y se pondrá en comunicación con la cubierta metálica, si existe, haciéndole correr por las vertientes y cumbreras del tejado. Como se vé, la teoría de Maxwell se reduce á suponer que haciendo una jáula de alambre á un edificio queda libre del rayo, asemejándose mucho á las de Melzens. La práctica parece confirmar estas apreciaciones; últimamente, una información hecha por la dirección de telégrafos de Alemania ha venido á darle la razón al demostrar que las redes telefónicas disminuyen los peligros de las descargas atmosféricas, pues éstas han sido cinco por hora de tempestad, en las poblaciones que carecen de estas instalaciones, y sólo tres en las que tienen teléfonos y alumbrado eléctrico.

Los almacenes abovedados enterrados ofrecen completa seguridad contra el rayo cuando la capa de tierra es por lo menos de 2 metros de espesor; si fuera menor, varios alambres, en distintas direcciones, derivarán las corrientes.

Aceptado por la mayoría de los centros técnicos el empleo de pararrayos en estos edificios, creemos conveniente indicar algunos detalles que pueden ser de utilidad al realizar el proyecto.

Lo peligroso que es el empleo del fuego ha hecho pensar en lo ven-

tajoso que sería suprimir las soldaduras, sobre todo en aquellas uniones que estén sobre el almacén, entre otras, la del cable con la flecha, que se puede realizar (figs. 195 y 196) del modo siguiente: se hace que la varilla de hierro tenga un tope de un diámetro doble, por lo menos, del de la parte inferior de la varilla, que es de rosca; lleva además una rodela de hierro y su tuerca correspondiente: entre la rodela y el tope se coloca el cable, apretando más ó menos la tuerca. Para que el enlace al cable sea completo, se le da la disposición de la figura 197.

Para la mejor conservación de los cables ó barras de hierro, conviene galvanizarlos y evitar en ellos las uniones haciéndolos, si es posible, de una pieza; cuando no lo sea, los trozos se unen con mucho cuidado destorciendo los extremos y entrelazándolos separada y alternativamente con los correspondientes al haz opuesto, en forma análoga á la costura redonda ó á la larga ó española empleada por los pontoneros para unir dos cabos, reuniendo con una ligadura bien apretada todo el enlace (fig. 198).

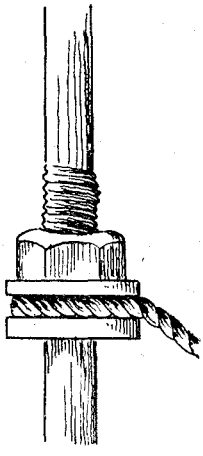


Fig. 195.

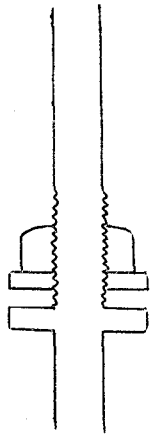


Fig. 196.

Fig. 197.

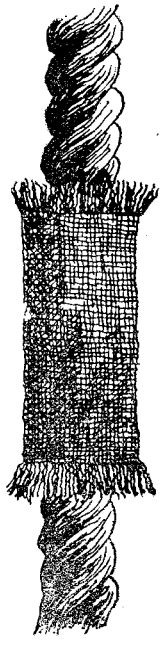


Fig. 198.

Para la unión de dos conductores, cuando lleven distinta dirección, el empleo de piezas de hierro con tuercas, en forma parecida á la explicada para juntar la flecha con el cable, es preferible á las soldaduras, siempre que estén bien vigiladas y sin oxidaciones. Para el contacto con tierra puede emplearse cualquiera de los medios que se encuentran detallados en los libros, recordando únicamente lo dicho por Tyndall, que

lo mejor es una plancha de cobre de forma cualquiera, pero de 1 metro cuadrado de superficie por lo menos, para que su íntima unión facilite el paso expedito del fluido eléctrico al depósito común.

Respecto á si es indispensable poner en comunicación directa los conductores con cada uno de los techos, escaleras, tuberías y pisos metálicos, la Academia de Ciencias de Paris contestó que juzgaba indispensable para la completa seguridad de un edificio, que todas las piezas metálicas de cierta importancia que existiesen en su interior se pusieran en buena comunicación con los conductores de los pararrayos más próximos.

Perrot, Callaud y otros son opuestos á esta íntima unión, pero la generalidad de los que han tratado el asunto, si no tan en absoluto como la Academia, lo admiten, procurando separar únicamente las menos importantes, conduciendo los cables á distancia de ellos para evitar que salten chispas entre unas y otros.

Para terminar, diremos las principales instrucciones que rigen en Suiza, que son las siguientes:

Las puntas deben ser siempre múltiples y si se emplean agujas es preferible poner muchas ó aumentar la altura de éstas.

El alambre de cobre de 8 milímetros es el preferible; si fuera barra de hierro redonda necesita 12 milímetros de diámetro. Cuando haya varias agujas se unirán por su base por medio de un conductor de cumbrera, desde el que saldrán los alambres verticales que bajan al suelo, dependiendo su número del de agujas, en la siguiente proporción: de dos á seis agujas, tres conductores; de seis á nueve, cuatro; y si fueran más, por cada tres agujas de exceso, uno más.

Los conductores deben separarse de las ventanas y balcones todo lo posible. Si encierra el edificio en su interior grandes masas metálicas, se unirán éstas por sus extremos á los conductores bajantes. Éstos, en su parte inferior ó próxima al suelo, estarán encerrados en una envuelta de madera de 2 metros de altura.

Si á la proximidad hay alguna cañería metálica importante, se asegurará á ella el conductor, arrollándolo con varias vueltas á los tubos después de descubrir bien la parte metálica, envolviendo con soldadura el total y éste con capa de barniz ó brea. Si hubiera pozo y en éste

bomba metálica, se unirá el conductor á la parte subterránea, siempre que el tubo de donde se toma el agua esté siempre sumergido en ella.

No deben terminarse los contactos con tierra en roca, sino en suelo húmedo.

Los pararrayos deben reconocerse, siempre que caiga un rayo sobre ellos, inmediatamente de ocurrir el suceso.

Téngase en cuenta al establecerlo, que el rayo puede dejar una línea metálica por otra, cuando la extremidad inferior esté aislada ó exista á su proximidad otro conductor, aunque sea de menor sección, pero que comunique con tierra; lo mismo ocurre cuando la línea sea sinuosa y encuentre otra más corta ó cuando tenga cerca un cable de mayor diámetro.

Muchas otras precauciones podríamos indicar además de las suizas, como no tener las ventanas abiertas ni hueco alguno por donde haya corriente de aire; pero como suponemos que el sistema de pararrayos será perfecto, él será el verdadero defensor de estos edificios.

Para que así suceda es preciso que estén siempre en buen estado y vigilados constantemente, y por eso es conveniente revisarlos de tiempo en tiempo, sobre todo en las épocas en que las tormentas son comunes en la localidad.

El medio más sencillo de efectuar estos reconocimientos es por medio de una pila y galvanómetro, haciendo pasar la corriente por los sitios que puedan estar en malas condiciones, como son las uniones, empalmes y comunicaciones con tierra. Entre los aparatos portátiles para hacer estos reconocimientos, el de Mr. Canderay es el más recomendable, y se compone de una caja cuadrada que contiene una pila Duchemin de dos elementos, una bobina con su correspondiente manivela para desarrollar los 200 metros de alambre de cobre que lleva, un galvanómetro y una varilla de cobre de $0^m,50$ de longitud, terminada en punta para clavarla en el suelo.

Para hacer uso del aparato se empieza por examinar si cerrado el circuito marca 52° el galvanómetro; para ello, colocada en cero la aguja se pone en comunicación éste con un extremo de la bobina y el otro con tierra por medio de la aguja; las pilas, un polo con el galvanómetro y el otro también con la aguja; cerrado de este modo el circuito debe marcar

los 52°; si por las condiciones del terreno ó del aparato variase, conviene tener en cuenta el que resulte para las operaciones sucesivas.

Si se quiere reconocer un pararrayos se empieza por poner en el cero la aguja del galvanómetro y unir las distintas partes como para examinar el aparato, pero sin cerrar el circuito en la varilla. Se pone el extremo del hilo de la bobina en contacto con el pie de la aguja del pararrayos y con la varilla; á una señal dada, se toca el conductor. Si marca 35° á 45° se halla en buen estado; si se queda inmóvil ó mueve poco, es señal de que existe alguna solución de continuidad, que podrá determinarse dónde es aproximando los extremos del circuito, corriendo la varilla ó el extremo de hilo de la bobina hasta obtener la graduación indicada.

Debe procurarse que el contacto sea verdadero, para lo cual conviene limar los sitios donde vaya á efectuarse.

Cuando se quiera saber el estado del conductor en la parte enterrada y comunicación con tierra, la operación es análoga, sólo que poniendo la varilla en comunicación con la capa de agua subterránea, debiendo ser en este caso la desviación de 12° á 13°. Si es menor es señal de que hay rotura, oxidación ó que el conductor no llega á la capa húmeda.

La mayor parte de las casas dedicadas á la venta de material eléctrico tienen el representado en la figura 199, que llaman verificador de pararrayos y que son iguales, con ligeras variaciones, al que acabamos de describir.

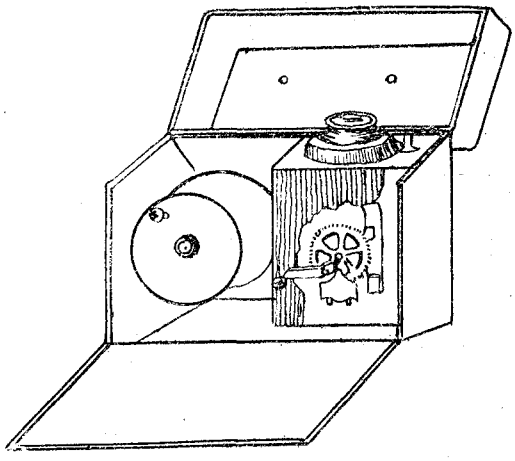


Fig. 199.

Todos estos aparatos exigen gran minuciosidad en las observaciones, por lo que no puede verificarse este examen á cada momento, y como lo conveniente es conocer el estado del pararrayos en cualquier instante, son preferibles los automáticos, como el de Mr. Hoyer y Glanh, que

consiste (fig. 200) en una barra de hierro dulce *n*, rodeada por las espiras de un conductor de hierro *c c'*, que es el mismo del pararrayos, con lo que se imanta aquélla por el paso de una corriente. La extremidad superior del núcleo *n* tiene una armadura *n'* que aumenta su fuerza magnética al aumentarse aquél. Encima de la placa *n'* y en un plano horizontal paralelo al de ella, se halla una barra de acero imantada, móvil alrededor de su centro; esta barrita *b* lleva perpendicularmente á su dirección una aguja indicadora, que puede recorrer un cuadrante visible al exterior.

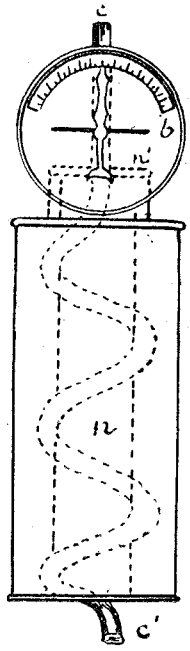


Fig. 200.

Cualquier corriente eléctrica que recorra el conductor *c c'* imantará el núcleo de hierro dulce, adquiriendo en sus extremos polos de nombres contrarios, atrayendo ó repeliendo la aguja *b*, haciéndola mover sobre el cuadrante.

Si es el rayo el que recorre el conductor *c c'*, la atracción es tan considerable que uno de los polos de la aguja imantada viene á pegarse sobre la armadura, quedando adherido aun después de pasar el fluido; basta separarlo con la mano para que recobre su posición horizontal y siga funcionando.

Como puede observarse, el aparato trabaja contínuamente, pues siempre suele haber fluido eléctrico; pero si no se notaran movimientos podría recurrirse al empleo de una pila para cerciorarse de que estaba en buen estado. Se coloca en cualquier punto del trayecto del conductor principal de uno á varios pararrayos ó, como su coste es poco elevado, pueden ponerse varios en los conductores más importantes.

Otro aparato de este género es el propuesto por Mr. Michel, compuesto de dos elementos puestos en acción por el peróxido de manganeso; la corriente producida por esta pila pasa á intervalos por el pararrayos, empleando para ello la siguiente disposición (fig. 201): sea *P P* un sistema de pararrayos en comunicación con el suelo *T* por el conductor *p p*; *B* la pila dicha y *C* un interruptor automático de la corriente, que es un reloj ordinario en comunicación con el polo negativo de la

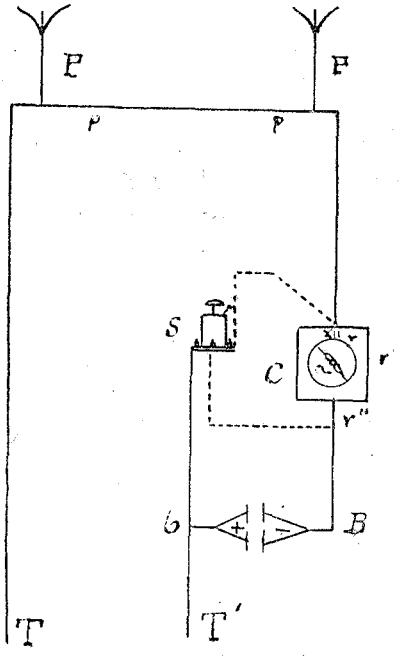


Fig. 201.

pila; el polo positivo se une á tierra. Sobre la esfera y encima del punto que marca las doce, se encuentra situado un resorte *r* ó lámina de platino, unido por un hilo en espiral al conductor del pararrayos. En esta parte del circuito se interpone una campanilla *S*.

En el instante en que el minutero marca las doce se establece el contacto con el resorte *r*, y por lo tanto, la comunicación con la aguja del pararrayos y tierra, cerrándose el circuito, que se establece por la pila, y si está en buen estado marcha sin interrupción; pero si la comunicación con tierra fuera defectuosa, siguiendo la corriente el camino más fácil, se cerrará á través de la campanilla por *b* y tierra *T* y dejando libre el resorte sonará aquélla contínuamente, advirtiendo que el pararrayos está defectuoso.

En los edificios de gran extensión protegidos por varios pararrayos, el reloj *b*, en vez de tener un solo punto donde se cierra el circuito, lleva tantos *r' r''*, etc. como secciones independientes ó como agujas haya, y entonces se le agrega un indicador, que, por el número que señale, diga en qué sección se encuentra el defecto acusado.

El tubo de cobre debe revestirse de guttapercha ó cualquier substancia aisladora para protegerlo de la intemperie y debe ser de pequeño diámetro para que, en caso de accidente, se funda con facilidad, interrumpiendo el circuito.

Por último, por creer de utilidad su conocimiento, vamos á recordar la disposición del electrómetro de Callaud. Se compone de una caja fuertemente construída con madera de encina (fig. 202), cerrado el lado *c* por un cristal fuerte y el *d* por un cristal ordinario, á través del cual se vé el cuadrante. El interior se compone de una barra imanada, coloca-

da sobre un eje que se apoya en *c* y en *g*; libremente, en la misma forma que las agujas de las brújulas, lleva en su extremo *g* una aguja, que marca sobre el cuadrante los movimientos de la barra imanada.

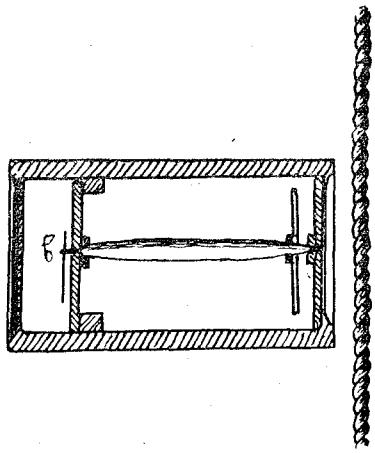


Fig. 202.

Como se sabe por el descubrimiento de Oersted que cuando una corriente eléctrica pasa cerca de una aguja imanada libremente suspendida y que su dirección es en el sentido de la longitud, aquélla tiende á colocarse en cruz con el conductor; si la dirección de la corriente va del polo positivo al negativo, se inclina el polo Norte á la derecha, y si es en sentido contrario, á la izquierda; fundado en esto se coloca el aparato cerca del conductor del pararrayos y marca en él cualquier corriente que pase. Si va de tierra á las nubes, la barra imanada se inclinará á la derecha; si al contrario, baja de las nubes á tierra, á la izquierda; si no pasan más que ondas débiles y tranquilas, la aguja se inclina en el sentido que vayan. Bien empleado, y si es necesario fijo en el espesor del muro al lado del cable del pararrayos, puede dar muy buenas indicaciones este aparato.

CAPÍTULO VIII.

Entretenimiento, vigilancia y precauciones para evitar accidentes en los almacenes de pólvora.—Legislación relativa á estos edificios.—Reglamentos vigentes en España para el transporte de pólvoras y explosivos por ferrocarril y por carretera.

Poco servirá que los almacenes para guardar las pólvoras reunan condiciones de sequedad, resistencia, buena distribución, defensa contra los agentes atmosféricos y eléctricos, si los encargados de cuidarlos no toman toda clase de precauciones, para que los elementos de que se componen estos edificios funcionen perfectamente y no pueda producirse en su interior el fuego ni penetrar la humedad; por eso todos los países tienen reglamentos que determinan las obligaciones del guarda ó conserje encargado de la vigilancia del edificio, dando instrucciones sobre la forma y manera en que debe efectuarse la entrada de personas y saca de municiones.

En España, el único sitio donde hemos encontrado algo es en la Cartilla para los auxiliares de almacén del Cuerpo de Artillería. Francia, Alemania, Inglaterra, Bélgica, Austria y otras naciones los tienen, pero no creemos pertinente transcribir lo ordenado en cada nación, considerando de más utilidad condensar lo aceptado por la mayoría de ellas, pudiendo leerse lo mandado en cada una en las órdenes de 8 de marzo de 1875 para la primera, 14 de junio de 1875 para Inglaterra, 2 de julio de 1879 para Austria y 26 de octubre de 1881 para Bélgica, que son las principales.

Seguiremos, para mayor claridad, un orden sucesivo del exterior al interior, y hacemos presente, que aunque muchas de las prevenciones que se dan parecen fútiles y sin importancia, quizás no lo sean para in-

dicarlas á los obreros, que por necesidad han de ayudar en las faenas para la remoción de estas substancias peligrosas.

Alrededor del almacén.—Conviene que no se coloquen árboles muy cercanos á los muros de cerca, por ser sus raíces focos de humedad; cuando viene la caída de las hojas hace muy difícil su limpieza, además de que si se dejan en la época del calor, pueden ser orígen de incendios; por las mismas razones no deben permitirse las hierbas, procurando destruirlas, esparciendo cenizas ó regando con ácidos, que impidan su crecimiento.

Otro medio para impedir que crezca la hierba, consiste en regar con la siguiente composición: se hace hervir en 100 litros de agua 10 kilógramos de sal viva y 1 kilógramo de azufre en polvo, se decanta y para emplearlo se mezcla el producto con la misma cantidad de agua.

Los árboles tienen también el inconveniente, si son elevados, que impiden que el sol bañe las paredes del almacén, con lo cual se mantiene la humedad del aire.

No es bueno tampoco que existan en las cercanías masas metálicas, tales como parques de proyectiles ó bocas de fuego, ni que haya á su proximidad líneas telegráficas ó telefónicas. La distancia libre admitida, suele ser de tres á cuatro veces la altura sobre el suelo de la punta del pararrayos. En el caso de estar éstos aislados del edificio, si la defensa del rayo se efectúa por los procedimientos de Melzens, Grenat, ect., no tiene aquella importancia.

Las garitas de los centinelas, para que la vigilancia sea completa, conviene colocarlas á unos 20 pasos del muro y frente á los ángulos, de modo que aun metido en ella quede mirando dos lados del muro y al edificio; si fuera el almacén de los enterrados, á igual distancia frente á la puerta. Estos centinelas no deben llevar sobre sí municiones, ni cargado el fusil, para evitar que por cualquier circunstancia pudiera disparárseles. Cuantas instrucciones quieran dárseles, deberán estar escritas en una tablilla, colocada en el interior de la garita, y el cabo, al mudar los centinelas, leérselas al entrante. Estas garitas tendrán un timbre eléctrico en comunicación con la guardia, cuando esté algo alejada.

El cuerpo de guardia estará separado por lo menos 40 ó 50 metros del muro de cerca y situado del lado opuesto á los vientos reinantes,

para que el aire no pueda llevar al almacén chispas del fuego que imprescindiblemente, sobre todo en invierno para calentarse y en todas épocas para los ranchos, tiene que haber. No se permitirá á los indivíduos de la guardia que fumen más que al lado del cuartelillo ó separados á mayor distancia que la que existe entre éste y el almacén. Alrededor del edificio, á 50 ó 60 metros, por lo menos, deben ponerse tablillas coloradas con un letrero negro que diga: «Guerra.—Almacén de pólvoras ó explosivos».

Muro de cerca.—En los almacenes para pólvoras ordinarias de construcción no á prueba de bomba y que están aislados, debe ser éste de altura suficiente para que un hombre ágil no pueda subirse, terminándolo con pinchos ó trozos de cristal, poniéndose algunas veces delante un pequeño foso que impida acercarse á aquél. No se permitirá que estacione nadie en sus cercanías ni hacer nada que pueda ser causa de su destrucción.

Este muro sólo tendrá una puerta colocada frente al camino de ronda y al lado de ella una habitación pequeña, donde se conserven las alpargatas ó sandalias, de las que debe haber por lo menos una docena de pares para la tropa y dos ó tres especiales de lona, con tapa-espuelas, para los jefes y oficiales, las que se pondrán ántes de ir al almacén. La llave de esta puerta estará en poder del encargado para que pueda vigilar el edificio y abrir ó cerrar las ventanas. Los almacenes de explosivos tienen á su alrededor, en lugar del muro, un parapeto de tierra, cuya altura sea por lo menos la de la cubierta del edificio ó van en una excavación de profundidad equivalente, con su correspondiente foso, bastando con una empalizada en la contraescarpa para impedir que se aproximen á él.

Aunque lo general es hacer el lomo del muro á dos vertientes, aconsejan algunos que sólo tenga una y ésta que vierta al exterior.

Camino de ronda y galerías de comunicación.—Cumpliendo uno y otro los mismos objetos, de vigilar, impedir la aproximación al almacén y dar luz y aire, pueden ir incluídos en este párrafo. En ellos, y lo mismo en los alrededores, es preciso estirpar la yerba; el piso debe ser igual, bien enlosado ó afirmado y sin desigualdades, para evitar tropiezos y caídas, que son de importancia cuando se transporta material. El

piso se hará con pendiente hacia la alcantarilla ó pozo y con la disposición que ya dijimos. La anchura mínima del camino debe ser tal que puedan cruzarse sin tropezar con los muros ni entre sí, dos angarillas. Se ha de prohibir depositar basura en los caminos, que se paren los empleados en ellos, que se acerquen á los muros ó ventanas y que las abran ó cierren, operación que sólo podrá hacer el encargado de ella.

Cuantas precauciones se dicten para el servicio interior del almacén, son preceptivas desde el momento en que se ponen los obreros las alpargatas y franquean la puerta del camino de ronda.

Antealmacenes.—Sirven, como ya dijimos, para guardar en ellos: utensilios de limpieza, consistentes en escobas de palma, trapos para el polvo, que se debe quitar pasando el paño por las superficies y nunca golpeando, y para la limpieza de cobres y latones de puertas y ventanas; cajones y sacos de repuesto para, en el caso de que se rompiera algún envase, sacarlo inmediatamente del almacén y cambiarlo de caja; dos ó tres espuertas, mazos, botadores de madera, destornilladores de berbiquí, taruguillos de sujeción de tapas, tornillos de latón y cuantos elementos sean necesarios para abrir sin peligro las cajas; y por último, angarillas de tela ó cuero, cubos de madera para agua, libros de entradas y salidas y mesas para efectuar las apuntaciones. Queda prohibido dejar materias expontáneamente inflamables, como carbón de madera recien calcinado, trapos engrasados, etc.

El encargado de estos objetos, siempre que éntre, sea para observar el estado del almacén ó para efectuar alguna saca ó entrada de material, se cerciorará de que está completo, para que por falta de cualquier elemento no se entorpezca ni retrase el servicio.

Convencido de que hay todo lo que debe haber, podrá proceder á sacar ó meter el material, para lo que hará entrar dos hombres, á los que en la misma puerta obligará á sacudir las alpargatas por si tuvieran adherida á la planta arena ú otra cosa que las haga ásperas y que al andar pueda producir chispas ó roce fuerte que inflame el polvorín que pudiera existir en el suelo. Inmediatamente les hará registrar y les prohibirá llevar encima fósforos, fosforeras de eslabón, navajas, llaveros y cualquier objeto que pudiera por choque ó roce producir fuego, poniéndoles encima del vestido una blusa cerrada atrás, sin otra abertura ni

bolsillo. En los de explosivos habrá un cierto número de guantes para los que tengan que manipular con ellos y además botellas de legía de potasa, por si fuera necesario lavar algún utensilio, al que se le hubiera adherido nitroglicerina. En el cuerpo de guardia también conviene tener guardados algunos sacos de serrín, en sitio reservado.

El fumar, desde que se entra por la puerta del camino de ronda, queda prohibido en absoluto. Conviene para seguridad y que no ocurran distracciones, poner grandes letreros con esta advertencia.

Si hubiera cajas ú otros objetos en medio del antealmacén, se retirarán á los lados ó se sacarán de él para que el paso entre la puerta de entrada y la propiamente dicha del almacén quede libre y sin estorbo, procediendo al barrido del suelo y limpieza, en forma análoga que en el interior del almacén.

Debe marcarse también, con gruesos caractéres, la cantidad que puede guardarse y copia de la orden de autorización.

Almacén.—Antes de penetrar en él prevendrá á los que vaya á emplear en las faenas, que deben efectuarse éstas con calma y orden y dar cuenta de cualquier novedad que creyeran encontrar, sin permitirse resolver las dificultades por su cuenta.

Lo primero, antes de empezar á sacar material, será limpiar el interior. Esta limpieza consistirá en barrer el local, regando antes el suelo si se viera que había polvorín en él, recogiendo la basura y echándola en seguida al pozo, para evitar que si se deja al aire libre pueda secarse y ser causa de que por descuido ó por la acción del sol se inflame.

Todas las operaciones se efectuarán con buena luz, abriendo las ventanas en los ordinarios y con las lámparas en los á prueba; mientras se barre permanecerán aquéllas de par en par, pero colocando en vez de las vidrieras marcos con tela metálica si éstas no fueran fijas, y dejando cerradas aquéllas en que el sol dé directamente; en los subterráneos se procura forzar la ventilación.

Concluída la limpieza se aconseja poner en los pasos telas de lona que los cubran, dejando abiertas las ventanas si el tiempo es seco, pero cerrándolas en caso contrario.

Todo bien preparado, limpio y tomadas cuantas precauciones se crean precisas, se empezará la faena entrando los hombres con las angarillas

para transportar el material, las que, como hemos indicado ántes, deben ser formadas de un marco de madera forrado de tela y de las dimensiones reglamentarias.

Cada angarilla, una vez cargada, no se detendrá hasta dejarla fuera del camino de ronda, marchando siempre al paso los portadores de ella y llevando la derecha.

Las cajas ó envases, cuando estén en pilas, se sacarán empezando por las superiores. Si están en estantes, se sacarán las que disponga el oficial encargado, procurando en todos casos efectuar la saca á pulso para que no rocen unas con otras ni con los travesaños. El rodar los barriles cuando sea éste el envase, el arrastrar las cajas ó hacerlas girar tomando el piso por eje y el emplear carretillas ordinarias, debe prohibirse en absoluto. El transporte á brazo es incómodo y peligroso. El empleo de carritos sería, á nuestro juicio, conveniente, siempre que se guardaran las mismas precauciones que en Inglaterra, de hacerlos rodar sobre carriles de bronce, con suspensión y cojinetes del mismo metal de disposiciones especiales, porque son fácilmente dirigibles, no están expuestos á choques entre sí ni con las paredes ó pilas, y no es probable que vuelquen.

El encargado reconocerá á menudo el almacén para ver si las cajas están ordenadas, si hay alguna rota ó con indicios de que esté su contenido en mal estado, si la separación entre unas y otras y con las paredes es la reglamentaria, si todas tienen sus rótulos completos y sus precintos enteros y mirando hacia las calles, para que sea siempre fácil vigilar y saber la cantidad de pólvora ó explosivo, su clase y la época en que se confeccionó.

Repasará las puertas, ventanas y rejillas de los ventiladores cuando los haya, procurando que éstos estén limpios y en buen estado sus herrajes y los cueros ó cauchos que hacen impermeables aquéllas.

Aunque no sea necesario hacer la limpieza de estos almacenes á menudo, en ciertas épocas, como la primavera, debe efectuarse más veces, para quitar los insectos que en este período suelen depositar sus huevecillos.

En los almacenes cuya iluminación sea con lámparas de aceite, se procurará que éste no esté mucho tiempo en ellas, renovándolo con frecuencia y no permitiendo tenga la llama más altura que $0^m,02$ á $0^m,025$;

las linternas de mano debe escasearse su uso y cuando se empleen, evitarán acercarse á las cajas y menos abrirlas dentro del almacén; si tuvieran que modificar su luz, lo efectuarán fuera del local.

Si se emplease la luz eléctrica, se recorrerá el trayecto de los conductores mirando si están bien aislados y fuera del contacto ó próximos á elementos metálicos; cuidará de que la lámpara esté en buen uso y de que los cristales que la separan del almacén no permitan por sus junturas el paso del aire.

Todos los almacenes tendrán en sitio visible un termómetro y un higróscopo, colocados en el centro de la habitación ó en la pared que menos reciba la acción del sol, para vigilar que la temperatura no sea superior á 35° y el estado higrométrico no pase de 60° del higrómetro de Saussure.

Por circular de 15 de marzo de 1868 está mandado que la visita á los almacenes sea anual, y se verificó en primavera ó á principios de verano, pero se refiere á la de inspección; las ordinarias por los oficiales ó encargados serán de ordinario mensuales y dos veces al mes en las épocas en que la temperatura sube á 30°.

En los de explosivos la oficial debe efectuarse al fin del verano y al terminar el invierno.

En estas visitas se observará en las pólvoras ordinarias su estado de humedad, retirándose las que presenten en su interior salitre ó en su superficie asperezas blancas y las que estén convertidas en pasta. En los explosivos, si los cartuchos se han deformado por la congelación ó están sudados se sacarán del local inmediatamente.

En la dinamita, si la reacción es neutra, para lo cual es preciso que el agua de lavado sometida á ebullición dé vapores que no enrojezcan el papel de tornasol. Si hay cajas oxidadas deben sacarse enseguida, y para ello se las pone en una angarilla llena de paja ó en un cajón más grande lleno de serrín. Si se notara el olor característico de los vapores nitrosos, hay que buscar el recipiente que los produce y destruirlo. Para deshelar los explosivos congelados se emplea al agua tibia, teniendo cuidado de no romper ningún cartucho mientras estén en aquel estado y, como en todos los casos, impedir los choques y rozamientos.

Todos estos reconocimientos se harán siempre en presencia del oficial que está encargado, nunca por los maestros ni obreros solos.

Los recipientes de desecho, si son de pólvora ordinaria, se mojarán y lavarán bien, y si de explosivos, se quemarán en sitio seguro. Cuando haya que destruir materias explosivas se dispondrán en forma de salchicha, en sitio al abrigo del viento, y se inflamarán por medio de mecha. Si hubiera que emplear cápsulas fulminantes se ejecutará en lugar solitario y por porciones de 100 gramos.

A los obreros que hayan manejado los explosivos debe indicárseles la conveniencia de que se laven con una disolución caliente que contenga 45 por 100 de sosa y luego con agua, que puede serles perjudicial el tocarse las mucosas con las manos ó pañuelos que se hayan impregnado de explosivo; si ocurriera el caso poco probable de envenenamiento, su antídoto es el café cargado, conviniendo el empleo de compresas de agua fria.

Siempre que convenga ventilar el local se cerciorará de que el ambiente es seco; para verlo bastará tener en el interior algún objeto de superficie bien pulimentada, espejo ó botella de cristal llena de agua, el que se sacará al exterior, y si se empaña es señal de que al entrar el aire se depositará humedad en las cajas. En Francia se juzga de la oportunidad de airear los almacenes subterráneos por medio de un aparato compuesto de un vaso cilíndrico de latón plateado, prolongado por su parte superior con una botella de cristal de cuello estrecho y corto, sujeto al interior del vaso metálico. El tapón es de corcho y la capacidad de un litro; se llena de agua y se entretiene su pulimento con una gamuza y rojo de Inglaterra. Para ver el grado de sequedad se coge el aparato por el cuello y rápidamente, al abrigo del viento, se saca al exterior; si ningún depósito de rocío se produce sobre la superficie metálica, puede airearse. Durante el tiempo que se esté ventilando debe repetirse de cuando en cuando la misma operación, cerrando en el instante que se inicie el rocío.

Si la ventilación fuera por los medios indicados en el capítulo VI entonces no tiene importancia esta observación, pues otros son, como allí dijimos, los medios de impedir la acción de la humedad; pero de todos modos el airear los almacenes conviene hacerlo cuando el cielo esté sereno, el aire seco y la temperatura exterior sea más baja que la del interior. En los grandes calores, cuando el tiempo sea húmedo ó lluvioso

y en los deshielos, debe procurarse incomunicarlos con el exterior, cerrando bien las puertas y ventanas y registros de las chimeneas de ventilación.

Se aconseja como preferible recibir el aire que ha de penetrar en el local del Norte y Oriente, y recordando que en invierno las épocas mejores son febrero y principios de marzo.

Deben, pues, preferirse estas épocas ó días buenos para la ventilación, entrada y salida del material, sobre todo para esto último, que no es conveniente que sufra cambios bruscos de temperatura, pero no siempre es posible conseguirlo; las necesidades del servicio obligan en muchos casos á olvidar estas prevenciones por no poder esperar á que lleguen los días buenos; además hay provincias en España en que la humedad del aire es constante; Galicia y Asturias son prueba de ello. En cambio en el Mediodía las altas temperaturas tampoco dan momentos favorables; no hay más remedio que emplear substancias higrométricas; la principal de éstas es el cloruro de calcio, colocado en vasijas de barro colgadas del techo ó en aparatos especiales situados en las bocas de entrada de aire; aquél debe renovarse cuando se licue, pues en este estado devuelve la humedad. El Cuerpo de Artillería ha usado algunas veces pieles ó cueros curtidos, que también la absorben y que se cuelgan del techo en forma de toldos flojos. La cal viva, que igualmente es higrométrica, requiere grandes precauciones en el manejo, pues si bien absorbe el agua, al reaccionar con ella produce gran cantidad de calor, que podrá ser más peligrosa que útil; es preciso, si se la quiere aplicar para este uso, ponerla en vasijas especiales y defendidas del contacto del polvorín. En cambio para secar los almacenes después de construídos ó reformados y antes de que se metan pólvoras, es el más empleado por lo económico.

Siempre que se abran las ventanas se sujetarán con sus aldabillas para impedir los golpazos que pudiera causar una corriente; lo mismo decimos de las puertas, y tanto unas como otras deben abrir hacia fuera y colocar en aquéllas marcos con alambrada de cobre que no permitan entrar del exterior substancias peligrosas ó inflamables.

En los almacenes que puedan estar expuestos á ser batidos por el

fuego enemigo, en los derrames de las ventanas se forman ranuras para encajar tableros, que se deben conservar en el mismo local.

Las puertas exteriores tendrán muelles para que permanezcan cerradas.

Cuando haya que efectuar reparaciones en los envases se harán siempre fuera del edificio, no empleando para ello más que útiles de cobre ó latón.

Cubierta, pararrayos y desagües.—Todas estas partes de la construcción deben repasarse á la entrada de las estaciones, principalmente cuando empiezan las lluvias y en los grandes calores. En estas épocas se retejará para evitar las goteras, se quitarán las hierbas, se pintarán las armaduras de hierro y aun las de madera, para impedir que los insectos aniden. Entre las pinturas que preservan el hierro de la intemperie, recordaremos que la mejor es la que tiene por base el mínio y la peor la de alquitrán; conviene, mejor que raspar las superficies metálicas, limpiarlas con un ácido y darles aceite antes de pintarlas. En Francia se emplea la siguiente pintura con gran resultado: se prepara una pintura con borato de plomo, en la que se disuelve una pequeña cantidad de óxido de cobre, echando además algunas partículas de platino ó lentejuelas; se calienta la composición fuertemente, y entonces se aplica con una brocha, adquiriendo el hierro un color grís cristalino reluciente, semejante al hierro bruñido. El coste de una mano de este ingrediente equivale á tres capas de pintura al óleo ordinaria.

Las canales y bajadas se limpiarán, desarmando los recodos si es preciso, se repasarán las uniones y reemplazarán los tubos agujereados por la oxidación ú otras causas.

En los pararrayos se empezará por determinar si hay soluciones de continuidad, si la comunicación con tierra es perfecta, descubriendo en caso necesario la canal que conduce al pozo, pintando de nuevo las barras y conductores. Se reconocerá el estado de las puntas, reemplazando las fundidas, y por último, si los conductores están separados lo suficiente de los muros y si los aisladores están enteros.

Además de cuantas precauciones hemos expuesto, conviene también tener presentes las siguientes:

Toda la cristalería de las ventanas debe estar pintada de blanco, so-

bre todo donde se conserve algodón-pólvora ó pólvoras formadas con él, que son sensibles á la luz muy viva.

Si se ha empleado serrín para el embalaje de explosivos en su transporte, se quitará, conservándolo si es Kieselgulir.

Si hubiera que hacer recomposiciones empleando fuego, habría que preparar el sitio, aislando por completo y lavando cuidadosamente el que se vaya á reparar, pero lo mejor será, si es de alguna importancia la compostura, desalojar el almacén; por lo mismo aconsejan algunos no emplear en las cubiertas roblonaduras, sino pernos, y para que no se oxiden se los engrasa con aceite mezclado con grafito.

La conservación de cebos y estopines en estos edificios en que haya pólvoras ó explosivos debe estar completamente prohibida, como también almacenar juntas dos especies de explosivos, fuera de casos especiales, y en estos hay que obtener autorización especial (Real orden de 3 de mayo de 1888).

En casos de incendios en las cercanías, se cerrarán todas las aberturas, tapándolas con tierra mojada, y si fuera posible se mantendrá húmeda con un ligero riego; por medio de una bomba se regará la cubierta.

En los almacenes de las plazas de guerra, sobre todo los de aprovisionamiento y los particulares de batería, conviene tener preparados y ordenados los blindajes de puertas y ventanas para el caso de un sitio.

En los almacenes de proyectiles cargados se tendrán en cuenta cuantas precauciones hemos dicho para los de pólvoras y explosivos. Para facilitar el transporte de los proyectiles se tendrán como está mandado, que es colocados verticalmente, apoyados en tarugos de madera, sobre el culote los ordinarios y sobre la ojiva los perforantes, en disposición de que aplicándoles la teja ó poniéndolos horizontales se puedan conducir á su destino por medio de un cabriolé ó de una vagoneta guía, dotada de pescante parecido al que llevan las piezas de grueso calibre para la carga.

Los techos y muros de los almacenes, ya se pinten ó reboquen, tendrán siempre colores claros.

La puerta del almacén tendrá, con arreglo á lo mandado, tres cerraduras, cuyas llaves estarán en poder de los que las Ordenanzas disponen.

Durante las tempestades deben suspenderse los trabajos.

Legislación relativa al almacenaje de pólvoras y substancias explosivas y su transporte.

R. O. de 11 de Enero de 1865.—Subsecretaría.—Sección de construcciones civiles.—Negociado 1.º=En virtud de lo que previene el artículo 6.º de la Ley de 17 de junio último y de conformidad con el dictámen emitido por la Junta Consultiva de Policía urbana y edificios públicos, la Reina (q. D. g.) ha tenido á bien dictar las siguientes reglas de policía y seguridad públicas á que deberá sujetarse la fabricación de las pólvoras y substancias explosivas, su almacenaje y expendición en las poblaciones:=1.ª—Para establecer fábricas de pólvora común ó de fulminantes y toda clase de substancias explosivas, deberá obtenerse el permiso del Gobernador de la provincia.=2.ª—Las fábricas se situarán á distancia por lo menos de 2 kilómetros de las poblaciones y á uno, así de los edificios que se hallen fuera del recinto de éstas como de los caminos públicos.=3.ª—Se construirán las fábricas de pólvoras con muros del menor grueso posible, constando de un solo piso. Su cubierta ó armadura será metálica y dispuesta de modo que á su ligereza reuna la condición de constituir un sistema buen conductor de la electricidad, sirviendo, por lo tanto, de pararrayos, á cuyo fin deberá estar en comunicación con la tierra.=4.ª—Para cubrir las ventanas se empleará la tela encerada en lugar de vidrios ó cristales comunes.=5.ª—El piso será de madera, con clavazón de la misma materia ó de yeso, exento de arena y de cualquier substancia silícea.=6.ª—Los talleres estarán separados por muros de 2 metros de altura, formados con adobes.=7.ª—Habrá depósitos de agua y bombas disponibles para el caso de un incendio parcial.=8.ª—Las oficinas en que se fabrique el fulminante estarán separadas 100 metros de las demás dependencias.=9.ª—Los almacenes estarán asimismo separados entre sí por la propia distancia y de los talleres por la que prudencialmente se juzgue necesaria, según la importancia del establecimiento. Cada uno de los edificios estará resguardado por un muro de tierra de 2 metros de altura y situado á 6 de las pa-

redes de cada edificio, encontrándose éstos provistos de pararrayos.= 10.ª—En las operaciones no se usarán utensilios ni aparatos de hierro.= 11.ª—Las fábricas y almacenes estarán rodeados á distancia de 300 metros de hilos ó mojones, los cuales llevarán el rótulo de *Fábrica de pólvora*.=12.ª—No se permitirá trabajar en las fábricas con luz artificial. =13.ª—La pólvora se guardará en sacos y éstos en cajas de madera, que se trasladarán diariamente á los almacenes.=14.ª—Para solicitar el prévio permiso de que habla la condición 1.ª deberá acompañarse á la instancia un plano topográfico y los correspondientes, tanto á las construcciones como á los mecanismos que se hayan de emplear.=15.ª—Antes de funcionar la fábrica será reconocida por el arquitecto ó ingeniero de minas de la provincia ó por los que puedan substituir á estos funcionarios, sin cuyo informe no podrá concederse la oportuna licencia.= 16.ª—Los depósitos para la venta al por menor de estos combustibles en las poblaciones se sujetarán á lo que prevengan las Ordenanzas municipales, y faltando éstas á las disposiciones que dicten los Ayuntamientos, con la correspondiente aprobación.=Y 17.ª—Para el transporte de la pólvora se observarán las mismas precauciones que han estado en práctica hasta el presente.=De orden de S. M. lo digo á V. S. para su conocimiento y fines consiguientes.=Dios guarde á V. S. muchos años.= Madrid, 11 de enero de 1865.=González Bravo.

R. O. de 7 de Octubre de 1886.—Vista la Ley de 17 de junio de 1864, en cuyo art. 6.º se previene que por el Ministerio de la Gobernación se dicten las reglas de policía y seguridad pública á que debe sujetarse la fabricación de la pólvora y substancias explosivas, su almacenaje y expendición en las poblaciones;=Vista la Real orden de 11 de enero de 1865 dictada para el cumplimiento de aquel precepto;=Y teniendo en cuenta que las Ordenanzas municipales á que esta Real orden se refiere en todo lo relativo á los depósitos y venta de substancias explosivas son en su mayoría insuficientes para llenar los fines de la ley;= S. M. la Reina Regente, en nombre de su augusto hijo D. Alfonso XIII (q. D. g.), ha tenido á bien disponer que mientras se dicta una disposición general sobre la introducción, fabricación, almacenaje, transporte, venta y uso de aquellas substancias, se observen las reglas siguientes:= 1.ª—Nadie podrá fabricar, almacenar, vender ó exponer á la venta pól-

vora, cartuchos ó substancias explosivas, de cualquier clase, fuera de las fábricas, talleres, almacenes ó depósitos autorizados conforme á las prescripciones vigentes.=2.ª—La cantidad máxima que se conserve en aquellos establecimientos no podrá exceder de la señalada en las licencias concedidas por los gobernadores de provincias ó en las Ordenanzas municipales ó disposiciones de los Ayuntamientos.=3.ª—Para poder guardar pólvora, substancias explosivas de cualquier clase ó productos elaborados con ella fuera de la fábrica, taller, almacén ó depósito autorizado, será necesaria licencia escrita del Alcalde de la localidad.=El Alcalde concederá la licencia á las personas que la soliciten y que justifiquen con el correspondiente recibo de contribución, concesión del Gobierno ó documento fehaciente, que se hallan dedicados á la explotación de minas ó canteras ó al ejercicio de cualquier industria ú operación autorizada, para la cual sea necesario el uso de substancias explosivas.=Las personas que obtuvieren esta licencia, habrán de observar, para la conservación y uso de las substancias explosivas, las condiciones que en la misma se señalen y los reglamentos y disposiciones que en cada caso sean aplicables, así como las Ordenanzas municipales ó bandos de policía de cada localidad, y estarán obligadas á adoptar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier accidente ó daño á las personas ó en las propiedades.=4.ª—Las personas que tengan licencia para usar armas de fuego, no necesitarán la especial á que se refiere la regla anterior para tener pólvora ó municiones propias para aquellas armas, en cantidad en que el peso de la pólvora no exceda de 5 kilógramos ó de la que señalen las Ordenanzas municipales de cada localidad, si en ellas se fijase otro límite.=Tampoco será necesaria licencia especial para la fabricación en laboratorio de pequeñas cantidades de substancias explosivas destinadas á experimentos científicos y no á la venta, ni para el transporte de substancias ó productos que procedan de establecimientos debidamente autorizados ó se destinen á ellos, siempre que vayan empaquetados en la forma y con las marcas y rótulos prevenidos, debiendo observarse para el transporte las disposiciones vigentes en la materia.=5.ª—Nadie podrá quemar fuegos artificiales, disparar cohetes ó petardos ó hacer cualquier uso público de substancias explosivas, sin permiso escrito del Alcalde de la localidad.=En ningún caso podrá

esto hacerse dentro de poblado, en caminos ó lugares de tránsito ó de numerosa concurrencia, ni en épocas ó sitios en que puedan ocasionarse incendios en las mieses ó pastos ú otros daños semejantes. La infracción de lo dispuesto en esta regla se castigará con arreglo á lo prevenido en las Ordenanzas municipales.=6.ª—Toda cantidad de pólvora ó de cualquier otra substancia explosiva existente en los establecimientos autorizados para su venta ó en poder de particulares para su transporte ó uso, habrá de conservarse en paquetes perfectamente cerrados, que no dejen salir ninguna parte de ella y la preserven de todo choque ó contacto con materias que puedan ocasionar su explosión ó inflamación.=Los paquetes habrán de llevar necesariamente las marcas y rótulos prevenidos en las disposiciones de esta Real orden.=7.ª—Los paquetes de pólvora serán de tela fuerte, cartón, madera, caucho, hoja de lata, zinc, latón ú otra materia análoga, con exclusión del hierro, clavos de este metal y de toda substancia silícea que pueda producir chispas; no podrán exceder de 5 kilógramos de peso; llevarán escrita la palabra *Pólvora*, y cuando menos en uno el nombre ó denominación de la fábrica de que proceden y el del almacén ó depósito en que hayan sido expendidos.=Los paquetes de menos de 5 kilógramos de peso se colocarán con arreglo á lo dispuesto en el párrafo anterior.=Para la venta, entrega y conservación de cantidades de pólvora que excedan de 5 kilógramos de peso, se colocarán los paquetes en cajones de madera machiembrados reforzados con barrotes de lo mismo y sin clavazón de hierro ó en barriles fuertes de madera con aros ó zunchos de lo mismo.=Los cajones ó barriles no excederán de 50 kilógramos de peso y llevarán escrito en sus frentes la palabra *Pólvora* y el nombre del fabricante ó expendedor, como cada uno de los paquetes que contengan.=8.ª—Los cartuchos para armas de fuego, pistones, fulminantes y demás substancias explosivas, con excepción de la dinamita, se venderán, entregarán y conservarán en paquetes, siéndoles aplicables las reglas contenidas en la disposición anterior, con las diferencias de que los paquetes y envases exteriores llevarán en vez de la palabra *Pólvora* la denominación del contenido, seguido de la frase *Materia explosiva*, además del nombre del fabricante y vendedor, y no se podrán reunir en un solo bulto ó volumen paquetes cuyo peso total exceda de 25 kilógramos.=9.ª—La dinamita no podrá conservarse ni ser

puesta á la venta más que en cartuchos cubiertos de papel pergamino ú otra materia análoga y sin pistones, cebos ni ningún otro medio de explosión ó inflamación. Cada cartucho llevará escrito en la cubierta las palabras *Materia explosiva* y el nombre del fabricante y vendedor que haga su expendición.=Los cartuchos se guardarán en paquetes que no excedan de 5 kilógramos de peso y éstos en cajones ó barriles cuyo contenido no exceda de 25 kilógramos, rellenando los huecos con serrín y observándose en todo lo demás lo dispuesto en la regla 7.ª=10.ª—Nadie podrá vender ni entregar para su custodia, transporte ó uso cualquier substancia explosiva ó producto elaborado con ella, á menores de diez y seis años, á no ser que vayan acompañados por sus padres ó las personas encargadas de su custodia.=11.ª—Se prohibe la venta, conservación ó entrega de toda substancia que por su naturaleza ó preparación pueda detonar, inflamarse ó producir explosión expontáneamente ó sin necesidad de un fuerte frotamiento ó choque, ni de ponerla en contacto con cuerpos que se hallen á mayor temperatura que la del aire atmosférico.=12.ª—Los fabricantes, almacenistas y vendedores al por menor de substancias explosivas ó productos elaborados con ellas, estarán obligados á llevar un libro-registro, foliado y autorizado por el Alcalde de la localidad, en que anoten diariamente las cantidades que fabriquen ó reciban en sus almacenes ó depósitos y las que vendan, con expresión del nombre y domicilio de los compradores.=De igual modo estarán obligados á entregar á todo comprador factura ó nota de los géneros que le vendan, consignando en ella el nombre y domicilio del vendedor ó la denominación del establecimiento en que se haga la venta.=13.ª—Los fabricantes, almacenistas ó vendedores de substancias explosivas ó productos elaborados con ellas, no podrán entregarlas sino á persona que exhiba licencia para su conservación ó empleo ó para uso de armas.=14.ª—Los Gobernadores de provincia y los Alcaldes por sí ó por medio de sus delegados, inspeccionarán las fábricas, almacenes y depósitos para la venta de substancias explosivas y velarán dentro de sus respectivas jurisdicciones por la observancia de las disposiciones anteriores, corrigiendo las infracciones que se cometan.=La Guardia Civil cuidará también especialmente de la estricta observancia de lo dispuesto en esta Real orden y pondrá en conocimiento de aquellas autoridades las infrac-

ciones que advierta.=15.ª—Para hacer efectiva la inspección á que se refiere la regla anterior, los Gobernadores y Alcaldes podrán penetrar y practicar reconocimientos en toda fábrica, almacén, tienda ó establecimiento destinado al tráfico de materias explosivas, haciéndose acompañar de los agentes auxiliares que hayan de verificar la operación.= Cuando los Gobernadores y Alcaldes no asistan personalmente á la diligencia y siempre que aunque asistan personalmente, la entrada y reconocimiento haya de practicarse en las habitaciones que constituyan la morada del fabricante, almacenista ó vendedor ó en edificios que constituyan domicilio de un particular, será necesaria la correspondiente autorización del Juez de 1.ª instancia ó del municipal en las poblaciones que no sean cabeza de partido.=Los Jueces podrán asistir á toda diligencia de entrada y reconocimiento que hubiesen autorizado; éstas se practicarán siempre á presencia del interesado, si se hallare en el local, y de dos testigos, y de su resultado se levantará acta que firmarán los asistentes.=Se observarán en todo lo demás las disposiciones del título 3.º, cap. 2.º del Real decreto de 20 de junio de 1852 y las vigentes sobre reconocimientos para la persecución del contrabando y defraudación.=16.ª—El que fabrique, venda ó tenga en su poder substancias explosivas de cualquier clase fuera de las fábricas, almacenes ó depósitos autorizados ó sin estar provisto de la correspondiente licencia ó en cantidad superior á la autorizada, será castigado con el comiso de aquellas substancias y multa de 125 pesetas, ni ser inferior á 5.=Con la misma multa y el comiso de las substancias serán castigados los almacenistas, vendedores ó particulares que entreguen ó tengan en su poder pólvora ó substancias explosivas no empaquetadas en la forma que determina esta Real orden ó sin que los paquetes y envases tengan los rótulos prevenidos en la misma.=17.ª—Serán castigados con multa de 5 á 125 pesetas:=1.º—El dueño, inquilino ó habitante del local en que se fabriquen ó guarden substancias explosivas sin autorización para ello ó en cantidad superior á la autorizada, á no ser que justifique que ignora la fabricación ó existencia de las mismas en el local.=2.º—Los industriales ó comerciantes que no lleven en debida forma los libros-registros de ventas, no los exhiban á las autoridades cuando sean requeridos para ello ó no entreguen á los compradores nota ó factura de las substancias

que les expendan.=3.º—Los que vendan ó entreguen substancias explosivas á personas menores de diez y seis años con infracción de la regla 10.ª ó tengan en su poder substancias comprendidas en la regla 11.ª ó cartuchos de dinamita provistos de cualquier medio de explosión ó inflamación.=18.ª—En todo lo relativo á la exacción y pago de las multas, á la responsabilidad personal por insolvencia y á los recursos que procedan contra los acuerdos de los Gobernadores y Alcaldes, se observará lo dispuesto en las leyes Provincial y Municipal vigentes.=19.ª—Las Autoridades gubernativas pondrán en conocimiento de los tribunales de justicia cualquier hecho relacionado con la fabricación, conservación ó uso de substancias explosivas que consideren constitutivo de delito ó tentativa de imprudencia ó neglicencia punible; y la aplicación de las correcciones gubernativas señaladas en esta Real orden no eximirá en ningún caso á los infractores de la responsabilidad civil ó criminal en que hubieren incurrido por sus actos ú omisiones.=20.ª—Las autoridades judiciales de todos los órdenes darán conocimiento al Gobernador de la provincia de todo juicio ó causa criminal que comiencen á instruir por delitos ó faltas cometidas por medio de substancias explosivas; y los Gobernadores, independientemente de la acción judicial, acordarán la práctica de las diligencias necesarias para corregir cualquiera infracción que se hubiere cometido de los reglamentos ó disposiciones administrativas.=De Real orden, acordada en Consejo de Ministros, lo digo á V. S. para su conocimiento y demás efectos.=Dios guarde á V. S. muchos años.=Madrid, 7 de octubre de 1886.=González.

Reglamento para el transporte de materias inflamables y explosivas para el servicio del Estado.—Transporte en carros por vías ordinarias.=Cuando se efectúe en carros (1) éstos harán alto á 200 pasos de los almacenes, donde serán reconocidos para ver si son sólidos y si la cubierta no permite el paso al agua; se arrimarán uno á uno al tambor (muro decarga) para cargarlos; verificado se retirarán á 500 metros hasta que se reunan todos. A cada carro ó acémila se le facilitará un encerado y algunos cajones ó sacos vacíos por si se inutilizare alguno en

(1) Los coches, siempre que sea posible, deben ser suspendidos y provistos de una ó varias latas de grasa y de útiles, cuerdas y otras herramientas que puedan necesitarse, para reparaciones urgentes.

la proporción de 1 por 50 empaques.=Al oficial de Artillería que verifique la entrega, corresponde dar las órdenes y dictar las medidas encaminadas á precaver accidentes desgraciados, ínterin el convoy no haya salido de la distancia de 500 metros en línea recta del almacén.=En el transporte por caminos ordinarios marcharán los carros á la distancia de 40 metros unos de otros, llevando todos banderines rojos para anunciar el cargamento peligroso que conducen; de la escolta se sacará un vigilante por carro, siendo aquél responsable de que en el momento que suceda alguna avería se proceda á su reparación, haciendo salir desde luego el carruaje de la pista de los demás; prohibirá que ninguna persona extraña á la escolta se aproxime á los carros; que nadie absolutamente suba á los mismos ni fume en sus inmediaciones y que no se acerque á ellos ningún otro carro que no sea del convoy. El resto de la escolta marchará á vanguardia y retaguardia, previniendo á todo el mundo que no cometan alguna imprudencia, y para que los carros y caballerías que se encuentren en el camino se detengan ó pongan por lo menos al paso, hasta que el convoy los haya rebasado. En los altos se reconocerán minuciosamente todos los carros para enterarse de si los empaques han perdido su estabilidad ocasionando rozamientos peligrosos ó si se tamiza el polvorín por la rotura de algún empaque; y si las paradas han de ser de alguna duración, se aparcarán los carruajes en parage á propósito y desahogado en sus cercanías, que diste por lo menos 1 kilómetro de todo lugar habitado. Se evitará el atravesar pueblos ó lugares habitados y de verse obligado avisará á las autoridades para que se tomen las precauciones necesarias.

La Dirección general de Administración Militar, en 18 de febrero de 1872 (*Boletín*, pág. 42), circula una Instrucción que debe observarse por los Cuerpos de Artillería y Administración Militar en los transportes de pólvora, la cual fué comunicada á las dependencias de Artillería por su Dirección en 7 del mismo mes y año, y su art. 3.° dice:= Los transportes de pólvora se harán, siempre que sea posible, en carros bien entoldados y provistos además cada uno de ellos, ó cada acémila en su caso, de un encerado bastante á proteger eficazmente la carga. Estos encerados los facilirá el Cuerpo de Artillería.=La Instrucción citada dispone que en todo convoy de pólvora vayan algunos cajones y sacos va-

cíos para reemplazar á los que puedan inutilizarse; que Artillería facilite un banderín encarnado (1); que los gastos de llevar los cajones á brazo desde el almacén al punto en que deban ser cargados los carros y en el punto de llegada desde los carros al almacén, son de cuenta de Artillería; que al estar preparándose un convoy corresponde al oficial de Artillería dictar cuantas disposiciones convengan á precaver accidentes desgraciados, ínterin no haya salido á la distancia de 500 metros en línea recta desde el almacén ó fábrica; que el oficial de Administración Militar reciba del de Artillería las instrucciones para las medidas de conveniencia y seguridad que hayan de observarse, y la Real orden de 31 de julio de 1883 *(Colección Legislativa*, página 485) declara en todo su vigor la de 18 de febrero de 1872 sobre conducción de convoyes de pólvora, disponiendo asimismo que las autoridades militares eviten por todos los medios posibles el tránsito de aquellos por el interior de las poblaciones, debiendo tener presente también cuanto preceptúa la Real orden de 9 de agosto de 1888 *(Colección Legislativa*, pág. 507), la cual expresa que tanto las instrucciones antes citadas como la Real orden de 31 de julio anterior se refieren únicamente á los casos generales en que no median circunstancias por las cuales sea preciso tomar precauciones extraordinarias, tales como el no poder evitar el tránsito de los convoyes por el interior de las poblaciones, caso en el cual las respectivas autoridades dictarán las medidas que crean más oportunas (2).=Los coches deben cargarse del modo siguiente:=1.º—Consolidar el fondo con tablas y cubrirlas con una capa de estopa, heno ó paja, de 5 centímetros de espesor y sobre ésta los encerados; que la longitud de los barriles corresponda á la del coche; sujetar y calar cada barril á fin de hacer imposible todo movimiento, y taparlos con impermeables.

(1) Mejor sería varios blancos con el nombre de *Pólvora* ó *Explosivo* en letras negras de 30 centímetros de altura.

(2) Cuando un convoy de pólvora vaya á pasar por debajo de un camino de hierro, no debe ponerse bajo el viaducto ó puente en el momento del paso del tren, y si por una circunstancia cualquiera no se apercibiese el tren á distancia suficiente, el jefe del transporte destacará un individuo que se entere del guardavía más próximo si se espera que llegue algún tren, y sólo franqueará la vía, tanto por debajo como por encima, en caso de estar seguro que por la vía no va á circular ningún tren.

Reglamento para el transporte de materias inflamables y explosivas para el servicio del Estado.=Capítulo I.=Prevenciones generales para el transporte de toda clase de materias ó productos inflamables y explosivos.=Art. 1.º—Se declaran peligrosos los transportes, acarreos y remociones de las materias ó productos inflamables y explosivos que se verifiquen para el servicio militar del Estado en los ramos de Guerra ó Marina, y en tal concepto se adoptarán las mayores precauciones que en semejantes casos garanticen prudentemente los efectos de toda voladura ó accidente contrario á la seguridad individual ó al interés de los particulares.=Art. 2.º—Las materias ó productos inflamables ó explosivos, ya procedan de la fabricación propia del Estado, ya de la de los particulares, siempre que se destinen al servicio militar ó fueren propiedades de aquél por dicho concepto, no se transportarán si no están embalados ó empacados con las condiciones de seguridad y fácil manejo prescriptas en este Reglamento y en las demás disposiciones de carácter técnico y administrativo que estuvieren vigentes sobre este particular.=Artículo 3.º—Por punto general y siempre que en el servicio militar ocurra la necesidad de transportar por medio de empresas ó entidades ó conductores particulares no dependientes de dicho ramo remesas de alguna consideración de productos de la naturaleza expresada, las autoridades respectivas de Guerra y Marina, llamadas á inspeccionar la inmediata realización de este servicio, procurarán que el manejo y colocación, así como la carga y estibado de los bultos que se han de transportar, se verifique por indivíduos de su personal, idóneo y competente para que en lo posible resulte garantida la facilidad del siniestro que podría ocurrir si se dejasen tales operaciones á cargo de conductores ó personas incompetentes.=Art. 4.º—Las precauciones que se hayan de tomar para la remoción, acarreo, carga, transporte y descarga de los productos ó materias peligrosas, serán proporcionadas, no sólo á la cuantía ó magnitud de la materia transportada, sino á la mayor facilidad que para hacer explosión ó incendiarse pueda ofrecer aquélla, según su naturaleza, estado y disposición.=Art. 5.º—En tal concepto y prescindiendo de lo que puedan reclamar las condiciones de la localidad ó paraje que atraviesen dichos productos peligrosos, se considerará que una remesa lo es en grado ex-

tremo cuando cualquier causa natural no provocada por la mano del hombre, tal como una sensible variación en la temperatura ú otra análoga, pueda determinar la espontánea explosión ó incendio del producto y se calificará de peligrosa en grado notorio y en grado mínimo, según que la naturaleza del producto requiera ó necesite mayores circunstancias para estallar ó incendiarse y según que se halle más ó menos extendido su conocimiento y consumo para los usos de la vida social.=Artículo 6.º—Para la ejecución de todos los transportes militares de esta naturaleza que se hayan de verificar en condiciones tales que por su importancia pasen los límites de una simple remesa, se nombrará un comisionado militar, que yendo encargado de dicho material vigile y procure la estricta observancia de cuantas precauciones hayan de adoptarse mientras dure la conducción, así como en todas las operaciones anejas á la misma, como son las cargas, transbordos y descargas.=Art. 7.º—Para los casos en que la conducción de productos inflamables ó explosivos pertenecientes á los ramos de Guerra ó Marina sea de poca importancia y no se designe el comisionado oficial que previene el precedente artículo, el conductor está obligado á observar si las condiciones exteriores de los empaques reunen los requisitos prevenidos en este Reglamento, teniendo derecho á exigir de la persona ó funcionario remitente una declaración circunstanciada donde conste la naturaleza del contenido, las condiciones con que va envasado y empacado, las precauciones que deben adoptarse para su estibado y colocación y el grado en que debe considerarse peligroso, según lo expuesto en el art. 5.º=Cuando se trate de dinamita, goma explosiva, piroxilina ó algodón-pólvora ú otros productos de gran potencia explosiva que requieran modo especial y preventivo en la manera de darlas al comercio, tendrán también derecho los conductores particulares á exigir se les entregue una declaración subscripta por el director ó encargado de la fábrica, donde conste que en la elaboración, empaque y envase se han observado los requisitos técnicos que pueden prevenir en lo posible todo accidente por causa interna.=Los productos de la fabricación oficial no necesitan para su transporte de esta declaración, cuyos efectos suplirán las marcas y precintos con las demás indicaciones exteriores prevenidas por los Reglamentos é instrucciones, y estas circuntancias se completarán con la guía

del servicio y con las declaraciones del remitente, de que ya se deja hecho mérito.=Art. 8.º—En los transportes por ferrocarril de las materias ó productos peligrosos queda prohibida, por punto general, la conducción de tales materias en los trenes que fuesen de viajeros.=Como excepción á lo dicho, se transportarán en los trenes *militares*, organizados por los ramos de Guerra y Marina ó expedidos por los agentes de uno de éstos, las materias ó productos explosivos é inflamables que fueren denotados de las unidades tácticas ú orgánicas ó que formen parte de la existencia de los parques ó almacenes propios de las mismas.=En las líneas ó secciones de línea donde no existan trenes de mercancías se podrá verificar el transporte de los productos de la indicada naturaleza en los trenes mixtos que recorran la línea con menor velocidad y con las condiciones de limitación y requisitos que para cada caso previene este Reglamento.=Las compañías ó empresas que prestan su servicio con toda clase de trenes, podrán también transportar los productos peligrosos en los mixtos, como queda dicho en el párrafo anterior, pero con la misma limitación y requisitos de que se deja hecho mérito.= Art. 9.º—El jefe conductor de todo tren de ferrocarril donde se transportan productos peligrosos, de los que son objeto de este Reglamento, lo notificará préviamente al maquinista para que con el mayor cuidado regule el tiro de la chimenea y evite, en todo lo posible, la salida de chispas que puedan comunicarse con la carga peligrosa que conduce el tren.=Art. 10.—Los parques, fábricas, maestranzas y en general todos los establecimientos fabriles que deban entregar para su expedición materias ó productos inflamables ó explosivos, los presentarán envasados y empacados con las condiciones de seguridad que estén prevenidas y del modo y forma reglamentarias, conforme al modelo aprobado para cada caso.=Art. 11.—Las materias inflamables y explosivas y los demás productos de esta naturaleza, sólo se transportarán por ferrocarril en vagones cerrados, á ser posible, y á falta de éstos en los de bordes altos, perfectamente cubiertos con toldos ó encerados, siendo de advertir que los vehículos donde se transporten las indicadas materias, no han de conducir ninguna otra clase de mercancías, y que éstos, siempre que fuere posible, han de ser de los que no están dotados de freno; mas si por circunstancias especiales fuera preciso emplear los que lo tienen,

queda prohibido hacer uso entonces del mencionado mecanismo, adoptándose las precauciones necesarias para evitar el contacto de las superficies metálicas de los ejes ó palancas de transmisión, con las paredes y demás partes del vehículo, cuyo roce se puede amortiguar por medio de envueltas estopadas ó de otro modo análogo.=Cuando se transporten por ferrocarril, donde se lleven productos extremadamente peligrosos y en trenes mixtos, productos ó materias de las ya expresadas, no se podrá enganchar en estos trenes ningún vagón que contenga este género de carga si no es de los cubiertos y cerrados.=Art. 12.—En las conducciones por ferrocarril, donde se lleven productos extremadamente peligrosos, no se cargará ningún vagón con más peso bruto que el de 5.000 kilógramos si fuese pólvora ó el de 3.000 si fuere dinamita; y en ningún tren deberán engancharse más de diez vagones que contengan dichas materias, los cuales se colocarán hacia la cola del tren, precedidos de tres vehículos y seguidos de otros tantos, donde vayan mercancías ú objetos que por su naturaleza no ofrezcan el menor riesgo.=Art. 13.—Durante la marcha de los trenes de ferrocarril, donde se conduzcan materias ó productos peligrosos, está prohibido á los agentes de las empresas y á los individuos de las escoltas subir sobre los vagones que vayan cargados de la expresada clase de materias ó productos.=Artículo 14.—Los comisarios de transportes no recibirán en las estaciones, para su expedición, ninguna remesa de pólvora, dinamita ú otros efectos análogos que hayan de cargarse en trenes que salgan de noche, sino hasta dos horas antes de ponerse el sol, cuidando de que la carga en los vagones se verifique siempre con luz del día. Toda expedición de esta naturaleza deberá salir por el tren más próximo de los que sean susceptibles de recibir el cargamento.=Art. 15.—Las maniobras ó transbordos de un vagón á otro en las estaciones de empalme y la descarga de esta clase de efectos en las de llegada, son operaciones que no se verificarán sino durante las horas del día y en las estaciones destinatarias; no permanecerá ningún cargamento de esta índole más de doce horas después de su arribo, advirtiendo que si tal prevención no se cumpliese, los comisaros de transportes ó los jefes de estación en su defecto, darán cuenta inmediatamente á la autoridad superior militar local respectiva para que ésta adopte las medidas que procedan.=Art. 16.—Por punto gene-

ral, toda conducción de material militar ó naval, cuya naturaleza sea peligrosa, se distinguirá por medio de un banderín rojo colocado en el punto más alto y visible del vehículo ó vehículos que contengan dicha clase de material, indicando así la alarma con que debe mirarse el convoy por las personas extrañas al mismo.=Art. 17.—Las empresas de transportes y en general los conductores particulares, no están obligados á suministrar de su cuenta y cargo en los transportes militares los encerados que hayan de colocarse bajo la carga peligrosa, ni las demás condiciones que no sean propias de la construcción normal del vehículo ó del correspondiente medio de transporte.=Art. 18.—Las empresas navieras, las de transportes terrestres por caminos ordinarios y los dueños de buques mercantes que hayan de realizar la conducción de materias ó productos explosivos ó inflamables que fueren propiedad de los ramos de Guerra y Marina, se atendrán en un todo á los deberes y derechos que les marca este Reglamento, así en lo relativo á la recepción de los empaques como en lo perteneciente á la carga estibada, transbordo y descarga de los mismos.=Art. 19.—Aunque la cartuchería, granadas, artificios de fuego y demás productos inflamables y explosivos que formen parte de la dotación de las unidades orgánicas que viajen, deben por punto general acompañar á la fuerza en la misma expedición en los transportes por vía férrea, se procurará, sin embargo, siempre que sea posible, que las indicadas materias peligrosas se carguen sólo en trenes de mercancías, salvo casos urgentes ó de guerra, en que las indicadas dotaciones podrán transportarse en trenes de viajeros.=Respecto á los cartuchos metálicos para fusil, conviene advertir que no ofrecen grave riesgo ni aún en caso de choque ó voladura de uno solo de ellos.=Artículo 20.—La cartuchería, cápsulas y demás productos explosivos que no son de naturaleza eminentemente peligrosa y que además llevan garantizadas por las condiciones de la fabricación oficial de ellas y de sus empaques las consecuencias de un siniestro, se cargarán en los vagones cerrados ó en otros cubiertos con encerados en el número de cajones que consientan la carga máxima del vehículo y la capacidad determinada por la superficie interna de éstos ó por las dimensiones del galibo en otro caso, pero nunca deberán colocarse en el mismo vagón donde vayan tales mercancías otros bultos ó fardos de productos fáciles de arder,

cuya naturaleza sea distinta que la de aquéllos.=Respecto de los cajones de cartuchería metálica y de los de cápsulas, se tendrá presente que no podrá colocarse en el mismo vagón donde éstos fueren carga de otro género sino cuando tuviere que transportarse en el mismo vehículo un número menor de 50 cajones, y aún en tal caso se dejará una prudente separación entre las mercancías de una y otra especie.=Art. 21.—La pólvora de todas clases, los artificios de fuego y los demás productos de índole semejante, sólo se cargarán en vagones cerrados que no lleven otra clase de efectos, y procurando que cuando la importancia del cargamento no permita regular la composición del tren del modo que se deja dicho en el art. 12 de este Reglamento, por existir solamente uno ó dos vagones cargados de dicha materia, se coloquen hacia la cola del tren, precedido de tres vagones de mercancías no peligrosas, y seguidos de otros tres en iguales condiciones, y del furgón de cola.=Art. 22.—La cartuchería, cápsulas y demás productos de uso exclusivamente militar y de índole análoga á la de los ya referidos que hayan de transportarse por vía fluvial ó marítima en buques mercantes, podrán ser colocados en pañoles que, aun cuando no sean especiales, guarden separación de los dedicados á otra carga ó en cualquier sitio de la bodega del barco, pero con la misma prudente separación.=Art. 23.—La pólvora y artificios de fuego, así como los demás productos análogos que se hayan de transportar embarcados, se cargarán precisamente en pañoles que han de reunir las condiciones referidas en el art. 37 de este Reglamento.=Art. 24.—En los transportes por vía fluvial ó marítima de los productos peligrosos, no debe variarse la estiba de la referida carga, lo mismo cuando vaya en bodega que cuando se transporte en pañoles, absteniéndose de alterarla cualquiera que sea la duración del viaje.=Capítulo II.=Clasificación para el transporte de las materias ó productos peligrosos según su naturaleza.=Art. 25.—Para el mejor desempeño del servicio en la ejecución de los transportes de las materias, mercancías ó productos de naturaleza explosiva é inflamable, se clasificarán éstos con relación á las precauciones convenientes para su manejo y traslado en las dos categorías constituídas por los grupos en la forma y con la prelación que expresa el adjunto estado.=

Los productos ó materias inflamables y explosivos, se clasifican en. . .	Primera categoría peligrosísimo. .	Productos ó materias. .	1.° Que estallan por la vibración, por la trepidación ó por un leve rozamiento. 2.° Que estallan ó se incendian por la frotación. 3.° Que estallan ó se incendian por la percusión en cualquier punto de ellos. 4.° Que despiden gases ó vapores que estallan ó se incendian por la proximidad de un cuerpo en ignición.
	Segunda categoría peligroso. . . .	Productos ó materias. .	1.° Que únicamente estallan por la percusión en un solo punto de su superficie ó por el roce ó frotamiento reiterado en determinada porción del mismo. 2.° Que solo se incendian por el contacto directo de la llama y en los que el incendio termina por la explosión del contenido. 3.° Que arden y se consumen sin hacer explosión.

=Art. 26.—Mediante la clasificación expresada en el artículo anterior, se garantiza en lo posible la responsabilidad de todo conductor, la buena ejecución del servicio y la razonada previsión de toda contingencia.

=Las compañías, empresas ó entidades que en concepto de conductores reciban bultos ó fardos de la expresada clase de mercancías ó productos que hayan de transportar á su cargo y riesgo, tienen una firme garantía respecto de los productos de fabricación oficial, en la procedencia misma de éstos y en las condiciones con que se ha de haber hecho el empaque y envase, y con respecto á las materias ó productos de la industria pri-

vada ó particular, podrán asegurar la previsión de toda contingencia con la cuidadosa aplicación de lo preceptuado en este Reglamento tocante á los requisitos y formalidades externas de los bultos transportados, lo cual se halla al alcance de todo el mundo, pudiendo además garantir su responsabilidad con relación á la naturaleza y condiciones técnicas de la mercancía que motiva el transporte, por medio de la oportuna guía, declaración que, tanto por las circunstancias de orígen como por lo que certifique el remitente, contribuye á que consten de un modo positivo y fundamental las indicadas condiciones técnicas del producto.=Artículo 27.—Los productos de fabricación oficial ó que procedan de los establecimientos del Estado, se empacarán del modo y forma que los respectivos centros directivos determinen, siendo requisito indispensable que en sus empaques, además de otras circunstancias que más minuciosamente se detallan en el cap. IV, figure al exterior en todas sus caras y con caractéres perfectamente claros y legibles, la categoría y el grupo á que pertenece el contenido, cuyo nombre figurará también de igual modo.=Art. 28.—Para los productos de la fabricación privada ó particular que hayan de transportarse como propiedad del servicio militar en sus ramos de Guerra y Marina ó con destino al mismo, se observarán iguales prevenciones de anotación en el exterior de los empaques ó envases que se dejan dichas en el artículo anterior, respecto de la categoría y grupo en que haya de clasificarse el contenido.=Los comisionados militares nombrados para la recepción de las materias ó productos de la indicada naturaleza que procedan de la industria particular, serán respectiva ó conjuntamente responsables con los directores de las fábricas, según los casos, de la falta de cumplimiento de un requisito tan esencial como el que motiva este artículo.=Art. 29.—Las materias ó productos peligrosos que adquiera el Estado en sus ramos de Guerra ó Marina en la misma forma con que se presentan al comercio en las transacciones mercantiles, están exceptuadas de las formalidades citadas en los anteriores artículos si, además de ser objeto de general consumo, ha sancionado la costumbre como suficientes las condiciones de los diversos empaques con que se dan al mercado público.=Art. 30.—En los ramos de Guerra y Marina no se ordenará ni se verificará el transporte de cualquiera materia ó producto peligroso de nueva invención, sin que

préviamente haya sido objeto de la oportuna clasificación, conforme á la contenida en este Reglamento, por la Administración Militar ó Naval, á virtud de informe del respectivo centro técnico del correspondiente ramo ó de la Academia de Ciencias en su defecto.=Esta prescripción se considerará vigente para todas las materias ó productos que sin ser nuevos inventos no puedan suponerse comprendidos en cualquiera de los precedentes artículos.=Capítulo III.=Prevenciones especiales para la remoción, acarreo, carga, transporte y descarga de los productos ó materias inflamables y explosivas.=Art. 31.—No se podrán cargar fulminatos ni otros productos detonantes en el vehículo ó embarcación donde se conduzca dinamita, goma explosiva, piroxilina ó algodón-pólvora ú otras substancias consideradas peligrosísimas, salvo casos de guerra excepcionales, en que la gravedad de las circunstancias justifique la precisión de sacrificar la utilidad de este precepto á la de prevenir mayores males, y en este caso, la autoridad que esto disponga dará á la entidad conductora la oportuna orden por escrito, que salve su responsabilidad en caso extremo.=Art. 32.—En las conducciones por ferrocarril se prohibe maniobrar á máquina con los trenes donde se conduzca cualquiera de los productos citados en el anterior artículo; pues que dicha operación se debe verificar precisamente á brazo y haciendo marchar los vagones sin dejarles adquirir velocidad y con un impulso tanto más suave cuanto más próximos se hallen los topes de los demás vagones con los que puedan chocar.=Art. 33.—Los vagones cargados con las substancias ó productos referidos en el art. 31 no podrán, bajo ningún concepto, quedar almacenados en edificios ó locales cubiertos, así como tampoco podrán situarse ni descargase en las estaciones sobre los andenes ni en la medianería de las habitaciones ó dependencias frecuentadas por los viajeros, y en cuanto sea posible deben descargarse dichos vehículos aisladamente, tan lejos como se pueda de las demás mercancías que haya en la estación.=Art. 34.—Toda expedición de productos inflamables que sea mayor de 500 kilógramos en los de la primera categoría y de 10.000 kilógramos en cada uno de los dos primeros grupos de la segunda categoría, requieren acompañamiento de escolta proporcionada á la importancia de la remesa.=Art. 35.—Las expediciones de algodón-pólvora, dinamita, goma explosiva y sus análogos, que sean menores de 50 kilógra-

mos, podrán cargarse en vehículos cerrados ó abiertos y en bodegas ó pañoles donde á la vez se conduzcan otras materias distintas que no sean inflamables ni explosivas, pero conservando entre los cargamentos de una y otra naturaleza la oportuna separación de que se ha hecho mérito en artículos anteriores y asegurando la solidez y permanencia del estibado.=Art. 36.—En los ramos de Guerra y Marina se procurará evitar, en cuanto sea posible, el transporte por ferrocarril de algodón-pólvora y dinamita, sobre todo en tiempo caluroso; pero cuando las necesidades del servicio lo exijan, se colocarán las cajas con buena estiba y con la prudente separación de otras materias que no han de ser inflamables ni explosivas, no excediendo la carga de 200 kilógramos.=Art. 37. —En las contratas que hayan de celebrarse para el transporte por ferrocarril de las materias ó productos inflamablas ó explosivos, será requisito indispensable que el local destinado para pañol de la indicada carga se halle distante de la máquina y carboneras, si es buque de vapor, y en general de las cocinas, aunque sea de vela, debiendo estar dotado dicho local de una puerta con llave y no contener más carga que la de la indicada clase.=Art. 38.—Los contratistas de transportes terrestres ó marítimos y los empleados de las compañías de ferrocarriles, deben conformarse con las indicaciones de los agentes de la Administración Militar encargados de la custodia de los artículos ó productos inflamables ó explosivos, pues dichos agentes están investidos de las facultades necesarias para hacer que se observe el más absoluto aislamiento de la carga, no sólo durante el viaje sino hasta la entrega al consignatario en el punto de destino.=Art. 39.—En los transportes por vía férrea, todo tren que conduzca productos explosivos ó inflamables en cantidad no mínima, se aislará en las vías de reserva, si las hubiere, más apartadas de las en que circulen máquinas, observándose esta prevención en aquellas estaciones donde fuere posible, lo mismo donde se verifica la carga hasta que tenga lugar la salida, que desde la llegada hasta que se termine la descarga.=Art. 40.—Las ventanas de los vagones de ferrocarril y los demás huecos de cualquiera clase de vehículos, bodegas ó locales de buques donde se conduzcan materias explosivas ó inflamables, se cerrarán cuidadosamente con sus pestillos ó aldabas ó se clavarán, si fuere necesario, antes de comenzar la carga, para evitar en lo posible

cualquier accidente por causa exterior.=Art. 41.—Las operaciones de carga y descarga de las materias ó productos comprendidos en los seis primeros grupos de la clasificación formulada en este Reglamento, deben hacerse con el mayor celo y esmero, colocando cuidadosamente las cajas ó empaques de modo que se evite la holgura y movimiento de estos, y se asegure convenientemente el estibado de la carga.=Art. 42.—Todo empaque ó fardo perteneciente á los seis primeros grupos de la clasificación reglamentaria mencionada, se cargará colocándolo á pulso y con cuidado sobre el suelo del vehículo en que haya de transportarse, de modo que apoyen sus fondos sobre dicho suelo y que sus tapas queden todas hacia arriba.=Art. 43.—Siempre que se haya de expedir ó remesar algodón-pólvora y la duración del transporte fuere menor de quince días, se llenarán de agua los espacios existentes entre el empaque exterior é interior, verificando esta operación antes de cargar la mercancía en los vehículos; y después de media hora de estar llenos de agua, se vaciará por un orificio opuesto á aquél por donde se llenó, procediéndose á las demás operaciones del transporte después de observado este requisito.=Dicha faena la verificará el personal comisionado por el remitente.=Art. 44.—Si la duración del transporte de algodón-pólvora se prolongase más de quince días, pasado este plazo, el encargado del convoy ó expedición hará sus observaciones sobre el estado de la indicada materia por medio de una tira de papel de tornasol, de que irá provista toda expedición de esta naturaleza, que colocará sobre cada orificio superior de las cajas donde se introdujo agua; si se enrojece algún papel, abrirá el empaque exterior y averiguará cuál de los paquetes ó cajas produce dicho enrojecimiento, retirando en el acto la parte de carga que acuse descomposición, para sumergirla en agua, si tiene medios de ello y ha de llegar pronto al término del viaje ó para inutilizarla como mejor proceda en cualquier otro caso.=Art. 45.—Siempre que fuere preciso arrojar al agua ó inutilizar alguna cantidad de la carga por la razón expuesta en el artículo precedente ó que, por otra causa, bajo su responsabilidad, lo estime necesario el encargado del material durante su conducción, levantará un acta del motivo que dió margen á semejante decisión, autorizándola en unión de las personas que le acompañen en el viaje ó certificando por sí solo si no fuere ninguna.=Dichas actas ó

certificaciones han de contener punto por punto la relación de los experimentos verificados, el número de bultos que por las causas que se manifestarán originaron la precisión de inutilizar ó arrojar la mercancía, cuyo peso y número, según su estado, se expresará igualmente, acompañando al acta ó certificado el papel de tornasol con que se verificó la experiencia.=Art. 46.—No podrá ser objeto de transporte, en ningún caso, la dinamita que lleve más de un año envasada.=Art. 47.—El piso donde descansen los cajones de productos explosivos ó peligrosos debe prepararse de antemano, cubriéndolo con un encerado ó tela impermeable, que suministrará la administración del ramo correspondiente.=En los transportes por ferrocarril, de este género de productos, llevarán los vagones que contengan dicha carga, escrita en su parte exterior con grandes caractéres, claros y legibles, trazados á lo menos con yeso, la naturaleza y cantidad de su contenido.=Art. 48.—En las observaciones que durante el trayecto hayan de hacerse respecto de las expediciones de dinamita, se registrarán escrupulosamente los cajones para comprobar si existe ó no trasudación, procediendo en caso afirmativo á inutilizar, con las formalidades prescriptas en el art. 45 de este Reglamento, el cajón ó cajones donde el trasudado acuse la descomposición de la dinamita.=Art. 49.—El transporte de los productos ó materias explosivas y peligrosas de fabricación extranjera, se verificará en cuanto á los efectos de lo previsto por el art. 7.° de este Reglamento, con el certificado de orígen y reconocimiento de la comisión oficial nombrada para la recepción de aquéllos, sin perjuicio de los efectos que para el indicado fin surtirá la declaración del agente ó funcionario militar que figure como remitente en los libros donde haya de constar la expedición.=Capítulo IV.=Requisitos especiales para el envase y empaque de los productos y materias inflamables y explosivos.=Art. 50.—Por regla general no deberá transportase algodón-pólvora, dinamita, goma explosiva, pólvora ni otras substancias ó productos semejantes sino en dobles envases, computando al menos como tales los de los paquetes ó fracciones en que se subdivida el contenido de cada empaque.=Art. 51.—El algodón-pólvora húmedo, lo mismo cuando afecte la forma de discos que cuando afecte la de ladrillos ó tenga la de cilindros, se envasará en cajas de álamo, de forma prismática, cuyas tablas se sujetarán unas á otras con cla-

vos de cobre, asegurando el cierre de las tapas con tornillos del propio metal.=Cada caja de las interiores presentará un asa en una de sus caras, para poderla introducir y sacar fácilmente de las cajas mayores donde se contenga.=En todo caso y cualquiera que sea la forma que el algodón-pólvora afecte, nunca podrá exceder un solo empaque del peso aproximado de 16 kilógramos en estado húmedo, al 25 por 100, y de 12,8 si fuese seco.=La construcción de las cajas exteriores será de machihembra con clavazón de cobre, sujeción de las tapas por medio de espigas roscadas de bronce y tuercas del mismo metal con orejetas para su manejo y forro interior de zinc, ó en su defecto un baño de barniz ó composición hidrófuga.=En el centro de la tapa existirá el orificio cerrado por tuerca y tapón de bronce, con buen agarre ó cabeza, para su cómodo manejo.=En la parte inferior de la caja y hacia el centro de la misma, existirá otra válvula igual á la referida anteriormente.=Cada caja irá provista de dos garras ó asas para su manejo, estibándose las pequeñas dentro de las grandes, por medio de cuñas de madera.=Artículo 52.—En los transportes de algodón-pólvora que se hayan de verificar durante los meses de octubre á abril, no se adoptarán otras medidas preventivas que las de solidez y seguridad ya indicadas; pero en los que deban tener lugar de mayo á septiembre, ambos inclusive, se asegurará préviamente la humectación de la carga, introduciendo suficiente cantidad de agua por uno de los orificios ya citados y vaciándola por el otro al cabo de media hora.=Art. 53.—Cada uno de los discos ó ladrillos de algodón-pólvora seco irá envuelto en una hoja de papel secante, con la que se introducirán dos á dos en un envase de madera bien seca, forrada exteriormente de zinc.—Las uniones de la caja se cubrirán con una tira de papel engomado, donde figure el nombre de las fábricas, fecha del envase y categoría y grupo en que debe clasificarse el producto contenido.=Artículo 54.—La dinamita se transportará encerrada en cartuchos de papel cubiertos con una segunda envuelta de papel pergamino ó de otra substancia impermeable, que irá engomada en todo su contorno de unión, para evitar el trasudado de la nitroglicerina.=Los cartuchos irán desprovistos de toda materia fulminante y empacados en una primera envuelta de cartón, madera, zinc ó caoutchouc, rellenándose los huecos entre uno y otro cartucho por medio de estopas, serrín ú otra substan-

cia pulverulenta y ávida de humedad, para que además de absorber la nitroglicerina trasudada amortigüe el efecto de los golpes.=Art. 55.—Estas primeras envueltas se encerrarán en una caja prismática de madera, cuyo peso no exceda ó se diferencia en mucho del de 25 kilógramos, observándose para el estibado y relleno del espacio muerto, entre ambas cajas, los mismos requisitos anunciados en el artículo anterior.=Los empaques exteriores irán provistos de fuertes garras bien consolidadas, pudiendo tener en la parte inferior de sus costados laterales rebajos para ayudar ó facilitar la remoción de tales bultos.=Las tapas superiores de dichos empaques se abrirán á corredera, consolidándose la misma, después de cerradas, con un sello de plomo, para garantir su inviolabilidad hasta el momento del consumo.=Art. 56.—La pólvora de guerra que se transporte por cuenta del Estado irá encerrada en cajas prismáticas de zinc, empacadas á su vez en otras de madera, del modelo, clase y dimensiones determinadas para las fábricas nacionales de este artículo. Las cajas exteriores tendrán sus tapas cerrando á corredera y sujetas con clavos ó espigas de la misma madera, constituyendo así el doble envase hoy reglamentario para las pólvoras prismáticas de 6 á 10, 5, 2 $^1/_2$ y 1 milímetro.=Art. 57.—Como el empaque citado en el precedente artículo no ha reemplazado aún del todo á los del anterior sistema, ínterin no se generalice dicha substancia podrá transportarse la pólvora en las antiguas cajas de madera donde va envuelta en sacos de lona, cuya boca está plegada y cerrada en forma de moño cogido por una cuerda, de donde pende el sello en plomo de la fábrica ó dependencia.=Art. 58.—Los cartuchos metálicos se transportarán envasados en cajones de madera, cuyo contenido será de 1000 cartuchos constituídos por 100 paquede á 10 cada uno. Las uniones de estas cajas se harán á machihembra y el fondo y tapa se sujetarán con tornillos de rosca para madera, envolviendo exteriormente dicho empaque, en el sentido de su latitud, con un alambre de hierro en cuyos extremos irá un precinto de plomo con el sello de la fábrica.=Art. 59.—Las cápsulas fulminantes se empacarán en cajas metálicas, en cuya tapa existirá un agujero por donde se llenará el envase, cerrándose después con un disco del mismo metal, cubierto con una tira de papel ó trapo donde irá pegada la etiqueta de la fábrica. =Art. 60.—Las espoletas se transportarán colocadas en bateas, con sus

alojamientos para la rosca de cada espoleta; y en el fondo de dichas bateas, sujetos con listones, se colocan los portacebos roscados en prismas de madera.=Cada dos bateas de 50 espoletas de la dimensión más usual, se encierran dentro de un empaque de madera de pino, cuyas tapas y fondos se sujetan con tornillos de rosca para madera.=Art. 61.—Los estopines se empacarán en cajas de zinc del núm. 6. Cada caja lleva 500 estopines y la tapa que entra á corredera va sujeta con una cinta engomada de algodón azul. En el centro de la tapa estará pegada la etiqueta de la fábrica, con el número de estopines que la caja contiene.=Art. 62. —Los cartuchos para revólver, envasados en cajas de madera forradas de cartón y papel con la etiqueta de la fábrica, se expiden por cajas de 50 cada una, sin perjuicio de que puedan transportarse varias cajas dentro de un empaque de madera de dimensiones variables.=Art. 63.— Los artificios de fuego no tienen empaque determinado, pero por lo general se transportan en cajas de madera de pino, con tapa de corredera, forradas interiormente de zinc, para lo que suelen aprovecharse los cajones procedentes de diversos empaques.=Art. 64.—Los portacebos para espoletas se transportarán colocándolos roscados en prismas de madera envueltos en papel por paquetes de á 10, envasados con los demás elementos de la espoleta en cajones de madera de varias dimensiones, pero de construcción análoga á la de los anteriores.=Art. 65.—Por regla general se hará constar en todas las caras exteriores de los empaques donde se contenga algún producto de los clasificados en la primera categoría el nombre de ésta y el grupo á que pertenece, repitiendo en el centro de cada una de las caras la palabra *peligrosísimo*, con caractéres claros y perfectamente legibles á distancia. En cada uno de los ángulos de la cara superior del cajón figurará de igual modo la palabra *tapa* y en lugar y forma determinados figurará el nombre de la fábrica, fecha del envasado que para cada producto, según su clase, esté prevenido por este Reglamento y por las demás disposiciones de carácter técnico ó administrativo que se dictaren con tal objeto.=Los empaques de los productos ó materias pertenecientes á la segunda categoría llevarán marcados en dos de sus caras, por lo menos, el nombre y clasificación del contenido, así como también la palabra *peligroso* en la tapa y cara laterales, sin perjuicio de los demás detalles, como el nombre de la fábrica

y otros análogos que deban estamparse.=Art. 66.—La conducción, transporte ó acarreo de una importante cantidad de estas materias que obligue á nombrar escolta para los fines marcados en la Ordenanza, se ajustará en cuanto á todas las precauciones y formalidades no expresadas en este Reglamento, á las contenidas en el capítulo de convoyes de la misma Ordenanza, así como también á los preceptos de las instrucciones dictadas en 18 de febrero y 5 de julio de 1872 por las Direcciones generales de Artillería y Administración Militar, de comun acuerdo.=Madrid, 24 de marzo de 1891.=Aprobado por Su Majestad.=AZCÁRRAGA.

Transporte por agua.—Puede aceptarse como Reglamento el de 2 de julio de 1877, de Austria, y que es el siguiente:=§ 84.—En lo concerniente al transporte por agua se observarán en general para la expedición y carga todas las medidas que se toman contra los peligros que pueden producirse por el choque y el fuego, y que ya se han ordenado para el transporte por tierra.=§ 85.—Para el transporte de los productos explosivos por mar, no se emplearán más que barcos que tengan bajo el puente, sitio al abrigo del fuego y en él se colocarán las substancias explosivas. En los barcos de vapor en que existan locales á propósito construídos para este objeto, en ellos se guardará.=§ 86.—Todo barco cargado de substancias explosivas debe tener al lado, por lo menos, una lancha con bandera particular, que será negra para los ríos y roja en el mar, la que en tiempo de calma se procurará esté desplegada. =§ 87.—La carga y descarga no tendrá lugar más que en los sitios destinados á este objeto por las autoridades del puerto y solamente durante el día.=§ 88.—El transporte en aguas interiores (ríos, lagos, etc.) no se efectuará nunca sobre balsas sino en barcos de construcción sólida y observando las reglas generales de policía fluvial. En los barcos las cajas irán colocadas en sitio cubierto ó mejor cerrado, nunca al aire libre.=§ 89.—En los barcos cargados de substancias explosivas no se permitirá encender fuego ni luz más que en aquellos que tengan sitio á propósito separado y cerrado. Si hubiera fuego de cocina en las orillas, se procurará esté en dirección opuesta del viento y á 200 metros por lo menos del barco.=§ 90.—Igualmente deben pasar lo más lejos posible de los barcos que encuentren.=La bandera exige á éstos que tomen análogas precauciones con aquéllos. Conviene que una lancha de las que

llevan bandera, advierta por las orillas y con señales especiales en el mar, su paso. Los barcos de vapor deben en estos casos reglar sus registros de humo.=§ 91.—El transporte de explosivos en barcos de vapor está sujeto en general á las medidas prescriptas para los otros barcos en los párrafos anteriores, lo mismo que á los Reglamentos de explotación especiales de la empresa. En general, en los ríos, el transporte no debe hacerse en barcos de vapor sino en barcos remolcados y por sitios cerrados y de bastante fondo.

Conclusión.

Como nuestro objeto al escribir estos apuntes sólo ha sido reunir datos, de los que cada cual aceptará los que considere más útiles, no nos es permitido fijar, ni nuestra competencia nos autoriza á marcar, cuál debe ser el derrotero que se ha de seguir; si á continuación exponemos algunas conclusiones, téngase en cuenta que no son nuestras sino de ingenieros á quienes respetamos por su talento y práctica, y que las consideramos como complemento de cuanto hemos expuesto.

Brialmont considera que es preferible un buen empaque á un mediano almacén; siempre que no sea posible construirlo reuniendo las condiciones de estar exento de humedad, bien defendido del fuego ó de los mal intencionados, deben aceptarse los empaques y de éstos los completamente metálicos, que además de tener más cabida en menor espacio, están más libres del fuego y sobre todo de la humedad: el sólo inconveniente que tienen es el de ser caros; los actuales de madera é interior de zinc son malos, porque están expuestos á que al absorber la madera la humedad desprenda los ácidos que aquélla contiene y ataquen el zinc. El empleo del papel parafinado para envolver los explosivos es imprescindible. Las cajas rectangulares son más prácticas que las cilíndricas y cúbicas.

Está demostrado que la reforma de los antiguos almacenes suele ser más cara, y en muchos casos de escaso resultado.

Cuando se tenga la seguridad de que los almacenes han de ser com-

pletamente inatacables por sus enemigos, fuego y humedad, se debe optar por ellos, como más económicos y de más fácil vigilancia.

En la voladura de un almacén no hay que temer sólo la pérdida del material que contenga, sino también las desgracias que puede ocasionar. Hay que estudiar, por consiguiente, su situación y fijarla de modo que la parte débil del edificio mire hacia el lado donde los daños serán menores.

Como es natural y la observación lo ha comprobado en los abovedados, el mayor esfuerzo de los gases, en caso de explosión, se produce del lado de los piñones. Para evitar los efectos destructores, es conveniente que el eje de la bóveda sea paralelo á la línea de las casas próximas, pues siendo su acción la de una pieza de artillería, el daño sobre éstas será así el menor posible. Si en lugar de bóveda tiene cubierta ordinaria, pero está rodeado de tierra, la acción de los gases es por aquélla, obrando de abajo hacia arriba; el peligro para la población queda limitado á los sacudimientos que las voladuras de este género producen y al choque de algún cascote ó ladrillo de los que se desparramen. El peor tipo es el abovedado y aislado, y cuando se haya de construir en las plazas, se debe colocar detrás de los terraplenes ó en los baluartes. Conviene, como medida de precaución, colocar siempre delante de la parte débil, sobre todo si mira á la población, un buen través entre ésta y el almacén.

En los de cubierta ordinaria conviene reforzar los muros del lado que pueda originar desgracias y hacer ligera la construcción en el opuesto, sobre todo la de la cubierta, para que oponga la menor resistencia á la expansión de los gases.

No conviene construir, sobre todo en los fuertes, grandes almacenes, pues su explosión podría poner fin á la defensa; conviene más aumentar el número de los de consumo ó particulares.

Los almacenes de explosivos deben ser muy ligeros. En sus muros no se debe emplear más que el ladrillo, dándole el menor espesor compatible con la resistencia. Para defenderlos y ocultarlos se rodean con un parapeto de tierra sin piedras, que tendrá por lo menos 1 metro de anchura en su coronamiento, haciendo buenas regueras en su base; se pondrá separado 1 metro del edificio y circundado el foso exteriormente por una empalizada. Si contiene el almacén más de 1000 kilógra-

mos, se recomienda dividirlo en compartimentos, con puertas independientes, siendo los muros divisorios algo más resistentes; ó bien enterrarlo en la forma propuesta por la Comisión de explosivos de Francia.

Los austriacos recomiendan sembrar de hierba los parapetos, siempre que pueda conservarse verde. Los cebos, en nichos á propósito y dentro de cajas metálicas.

Parece decidido que los muros y bóvedas de los almacenes á prueba sean de hormigón, y no admitir los contrafuertes ni debilitar aquéllos con conductos interiores; la composición de los hormigones, según las últimas experiencias, es la siguiente:

Cimientos, pies derechos y estribos..	$1^{m3},00$ cemento Portland. $3^{m3},60$ arena rugosa, exenta de arcilla. $6^{m3},30$ de guijarro silicioso ó fracmento de rocas primarias.
Bóvedas y mampostería. .	$1^{m3},00$ volumen cemento Portland. $2^{m3},64$ arena. $3^{m3},60$ guijarro.

Los espesores variarán en las bóvedas con la capa de tierra que las recubre, procurando que ésta sea ó muy grande ó de un espesor tal que si estalla una granada sea en contacto de la bóveda, pues conviene recordar que al estallar una granada hace el efecto de fogata si lo efectúa en el interior de tierra.

Una de las fórmulas más sencillas para determinar la penetración de los proyectiles en tierras y mamposterías, es la siguiente:

$$x = \mathrm{K}\ T. \begin{cases} x & \text{penetración en metros.} \\ T = {}^1/_2\ \mathrm{m.}\ v^2 & \text{energía del proyectil por cm.}^2 \text{ en tierra.} \\ K & \text{coeficiente variable, cuyo valor es:} \end{cases}$$

Terreno natural ó tierras afirmadas..	$1^m,078$
Arenas y gravas..	$1^m,568$
Tierra vegetal.	$2^m,254$
Idem arcillosa.	$2^m,842$
Mampostería, buena calidad.	$0^m,882$

Según experiencias recientes, el espesor de las bóvedas debe ser:

Bóvedas	de	$1^m,00$	á	$2^m,00$	luz	—	$1^m,20$	á	$1^m,50$	espesor en la clave
»	de	$2^m,00$	á	$4^m,00$	luz	—	$1^m,50$	á	$2^m,10$	»
»	de	$4^m,00$	á	$5^m,00$	luz	—	$2^m,10$	á	$2^m,40$	»
»	de	$5^m,00$	á	$6^m,00$	luz	—	$2^m,40$	á	$2^m,70$	»
»	de	$6^m,00$	á	$8^m,00$	luz	—	$2^m,70$	á	$3^m,00$	»

En las bóvedas antiguas que se quieran reforzar se pone encima una capa de arena de $0^m,80$, que se cubre con una capa de ladrillos, y encima se pone el hormigón con un espesor de $1^m,20$ á 2 metros, siempre que los estribos estén en buenas condiciones de resistencia.

Las galerías de ventilación son indispensables en estos almacenes. Para hacerlas se aconseja: ó construir en el interior del edificio otro con muros de ladrillo, separado de los de hormigón lo suficiente para formar aquéllas, ó mejor todavía, construirlas al mismo tiempo que el edificio, adosadas y también de hormigón.

Los pisos deben ser dobles y unidos; los enrejados antiguos no conviene emplearlos y por el hueco que queda entre ellos se hace pasar el aire para que tome su temperatura y evite las condensaciones. Los sótatanos, si no es posible que sean secos, es preferible no ponerlos; un buen suelo de hormigón es suficiente defensa contra la humedad.

En los de explosivos los mejores pisos son de buena arcilla, cubriéndola con telas de embalaje, que de vez en cuando conviene sacudir y lavar con sosa cáustica.

En el interior de los almacenes se forran de madera los muros hasta una altura de 1 metro á $1^m,50$, lo mismo que los salientes y sitios en que haya metales descubiertos.

El empleo de estantes para la colocación de envases, aunque más caro, se prefiere á las pilas.

Todos los almacenes deben tener antealmacén y éste en el centro, dividiendo el edificio en dos ó cuatro partes. Conviene que la ventilación sea enérgica y bien organizada, para que no quede rincón por donde no circule el aire y éste guiado de modo que no se contrarien las leyes físicas.

El empleo de respiraderos junto á las claves de las bóvedas y en los

cielos rasos es necesario, para que el aire tibio, cuya saturación se mantiene por la humedad, no pueda depositarse en el interior del almacén.

Es necesario que tengan buena iluminación natural ó artificial, pero si se emplean ventanas hay que dar disposiciones para que no estén al exterior, ó si estuvieran, no den directamente al almacén; el corredor central ó antealmacén parece que resuelven el problema. Si existen ventanas al exterior, se prepararán para poderlas blindar en caso de guerra.

Antes de empezar á hacer uso de estos edificios se desecan, teniendo durante un par de meses grandes cantidades de cal viva en su interior.

Las precauciones que hay que tomar en la instalación de conductores eléctricos en las cercanías de los almacenes de pólvora, según la Academia de Ciencias de Paris en su contestación al Ministro de la Guerra, en 31 de mayo de 1897, al pedir la revisión de la circular de 28 de diciembre de 1858, establecida por Pouillet, están expresadas en las preguntas y repuestas que á continuación se detallan:

1.ª ¿Qué modificaciones pueden hacerse para simplificar en lo posible el establecimiento de los conductores telegráficos y telefónicos en las cercanías de los almacenes de pólvora ó explosivos?

2.ª Disposiciones que hay que adoptar de un modo general para la instalación de los conductores de energía eléctrica de otra clase que los anteriores, en la proximidad de dichos edificios.

3.ª ¿Se puede sin inconveniente asegurar por medio de lámparas incandescentes la iluminación de los locales de los almacenes?

4.ª ¿En qué condiciones se podrían instalar timbres eléctricos que permitieran á los centinelas ó vigilantes dar aviso á las guardias de que dependan, cuando están á gran distancia de los almacenes? Hay que suponer que las garitas de los centinelas están por lo menos á 4 metros del sitio en que está depositada la pólvora.

A la 1.ª y 2.ª contesta la Academia que no hay diferencia entre los conductores de energía eléctrica y los conductores telefónicos ó telegráficos que, expuestos al rayo, pueden transmitir momentáneamente

cantidades enormes de energía. Aconseja que haya una distancia de 10 metros entre los conductores subterráneos y los almacenes, y en el caso de que el conductor sea aéreo, lo menos 20 metros, y que los conductos de agua y gas estén á igual distancia que los conductores subterráneos.

A la 3.ª contesta que el menos peligroso es desde luego por incandescencia, y que para disminuir los peligros, conviene que en el interior de los almacenes los conductores estén formados por cables armados, subterráneos; que las llaves ó interruptores con hilo de plomo para alumbrar, estén al exterior de los locales; que la potencial de distribución no pase de 110 volts, y por último, no emplear más que lámparas fijas protegidas por envolvente de cristal, excluyendo en absoluto las lámparas portátiles.

En cuanto á los timbres, no hay que tomar grandes precauciones si la línea es subterránea: basta colocar pararrayos en las garitas. Si la línea es aérea, pónganse pararrayos en cada extremidad y colóquense otros cada 100 metros sobre los postes que soporten la línea.

En resumen: todo almacén debe estar bien defendido de la humedad, del fuego y de la electridad, tener buenas comunicaciones interiores y mucha luz.

Los almacenes de depósito, además de las condiciones anteriores, han de cumplir las de la mayor ligereza en la construcción, compatible con la estabilidad; poseer un buen sistema de aireación, luces permanentes, y, si es posible, que no haya aberturas al exterior.

Los de aprovisionamiento en los centros de guarnición y los depósitos particulares deben tener análogas condiciones que los anteriores; pero por lo mismo que la permanencia en ellos de las pólvoras y explosivos suele ser corta, se puede prescindir de los procedimientos de aireación y de extremar las precauciones contra la humedad.

Conviene que los de esta clase abovedados no sean muy grandes y sobre todo anchos; se colocan próximos á los centros de defensa, pero no tan enclavados en la fortificación que al producirse una voladura

pueda abrirla en brecha, dando al enemigo hecho el trabajo. Conviene, pues, colocarlos en las golas de las obras. Sus bóvedas han de ser lo suficientemente resistentes para que no sea posible que las rompan los mayores proyectiles que el enemigo pueda lanzar. Adviértase que en estos y en todos los de las plazas de guerra no deben forrarse de cobre las puertas, porque la trepidación que les imponen los disparos es peligrosa.

Los almacenes particulares de batería están en iguales condiciones que los del párrafo anterior, y respecto á los repuestos, según de la clase que sean, así podrá aumentarse ó disminuirse el número de precauciones, pero cumpliendo siempre las condiciones generales que antes hemos expuesto para todo edificio donde quieran conservase en buen estado de uso pólvoras ó explosivos.

Para el cálculo del coste aproximado de un almacén, se ha sacado el promedio de los precios de varios y resulta que los abovedados cuestan 2 francos por kilógramo, término medio, cuando su cabida es de 50.000 kilógramos; si es menor, resulta un poco más. En los ordinarios, el precio medio no debe pasar de 1,50 por kilógramo.

Libros y revistas que tratan de asuntos de los incluídos en esta memoria.

MARESCHAL: Memoria sobre un nuevo sistema de almacenes de pólvora.
D. SATURNINO RUEDA: Memoria sobre almacenes de pólvora y medios de libertarlos de los terribles efectos del rayo.
VALDÉS: Almacenes de pólvora.
CERERO: Ineficacia de los medios ordinarios de ventilación.
ROCHAS: Sistema de aireación de los almacenes de pólvora.
RUBIÓ: Apuntes sobre ventilación de locales á prueba.
BRIALMONT: Fortificación poligonal.
BRIALMONT: La fortificación á fines del siglo XIX.
ZASTROW: Historia de la fortificación.
L. LANDRIN: La poudre et ses defauts.
Memorial de Ingenieros:
PLANAT: Ventilación y calefacción.
PÉREZ ROJAS: Ventilación.
MARÍN: Estudios sobre la ventilación.
D. JUAN CLAVIJO: Apuntes sobre las causas que contribuyen al deterioro é inutilización de algunas municiones y artificios de guerra.
Le Génie Civil.—(Conviene ver el índice general).
DORRIÓN: Explotación de minas.
Memorial de Ingenieros, 1884: Iluminación de polvorines.
G. PETIT: Aireación de los almacenes de municiones.
GUISSOT: Almacén de pólvoras del fuerte de Corbas.
GENERAL PEANCELLIER: Salubridad de las construcciones acasamatadas.
ROBERT BOYLE: Ventilation assainissement et chauffage.
Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des Sciences, vols. 18 y 47.
Revue d'Artillerie.—Tomos 4, 5 y 6.
PIOBER: Sur les moyens de diminuer les dangers des explosions de la poudre.
COMITÉ MILITAR AUSTRIACO: Detalles de fortificación.
UPMAN Y MEYER: Tratado sobre la pólvora (contiene un índice bibliográfico).
CHALONS: Tratado teórico y práctico de explosivos modernos.
PHILIPPE: De l' humidité dans les constructions et moyens de s' en garantir.
CALLAUD: Pararrayos.
MELSENS: Exposé des motivs des dispositions adoptées à Bruxelles.
MORENO TOVILLAS: Pararrayos.
HELLYER: Salubrité des maisons.
VURB: Arquitecture militaire.
VIDAL: Instrucciones provisionales para el reconocimiento, almacenaje y transporte de la dinamita.
Obras públicas: Instrucción para el transporte y almacenaje de los explosivos destinados á las voladuras de los escollos (Los Caberos).

Revue du Cercle Militaire.—15 de octubre de 1898: Las explosiones espontáneas en apariencia.

Rivista di Artiglieria é Genio.—7 de febrero de 1884: Instrucción para el transporte de las pólvoras, de la dinamita y de otros explosivos para el servicio militar. —Diciembre de 1897: Los pararrayos y la instrucción provisional para su instalación en los edificios militares.

DUMAS GUITIN: Leyes, decretos y circulares que reglamentan la fabricación, empleo y transporte de la dinamita y algodón-pólvora (1888).

DUMAS GUITIN: Manual del dinamitero.

TOURNAY: Pólvoras y explosivos considerados bajo el punto de vista de las destrucciones militares.—Contiene todas las leyes y reglamentos relativos á depósitos y transporte, orden y disposición de fábricas, depósitos y almacenes en Bélgica.

Índice de las Reales órdenes cuyo conocimiento puede ser de utilidad.

1865. R. O. de 11 de enero.—Empaques.
1874. R. O. de 29 de junio.—Empaque de armas y municiones.
1875. C. L. núm. 1200.—Empaque de cápsulas y reconocimiento de éstas.
C. L. núm. 1230.—Marcando las dimensiones de los cajones y sacos de pólvora.
C. L. núm. 452.—Haciendo extensiva á Puerto-Rico la circular sobre empaques de 29 de junio de 1874.
C. L. núm. 1325.—Adoptando un nuevo precinto para los empaques de pólvora.
C. L. núm. 1418.—Aprobando los empaques para granadas de 8 centímetros con envuelta y de metralla.
C. L. núm. 1343.—Reglas acerca de los transportes de municiones.
C. L. núm. 1267.—R. O. de 3 de abril.
1876. C. L. núm. 965.—Adoptando modelo de empaque para los tornillos-portacebos de la espoleta de percusión, modelo 1868.
C. L. núm. 989.—Reglas para la formación de expedientes para la recomposición de empaques.
1883. C. L.—Circular núm. 184, de 8 de agosto de 1883.
1884. C. L. núm. 484.—Circular núm. 12, de 16 de enero.—Barniz, almacenes y empaques.
1886. R. O. de 7 de octubre (*Gaceta* del 8 de octubre).—Dictando reglas para la introducción y fabricación, almacenaje, transporte, venta y uso de la pólvora y substancias explosivas.
1888. R. O. circular de 7 de diciembre.—Organización de las baterías de costa.
R. O. circular de 3 de diciembre.—Conservación de municiones, artillería de campaña.
R. O. circular de 3 de mayo.—No se admiten depósitos de dinamita donde haya pólvora.
R. O. circular de 5 de mayo.—Dotación de las baterías á caballo.
1891. C. L. núm. 203.—R. O. circular de 27 de mayo.—Declarando reglamentario el empaque, sistema Ritter, para el servicio de las baterías de costa.
1893. R. D. de 7 de noviembre (*Gaceta* del 10 de noviembre).—Reproduce la R. O. de 7 octubre de 1886 sobre fabricación, almacenaje, transporte, etc., etc., de materias explosivas.
1894. Ley de 10 de julio.—Establece la penalidad para los atentados empleando substancias ó aparatos explosivos, y para su fabricación ó venta.
R. O. de 14 de julio.—Amplía las disposiciones de la R. O. de 1886, respecto al almacenaje en las estaciones de ferrocarriles y reglamento para el transporte de materias inflamables y explosivas.
Ordenanzas de Aduanas (Apéndice núm. 29).—Sobre impuestos, circulación, etcétera, de materias explosivas.

1895. R. O. de 11 de enero.—Modifica la de 20 de noviembre de 1883.

C. L. núm. 128.—Reglamento para municionar los cuerpos del ejército en paz y en guerra.

C. L. núm. 413.—Descarga de cartuchos. Que la descarga de los inútiles se verifique únicamente en los establecimientos de artillería, por personal idóneo.

Tratado VI.—Título X.—Art. 1.º—Determina quiénes han de tener las llaves de los almacenes en que haya pólvora, municiones y pertrechos de guerra.

Anteproyecto de un almacén de depósito para pólvora, de 68.000 kilógramos de cabida. *(Figs. 203, 204 y 205.)*

Se compone el edificio de dos almacenes *A A'* separados por un antealmacén *B B'* y de dos habitaciones *D D'* á los lados de aquellos, de 2 metros de ancho, que sirven para guardar los empaques vacíos, angarillas, alpargatas, escobas, etc., y poder dar luz al interior de los almacenes sin que peligren éstos, ó como cámaras de iluminación, en el caso de que no se quiera ó no se pueda aprovechar la luz natural. Los almacenes y antealmacén están elevados sobre el suelo natural $0^m,80$, sirviendo estos sótanos solo para la aireación de los pisos, recibiendo el aire por los cuartos laterales á través de aparatos Boyle *E*, bien cerrados por rejillas.

El antealmacen de 4 metros de ancho y 8 metros de largo queda dividido por un tabique en dos habitaciones; la primera *B* es el antealmacén propiamente dicho y la segunda *B'* despacho del oficial encargado, para el solo momento de la saca de materiales, y tener en él fundas tapa-espuelas para los jefes y oficiales que hayan de penetrar en los locales.

Los almacenes tienen 10 metros de largo y 8 metros de ancho; dentro de éstos hay unas galerías altas, aisladas, colocadas sobre piés derechos ó columnas de hierro, forradas de madera, para aprovechar la altura del edificio, viniendo á ser como un piso; no teniendo los inconvenientes de éstos, permitiendo la circulación por todos lados del aire. Se sube á ellas por medio de una escalera cómoda de mano.

Los empaques van colocados sobre piezas delgadas de madera y apiladas en cinco tongadas de una caja de espesor. Entre caja y caja hay una separación de 4 centímetros. Las filas de cajas están apartadas de los muros $0^m,40$, habiendo de éstas á las filas centrales 1 metro y entre las centrales $1^m,50$.

Tomando como tipo las cajas que tienen $0^m,784$ de largo, $0^m,430$ de ancho y $0^m,218$ de alto, con peso de 80 kilógramos, incluído el de la pól-

vora y su envase, en una fila, dejando para paso al lado de la puerta 1 metro y colocando las cajas normales á los muros, ocuparán:

17 cajas de $0^m,430$	$7^m,31$	
$17 \times 0^m,04$ separación de cajas. . .	$0^m,75$	
Sitio ocupado por los piés derechos.	$0^m,48$	10 metros.
Separación del muro.	$0^m,46$	
Separación del lado de la entrada. .	$1^m,00$	

Diez y siete cajas por fila, en cinco tongadas y cuatro filas, suman 340, más 340 en las galerías altas é igual cantidad en el otro almacén, forman un total de 1360 y peso de pólvora de 68.000 kilógramos.

El transporte de las cajas en el interior del almacén se efectúa con angarillas por las calles de separación de las pilas, y en las galerías altas por la central, entre dos pilas que hay en cada galería. Estas están reunidas del lado del antealmacén por un corredor *M* que comunica con aquél por un balcón, y en él, con ayuda de una polea, descienden las cajas al antealmacén.

El cielo raso que consideramos indispensable para que quede bajo la cubierta otra cámara de aire, se puede formar de alambrada de hierro, rellena de cemento, con espesor de centímetro y medio ó menos, si es posible, pues su objeto ha de ser sólo el separar el almacén de la cubierta, formando una cámara de aire. Este cielo raso lleva varias aberturas, con recodos, para el paso del aire.

La cámara tiene grandes ventajas, pues aunque por las diferencias de temperatura llegara á producirse alguna condensación del vapor acuoso, éste quedaría en ella no penetrando en el almacén.

La aireación del edificio tiene lugar con ventiladores Boyle en la forma y dirección que indican las flechas en la figura 203, y es la siguiente: un inyector de aire lo envía á las habitaciones laterales *D D*; en ellas, si es húmedo, se deseca, ya con cal, cloruro de cálcio ó cualquier substancia higrométrica; por los respiraderos *E*, colocados en la parte baja de los muros de separación, penetra en los sótanos, de donde sale á los almacenes por las rejillas *e e* que hay en el piso y es aspirado por el ventilador *v* colocado en la cubierta, pasando primero por los respi-

raderos del cielo raso *g g*, que pueden ser sencillamente un recodo ó el empleado en el sistema belga.

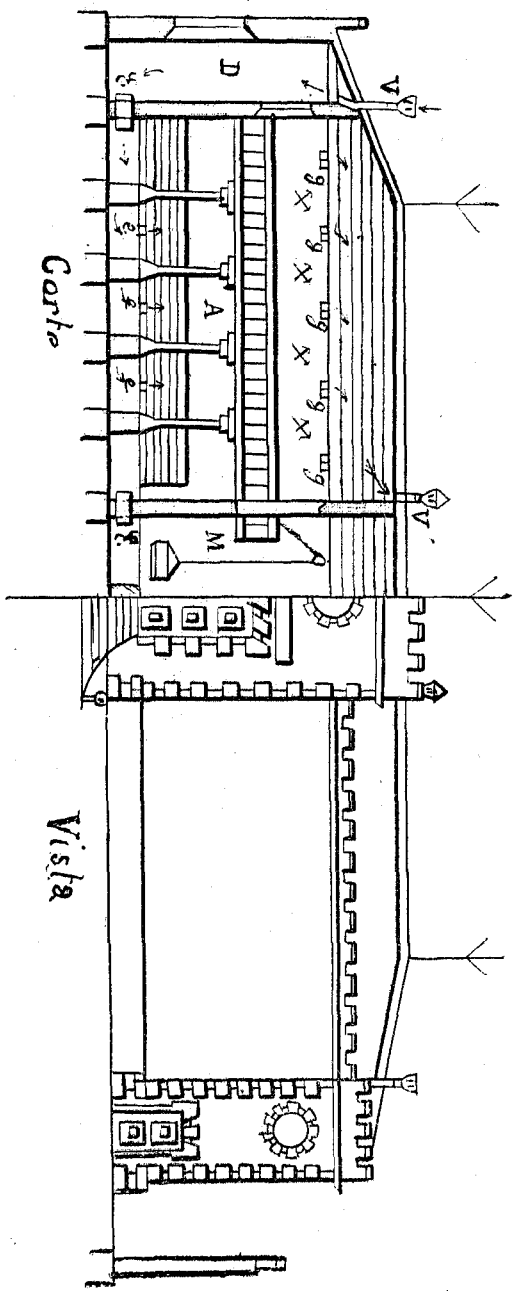


Fig. 203.

La luz la recibirá el almacén, cuando se trabaje en él, por las puertas y por ventanas cerradas con fuertes cristales, que dan al antealmacén; éste recibe la luz por dos grandes ventanas en las paredes que no están en contacto con los almacenes. Además, las habitaciones laterales también proporcionan luz por otras ventanas altas, cerradas con fuertes cristales y rejas al interior las laterales.

Los pararrayos se colocan, según las ideas de Melsens, terminando sus conductores en cuatro pozos, situados en las esquinas del camino de ronda, que se procurará tener siempre con agua, pues caso de no haberla, convendrá llevar los extremos á sitios que la tengan.

Los cimientos serán más ó menos anchos y profundos, según el sitio donde se vaya á edificar y hechos de hormigón hi-

dráulico, para impedir que suba el agua por capilaridad. De igual material y espesor de 20 centímetros, si fuera húmedo, se formará el piso del sótano y el de los cuartos laterales, bien unido á los cimientos. De ladrillo ordinario serán los muros, que se forrarán interiormente de un murete de ladrillo hueco, en la disposición que se ve en la planta, marcada por líneas de puntos.

Como ya hemos indicado, el edificio va envuelto por un muro de ronda á 2 metros de distancia.

Las dimensiones de los muros, sin contar el murete, calculadas por las fórmulas de Rondelet, serán las siguientes:

$$\text{Antealmacén.}\left\{\begin{array}{l} h = 5 \\ n = 8 \\ l = 8 \end{array}\right\}\begin{array}{l} e = 0{,}625 \times \dfrac{4}{6{,}40} = 0{,}39 \text{ fijando las dimensiones prácticas por las de los ladrillos;} \\ e = 1\,\tfrac{1}{2} \text{ ladrillos.} \end{array}$$

$$\text{Almacén.}\ldots\left\{\begin{array}{l} h = 5 \\ n = 8 \\ l = 8 \end{array}\right\} e = 2 \text{ ladrillos.}$$

$$\text{Muros de traviesa.}\ldots\left\{\begin{array}{l} l = 5{,}142 \\ h' = 0{,}50 \\ n = 1 \end{array}\right\} e = \frac{l + h'}{36} + n \times 0{,}014 = 0{,}19 = 1 \text{ ladrillo.}$$

En la base obrarán los siguientes pesos en 1 metro de longitud:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{De la cercha.}\ldots & 1523 \text{ kg.} \\ \text{Del piso.}\ldots\ldots & 1498 \\ \text{Muros.}\ldots\ldots & 3700 \end{array}\right\} 6921 \left\{\begin{array}{l} 1^{m} \times 0{,}56 = 5600 \text{ centímetros cuadrados.} \\ 5600 \times 6 \text{ kg.} = 33.600 \text{ kg.} \end{array}\right.$$

hay exceso de resistencia, pero teniendo en cuenta la altura y conveniencia de que más bien sean exageradas las dimensiones, se pueden aceptar.

El muro de ronda, compuesto de pilares y lienzos de pared, puede tener las siguientes dimensiones:

Pilares:

$h = 4$
$l = 0{,}60$ } $e = 0{,}40$
$n = 10$

Lienzos de pared:

$h = 4$
$l = 4{,}40$ } $e = 0{,}30$
$n = 10$

El piso del camino de ronda debe ser de cemento de 5 á 10 centímetros de espesor.

Con objeto de que el aspecto exterior no sea pesado, se le dan los salientes y adornos que se ven en las figuras 203, 204 y 205.

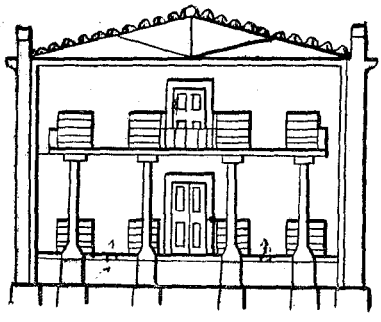


Fig. 204.

Los pisos están formados con viguetas de hierro, forjados de bovedilla de ladrillo ordinario, rosca de $0^m{,}14$ de espesor y entarimado á ranura y lengüeta. Las viguetas van separadas $0^m{,}60$ y tienen de largo en el almacén, con-

Fig. 205.

tando entren en el muro $0^m,20$, $3^m,20$ las de los lados y $2^m,45$ las intermedias que se apoyan en los muros, que hemos llamado de traviesa.

El peso que tienen que soportar puede ser:

Peso uniforme por metro lineal.	Entarimado..	10,80 kg.	306 kilógramos.
	Rastreles de pino.	3,60	
	Forjado..	180,00	
	Peso propio..	3,60	
	Id. de un hombre cargado con una caja..	90	
Peso aislado.	El de las cajas que á 70,80 kilógramos una, ocupando una superficie de $0^{m2},33$, corresponden á los $0^m,784$ donde se apoyan, 506 kilógramos por las cinco tongadas.		

Por la carga uniforme, el momento máximo es:

$$M'_o = \frac{1}{8}\, 306 \times 10{,}24 = 420 \qquad Q' = Q'' = 489{,}6.$$

Por el peso aislado:

$$M''_o = \frac{p\, l'\, (l - h)}{l}\, x - \frac{1}{2}\, p\, (x - c)^2 = 257{,}38 \begin{cases} Q' = 260{,}3 \\ Q'' = 147{,}2 \end{cases}$$

$$\text{Datos.. . . .} \begin{cases} e = 0{,}80 \\ l' = 0{,}784 \\ l' = 3{,}20 \\ h = e + \frac{1}{2}\, l' = 1{,}19 \end{cases} \qquad x = 1{,}3$$

$$M_o = M'_o + M''_o = 677{,}38 \qquad \frac{I}{V} = 0{,}0000967$$

equivale á la vigueta de

$$\frac{160 \times 53}{9{,}50 \times 9} \text{ y peso } 18{,}12 \text{ kilógramos,}$$

siendo las reacciones en los extremos

$$Q' = 749{,}3 \text{ kilógramos,} \qquad Q'' = 636 \text{ kilógramos.}$$

Las viguetas del antealmacén, siendo los datos iguales y su longitud 4 metros, trabajando sólo con la carga uniforme

$$M'_o = 612, \qquad \frac{I}{V} = 0{,}0000874$$

siendo como antes $R = 7 \times 10^6$, conviene la vigueta de

$$\frac{120 \times 77}{11 \times 9} \text{ y peso de 19,62 kilógramos,} \qquad Q' = Q'' = 612.$$

El piso de las galerías de viguetas de madera, dispuesto como se indica en las figuras 203 y 204, soportará un peso uniforme por metro lineal de

Entarimado de encina.	7,20	$76^m,40$	$e = 0^m,40$
Peso propio.	8,00		$l = 3^m,00$
Sobrecarga..	60,00		
Elevación, etc. . . . . , . .	1,20		

Peso uniforme

$$M'_o = Q'\,x - p\,(x - d) = 28{,}50$$

Peso fijo

$$M''_o = Q\,x - p\,(x - d) - p'\,(x - d)$$

sabiendo que el máximo está en

$$x = 2{,}6 \qquad M''_o = 50{,}6.$$

$$M_o = 28{,}50 + 50{,}6 = 80 \qquad Q' = Q'' = 620{,}60$$

$$\left.\begin{array}{l} a = 0{,}71\,b. \;.\;.\;.\;. \\ R = 40 \times \text{cm}^2. \;.\;. \end{array}\right\} \begin{array}{l} \dfrac{R\,a\,b^2}{6} = 80 \\ b = 12 \text{ cm.} \end{array} \qquad \begin{array}{l} \dfrac{400000 \times 0{,}71}{6} \times b^3 = 80. \\ a = 8{,}52 \text{ cm.} \end{array}$$

$$\text{Larguero } l = 2, \qquad \text{peso que cargan } p = 3105 \left\{ \begin{array}{l} Q' + Q'' = 620{,}60 \text{ y} \\ \text{como caben 5 vi-} \\ \text{guetas en un tramo,} \end{array} \right.$$

$$M_o = \tfrac{11}{8}\,P\,l = 7762$$

$$b = 1{,}14\,\sqrt[3]{7762} = 22{,}80 \text{ cm.} \qquad a = 0{,}76\,\sqrt[3]{7762} = 15{,}20 \text{ cm.}$$

Sobre cada uno de los piés derechos carga un peso de 3200 kilógramos. Son de encina; $l = 2{,}30$;

$p = R' \omega$ usando la tabla de coeficientes de Morin

$$\frac{l}{b} = 23, \qquad b = \frac{1}{23}\, l = 10{,}16 \text{ cm.}$$

$$\text{Comprobación} = \left.\begin{array}{l} b^2 = 103{,}23 \\ R'_1 = \ \ 31{,}35 \end{array}\right\} R'_1\, b^2 = 3236, \text{ casi igual á } P.$$

Cubierta de teja lomuda:

Cabios de madera de pino $e = 0^m{,}60$, $h = 4^m{,}00$, $l = 4^m{,}25$.

$$\text{Peso que carga.} \left\{\begin{array}{ll} \text{Teja lomuda y argamasa el m}^2. & 110 \text{ kg.} \\ \text{Enlatado tablas de 0,015. . .} & 6 \ » \\ \text{Peso propio. . . . . .} & 14 \ » \\ \text{Cargas eventuales. . . . . .} & 35 \ » \end{array}\right. \left\{\begin{array}{l} p = 165 \\ p' = 165 \times 0{,}60 = 99 \\ P = \ \ 99 \times 4{,}25 = 420{,}75 \end{array}\right.$$

$$\frac{R\, a\, b^2}{6} = M_o = \tfrac{1}{8}\, P\, h \left\{\begin{array}{l} b = 1{,}14 \sqrt[3]{\dfrac{P\,h}{8}} = 14{,}82 \\ a = 0{,}76 \sqrt[3]{\dfrac{P\,h}{8}} = \ \ 9{,}88 \end{array}\right\} \text{Todos estos valores están tomados con gran exceso.}$$

Viguetas.—Hierros doble I

$$d = 2^m{,}00 \quad v = 1 \quad \text{Peso} \left\{\begin{array}{ll} \text{el que obra sobre los cabios} & 165 \text{ kg. por m}^2. \\ \text{propio de las viguetas. . .} & 30 \text{ kg. por m}^2. \\ \hline & p = 195 \text{ kg. por m}^2. \end{array}\right.$$

sobre cada vigueta $P = p \times d \times v = 390$ kilógramos,

$$M_o = \tfrac{1}{8}\, P\, d = \frac{R\, I}{V} = 98 \text{ kilográmetros,} \qquad \frac{I}{V} = 0{,}000014$$

equivale á la vigueta de

$$\frac{75 \times 32}{4 \times 6} \text{ y peso 4,75 por metro lineal.}$$

La unión de la vigueta á los pares por medio de hierros en escuadra

:

de 4 milímetros de espesor; roblones de 12 milímetros en la unión con el par, y pernos de 20 milímetros en la unión con la vigueta cercha

$$l = 8^{m},00, \qquad \frac{f}{l} = \frac{1}{3}, \qquad \text{peso por m}^2. = 245 \text{ kg.}, \qquad d = 2^{m},00.$$

Determinando las fuerzas y reacciones por el diagrama (fig. 206), resulta:

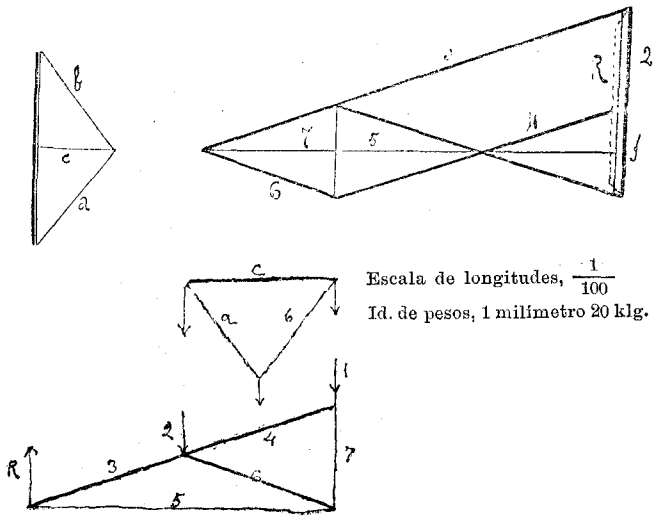


Fig. 206.

Fuerzas	1 = 980	R = 1535					
»	2 = 1044						
»	3 = compresión	= 4800	en pieza de	$2^{m},02$	de largo		
»	4 = compresión	= 3200	en	id.	$2^{m},05$	»	
»	5 = extensión	= 4440	en	id.	$4^{m},00$	»	
»	6 = compresión	= 1520	en	id.	$2^{m},06$	»	
»	7 = extensión	= 1000	en	id.	$1^{m},85$	»	

Pares = 1029 kg., z = 4800 kg., $l = 2^{m},2$, $h = 2^{m},07$,

$$M_0 = 347,3 \text{ kilógramos } \frac{I}{V} = \frac{347,3}{5 \times 10^6} = 0,0000696$$

Viga de $\frac{102 \times 77}{9 \times 10}$, peso 16,75 kilógramos, $R' = 4{,}90$,

$$R'' = \frac{z}{\omega} = \frac{4800}{0{,}0021} = 2{,}28, \qquad \omega = \frac{16{,}75}{7800} = 0^{m},0021,$$

$R = R' + R'' = 4{,}90 + 2{,}28 = 7{,}18$ valor admisible, se acepta la viga.

Tirante horizontal.—Como sobre él va el cielo raso y conviene que resista el peso de un hombre para la vigilancia del tejado y cámara de aire, será una pieza sujeta á flexión y extensión,

$$P = \text{peso por m}^2 = \left\{\begin{array}{l}\text{cemento.. . . . . 17 kg.}\\ \text{peso propio.. . . 26 »}\\ \text{carga accidental 57 »}\end{array}\right\} = 100 \text{ kilógramos,}$$

$l = 4$ metros, $z' = 4400$ kilógramos, $p = p' \times d = 200$ kilógramos,

$$M_o = \tfrac{1}{8}\, p\, l^2 = \tfrac{1}{8}\, 200 \times 16 = 400 \text{ kgm.} \quad \frac{I}{V} = 0{,}00008, \qquad R' = 4{,}90 \text{ kg.}$$

Vigueta de $\frac{120 \times 74}{8 \times 9}$ y peso de 16,85 kilógramos por metro lineal,

$$\omega = 0{,}0021, \quad R'' = \frac{4400}{0{,}0021} = 2{,}11, \quad R' + R'' = 4{,}90 + 2{,}11 = 7{,}01.$$

Pendolón.—$l = 1{,}85$, $z = 1000 + 800 = 1800$, $R = 7$ kg. por mm.^{2}

$$\omega = \frac{1800}{7} = 257 = \frac{\pi d^2}{4}, \qquad d^2 = 327, \qquad d = 18{,}08 \text{ mm. peso } 1{,}98 \text{ kg.}$$

Tornapunta.—$z = 1520$, $l = 2{,}06$,

I de $\frac{40 \times 40}{7}$ y peso de 3,98 kilógramos por metro lineal.

$$\text{Comprobación} = R' \left(1 + 0{,}00003\, \frac{\omega\, l^2}{I'}\right) = R,$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega = \dfrac{1520}{2{,}90} = 510 \\ l^2 = 4243600\end{array}\right\} \omega\, l^2 = 2164236000$$

$$I' = \left\{\begin{array}{l} a\ b^3 = 448000 \\ + \\ a'\ b'^3 = 13720 \end{array}\right\} \frac{461720}{12} = 38476$$

$$\left.\begin{array}{l}\omega\, l^2 \\ \hline I'\end{array}\right\} = 56250,$$

$$1 + 0{,}00003 \times 56250 = 1 + 1{,}69 = 2{,}69,$$

$$R = 2{,}69 \times 2{,}90 = 7{,}80 \text{ aceptable.}$$

Las cerchas de faldón y limatesas, iguales en espesor á las calculadas.

El enlace del par y tirante por medio de dos chapas roblonadas de igual espesor que el mayor de aquéllos, empleando roblones de 20 milímetros. El apoyo sobre el muro una plancha gruesa y dos escuadras sujetas á él.

Las tornapuntas que son escuadras, se sujetan al par y al tirante con pernos de 16 milímetros.

El pendolón va colgado por una orquilla, formada por dos planchas atravesadas por un pasador y sujeta al tirante en igual forma,

$D = 18{,}08$, $P = 1800$ kg., $R = 8$ kg. tracción, $R'' = 6$ kg. cortante á cada rama 900 kilógramos,

$$900 = R\,\omega, \qquad \omega = l\,e = 112{,}5, \qquad e = 0{,}2\,l \left\{\begin{array}{l} l^2 = \dfrac{112{,}5}{0{,}2} = 562 \\ l = 23{,}72 \\ e = 4{,}74 \text{ centímetros.}\end{array}\right.$$

Pasadores.—$d = 0{,}66\ l = 16$ milímetros.

Sección transversal de las cabezas.

$$l' = m + n = \left(1{,}13 + 0{,}5\,\frac{d}{l}\right) l = (1{,}13 + 0{,}5 \times 0{,}7)\ 23{,}72 = 35{,}58 \text{ mm.}$$

Sección de la cabeza pequeña.

$$l' + d = 35{,}58 + 16 = 51{,}58, \qquad d'' = 2\,d = 32 \text{ cabeza en la barra.}$$

Presupuesto. (1)

		Pesetas.
1	Adquisición del terreno, á 2 pesetas metro cuadrado (2), 522 metros cuadrados	1.044
2	Cimientos = Explanación en tierra franca, á 3,14 el metro cúbico, 46 metros cúbicos	145
3	Mampostería de ladrillo y hormigón, á 26,14 el metro cúbico, 46 metros cúbicos	1.275
4	Muros. = Mampostería de ladrillo, á 29,37 el metro cúbico, 510 metros cúbicos	14.980
5	Pisos de hormigón, á 26,14 el metro cúbico, 83 metros cúbicos	2.170
6	Enlucidos y guarnecidos, á 1,18 metro cuadrado, 1300 metros cuadrados	1.535
7	Cielo raso enrejado de alambre, á 0,40, 224 metros cuadrados	90
8	Cemento para el cielo raso, á 1,50, 224 metros cuadrados	336
9	Pisos. = Viguería de hierro, á 700 pesetas tonelada, 6641	4.650
10	Forjado de pisos, á 5,55 el metro cúbico	150
11	Viguería de madera (maderos de á 8), á 6,50 pieza, 100	650
12	Entarimado, á 6,50 metro cuadrado, 288 metros cuadrados	1.875
13	Forrado de muros con tableta, á 9,66 metro cuadrado, 108 metros cuadrados	1.045
14	Pies derechos de madera (pie y cuarto de Cuenca), 60 metros lineales	350
15	Barandilla de madera	500
16	Cabios de madera, 451 metros lineales (maderos de á 8)	815
17	Correas, á 0,35, 2423 kilógramos	852
18	Catorce cerchas de 326 kilógramos una, á 0,70 el kilógramo	3.195
19	Tableta, 270 metros cuadrados	237
20	Teja lomuda, 270 metros cuadrados, á 3,61	975
21	Canalones, 76 metros lineales, á 4	304
22	Bajantes, 46,40, á 3,50	163
23	Pararrayos	800
24	Ventiladores (dos inyectores y dos extractores)	150
25	Rejillas de ventilación, 20	140
26	Pintado de huecos y maderas, á 2 pesetas mano	1.226
27	Ornamentación de la fachada con cemento	1.500
28	Puertas, á 47 pesetas	235
29	Puerta grande del muro de ronda, á 56 pesetas metro	255
	Suma y sigue	41.572

(1) Sólo se ha hecho este presupuesto para tener una idea aproximada del coste.

(2) Este dato puede variar muchísimo, porque generalmente hay que comprar una gran extensión para dejarlo aislado de las propiedades próximas, y su precio además varía con las localidades.

		Pesetas.
	Suma anterior	41.572
30	Ventanas, dos circulares	235
31	Cornisa, 76 metros, á 5 pesetas metro	380
32	Cerraduras, bisagras, etc.	150
33	Cristalería	150
10 por 100 de imprevistos		4.248
	SUMA TOTAL	46.735

Tipo de un depósito para dinamitas.

Se compone de tres edificios, aislados por macizos de tierra entre sí y del exterior con un parapeto y su foso, que rodea el conjunto (figuras 207 y 208).

Los *M M* son los almacenes verdaderos y el *A* sirve de antealmacén ó habitación donde conservar los enseres de limpieza, útiles, cajones vacíos, etc.

Los almacenes tienen 6 metros de largo, 4 de ancho y $3^m,50$ de alto; están algo enterrados y van colocados sobre un buen firme de hormigón. Los muros construídos con viguetas de hierro doble T (fig. 209) rellenando los lienzos de pared con ladrillos huecos prensados y forrando el interior hasta $1^m,50$ de tabla.

En una de las paredes lleva una ventana, que con la puerta sirven para la iluminación del local. La ventana está cerrada con vidriera fija y hecha de cristal grueso cuajado. Las hojas de madera están al exterior, por donde se cierran con fuertes barrotes y candado.

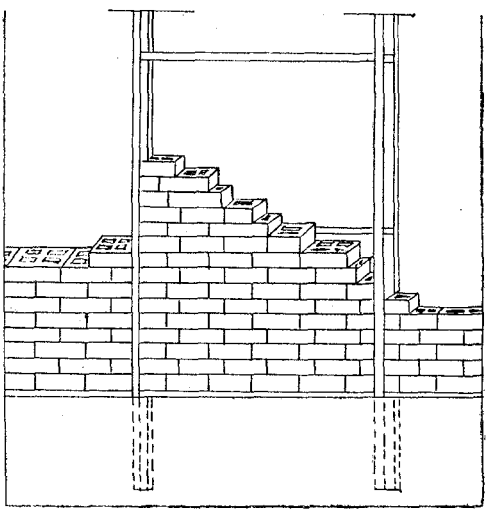
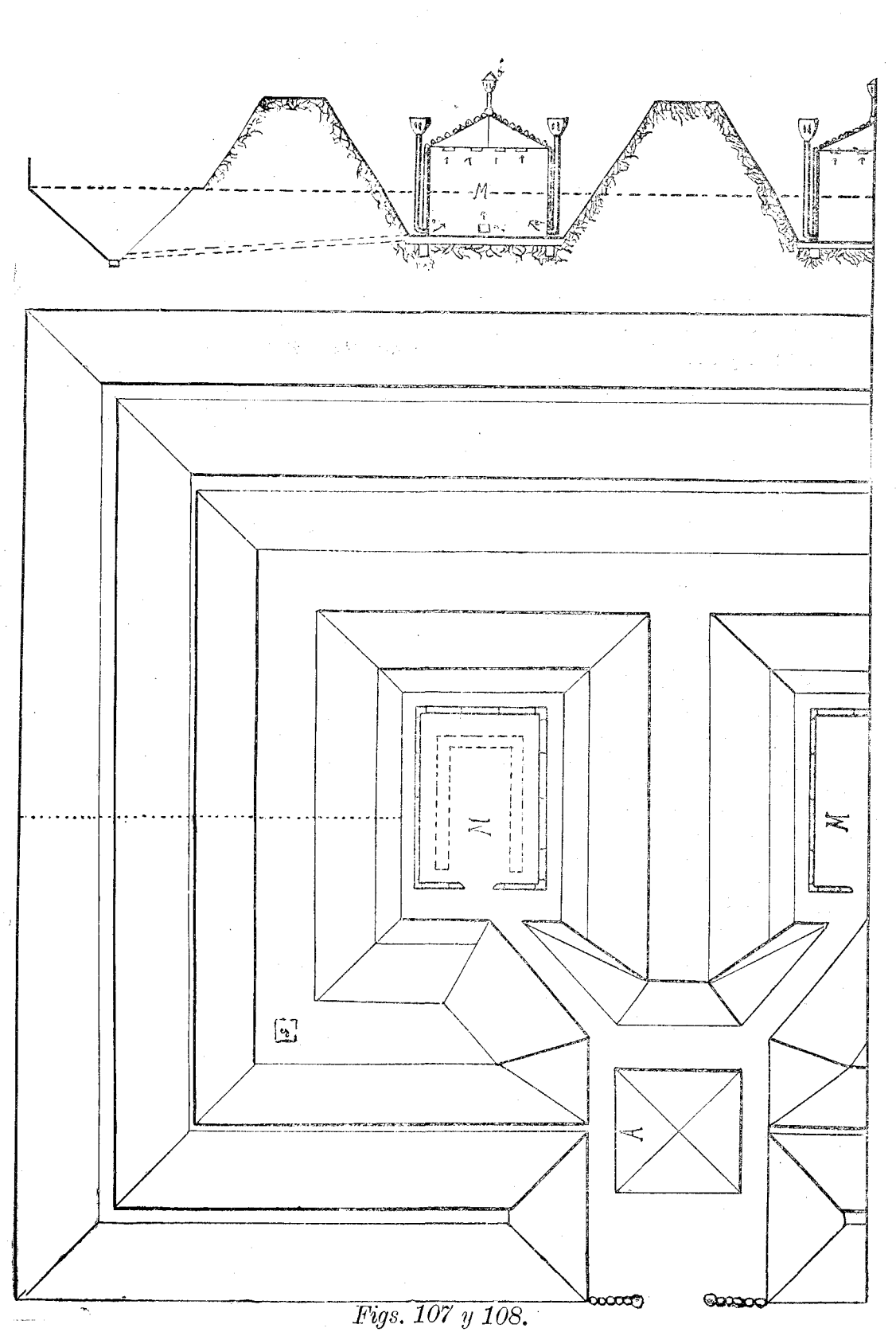


Fig. 209.

La ventilación se efectúa, como está indicado en la figura 208, por tres chimeneas porta-aire *a a*, que terminan al nivel del piso, y un ventilador Boyle *b* en la cubierta. Esta es de teja plana sobre enlatado de madera; las cerchas de hierro y el cielo raso de alambrada y cemento.



Figs. 107 y 108.

Las cajas se colocan en estanterías de cuatro pisos, separadas de los muros $0^m,50$. Las tablas de las estanterías van cubiertas de encerados, para poder quitarlos y lavarlos en los casos que se notara oxidación. Entre caja y caja se deja un espacio de $0^m,05$, quedando un paso central de cerca de 2 metros.

Tomando por tipo las cajas de la Sociedad Vasco-andaluza, que tienen 48 centímetros de largo, 30 centímetros de ancho y 25 de alto, resulta:

frente posterior con 8 cajas $= 0,50 + 0,50 + 2,40 + 0,35 = 3,75$

costados 13 cajas $\left\{\begin{matrix}1,48\\4,50\end{matrix}\right\} 5,98,$

que son 21 cajas por piso de estante. Siendo cuatro los pisos y de 25 kilógramos las cajas, cada almacén puede contener 3400 kilógramos de dinamita.

A los parapetos de tierra se les da por lo menos 2 metros en la cresta con talud natural, compensando los desmontes y terraplenes para que el foso de circunvalación tenga una anchura regular y profundidad suficiente para que puedan verter á él las aguas de los almacenes.

La contraescarpa lleva en su alto una empalizada de madera ú otro cerramiento cualquiera y dos garitas *g* en los ángulos opuestos sobre el parapeto ó una gola entre los dos almacenes.

El antealmacén va sobre el suelo natural y comunica por rampas con los almacenes.

Los pararrayos son simples alambres introducidos en los parapetos y unidos á pequeñas puntas.

FIN.

ÍNDICE.

CUARTEL DE BALLAJÁ

MEMORIA

SOBRE LA

OBRA DE RECALZO

DEL

CUARTEL DE BALLAJÁ

EN

PUERTO-RICO,

POR

DON RAFAEL RÁVENA,

COMANDANTE DE INGENIEROS.

MADRID

IMPRENTA DEL *MEMORIAL DE INGENIEROS*

—

1900

RECALZO DE CIMIENTOS EN EL CUARTEL DE BALLAJÁ,

EN

PUERTO-RICO.

PRELIMINARES.

La construcción del cuartel de Ballajá fué consecuencia de haberse cedido, por conveniencia del servicio público, en 1851, el llamado Cuartel de Artillería, para oficinas de Hacienda, con la condición de que ésta entregase en el barrio de Ballajá, conocido por el Calvario, un solar sobre el que se levantó aquel cuartel de nueva planta, en virtud de una Real orden de 23 de agosto del citado año. Hallábase este barrio ocupado por gran número de casas y *bohíos* de pequeño valor, pero que fué preciso expropiar con no poco trabajo y no pocas cuestiones entre los dos ramos interesados en el asunto.

El solar cedido no podía ser peor; como que era una antigua cantera explotada, que durante mucho tiempo sirvió de basurero á la población.

Redactóse el proyecto del cuartel, importante 215.000 duros, en 12 de mayo de 1854, después de haberse zanjado todas las cuestiones á que dió lugar la expropiación, proyecto que fué aprobado por Real orden de 4 de mayo de 1855; ya antes, el entónces capitán general de la isla, D. Fernando Norzagaray, en 12 de mayo de 1854, había colocado con gran solemnidad la primera piedra.

Durante el año 1855, en que dieron principio las obras, ejecutáronse la mayor parte de los cimientos, y se hizo una propuesta eventual para aumentar un aljibe á los dos proyectados, con motivo de la cual decía al comandante exento, el teniente coronel D. Manuel Soriano:

»Al hacer á V. S. esta propuesta, debería acompañar un presupuesto »del aumento de obra; pero siendo toda ella en excavación, y no sabien-

»do si se encontrará firme á la profundidad conveniente, podía equivo-»carme en mucho, como está sucediendo en la generalidad de los ci-»mientos que se proyectaron de 1 vara de hondos y en algunas partes »han resultado pilotaje y emparrillado después de profundizar 4 varas.»

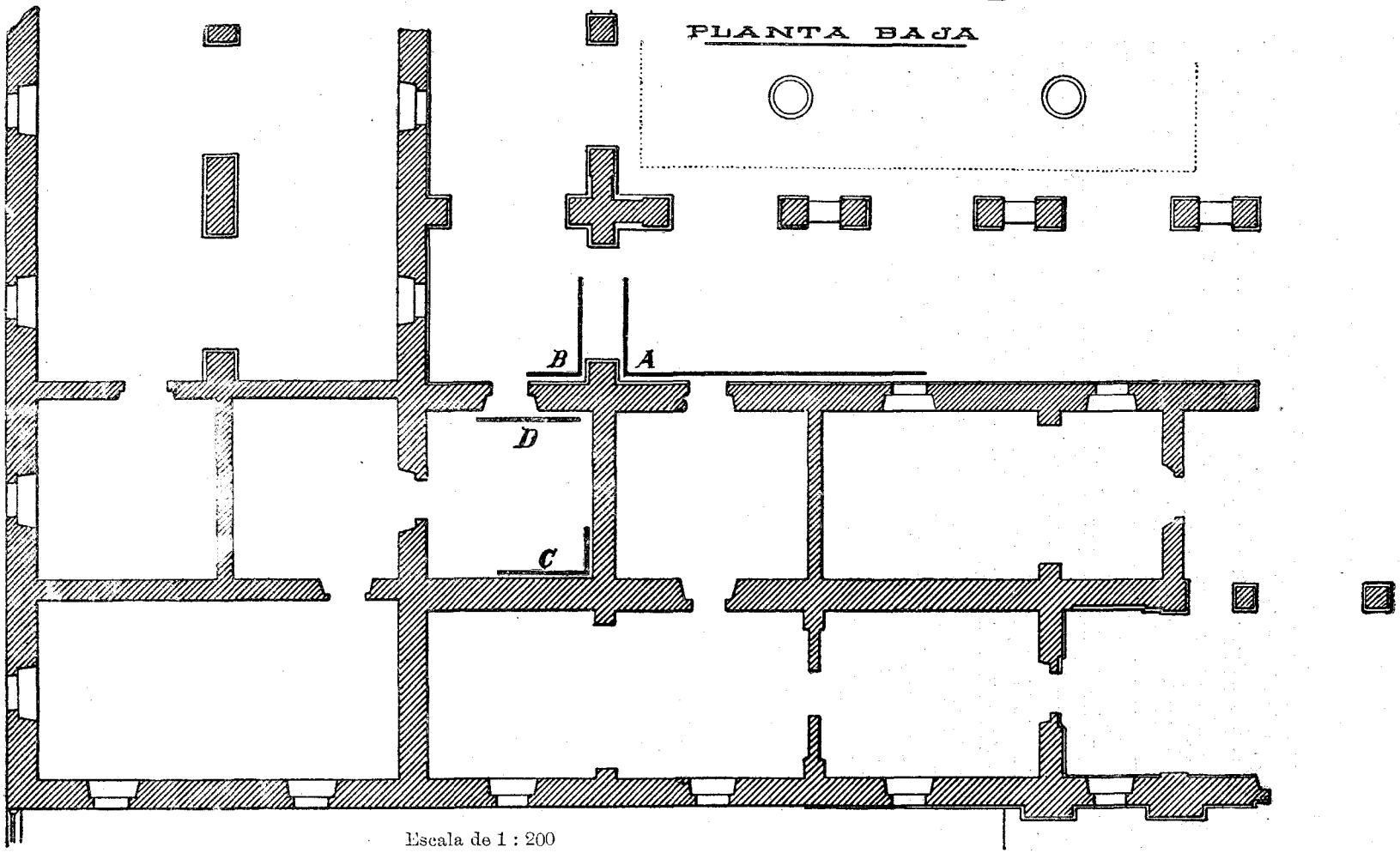
En otros documentos consta, que en octubre de 1856 se cimentó parte del muro interior del Norte, en una longitud de 18 varas, para lo cual se hizo una excavación, en cuyo fondo se echó arena, apisonándola por tongadas de 1 pie hasta quedar un prisma de arena de 18 varas de longitud, 7 de profundidad y 4 de anchura. En noviembre se ejecutó en el mismo muro cimentación por 28 pies más en la misma forma, con la diferencia de que el prisma de arena tenía 10 pies de profundidad. En otros muros se cimentó también con arena, pero con *zapatas* en cada paramento; en otros, se encajonaba la arena entre dos muretes de ladrillo; en otros, hubo que emplear el pilotaje, sin que se notase en ninguno de ellos nada de particular hasta 1858, en que se hallaba la obra á la altura del primer piso.

Es claro que con tanto aumento de obra como representaban las nuevas cimentaciones, faltó el presupuesto y el comandante exento ordenó, por separado, la redacción de dos distintos proyectos, en los que se proponía una nueva distribución en el edificio, á fin de aprovechar el exceso de fábrica que por la forma del solar fué preciso hacer. Redactó uno el comandante de Ingenieros de la plaza D. Antonio María Guitian, y otro el comandante y capitán del Cuerpo respectivamente D. Timoteo Lubelza y D. Mariano Bosch, mereciendo la aprobación superior este último, cuyo presupuesto ascendía á 266.325 duros y 95 $^3/_8$ centavos, continuándose las obras con arreglo á él hasta 1861, en que fué preciso pedir, en propuesta adicional, un nuevo crédito de 153.000 pesos para terminarlas en 1864, estando ya ocupado desde 1863 por un batallón de cazadores, procedente de la guerra de Santo Domingo.

El edificio en cuestión costó, pues, en números redondos, 420.000 duros, siendo capaz para alojar un batallón de infantería de 1000 plazas con sus oficiales. Un modelo de esta obra existe en el Museo de Ingenieros, regalado al mismo en 1881 por el entónces comandante de infantería D. Laureano Vilomara, con todas las reformas que hasta esa época habíanse introducido en el primitivo edificio, mejorándolo.

Ni durante la época citada, ni hasta 1867, hay noticia de que se notara en la obra más desperfecto que el de hacer asiento algunos pilares, único que podía hacer dudar de la atinada elección de los medios de cimentar empleados. Pero llegó el año 1867, que dejó eterno recuerdo en Puerto-Rico por los fuertes temblores que padeció la isla, y el cuartel de Ballajá fué uno de los edificios que más sufrieron, hasta el punto que fué preciso desalojarlo, permaneciendo inservible hasta 1871, en que se hicieron en él las primeras reparaciones. La parte que más se resintió fué el ángulo N.-O., el mismo cuyos muros se han recalzado, presentándose grandes grietas de todas clases, horizontales, verticales y transversales; roturas de arcos y dinteles, etc., de las que dan clara idea las tres plantas y nueve vistas de las láminas 1 á 12, copia las segundas, de fotografías sacadas en el momento de empezar las obras de recalzo. Estas grietas son las mismas primitivas, después de haber sido cogidas por distintos medios y vueltas á abrir con posterioridad á la principal obra de reparación ejecutada en el año 1871.

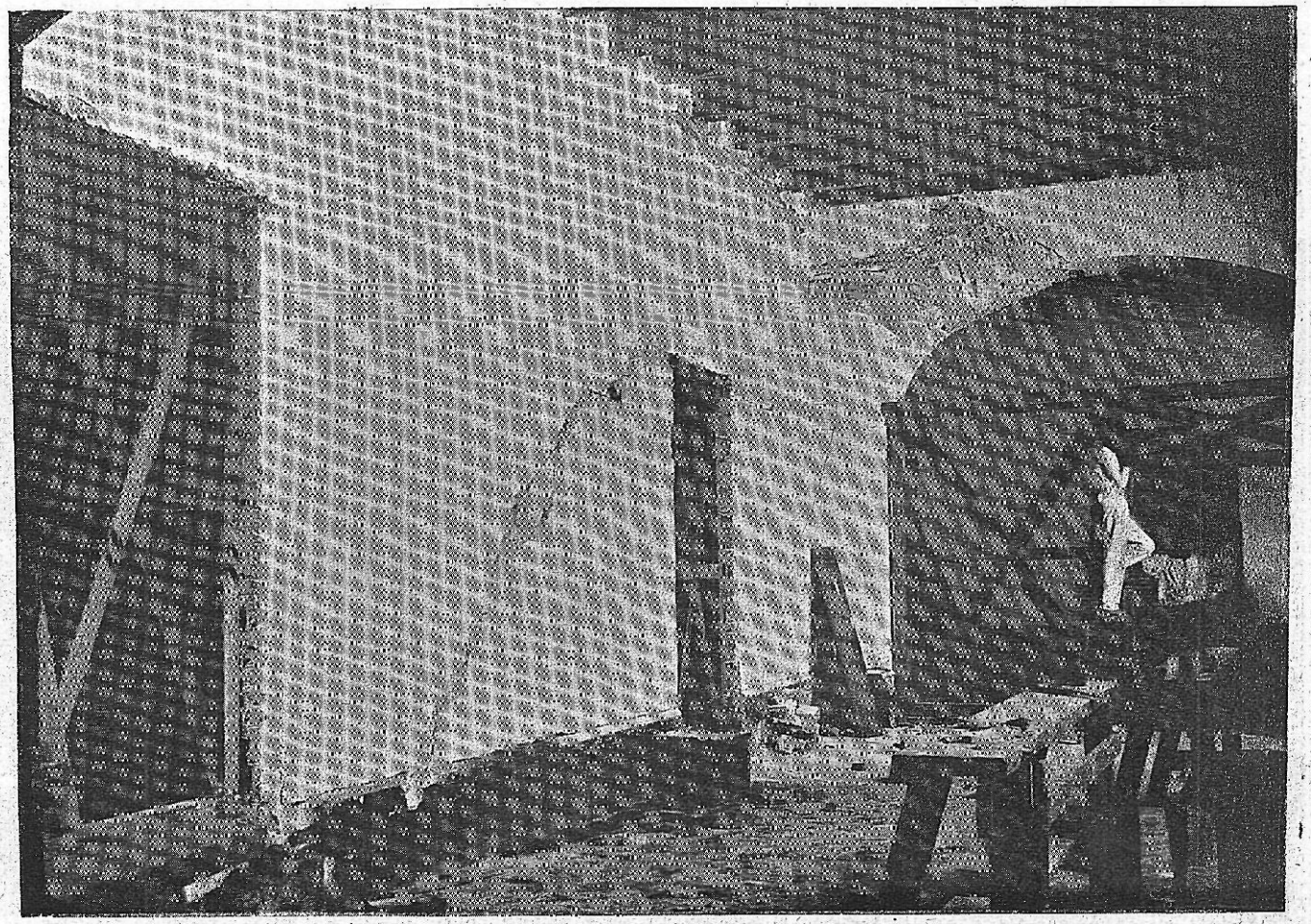
PLANO DE SITUACION DE LAS VISTAS FOTOGRAFICAS



Escala de 1 : 200

Lám. 2.

PLANTA BAJA.—MURO INTERIOR *A*.—*Grietas*.

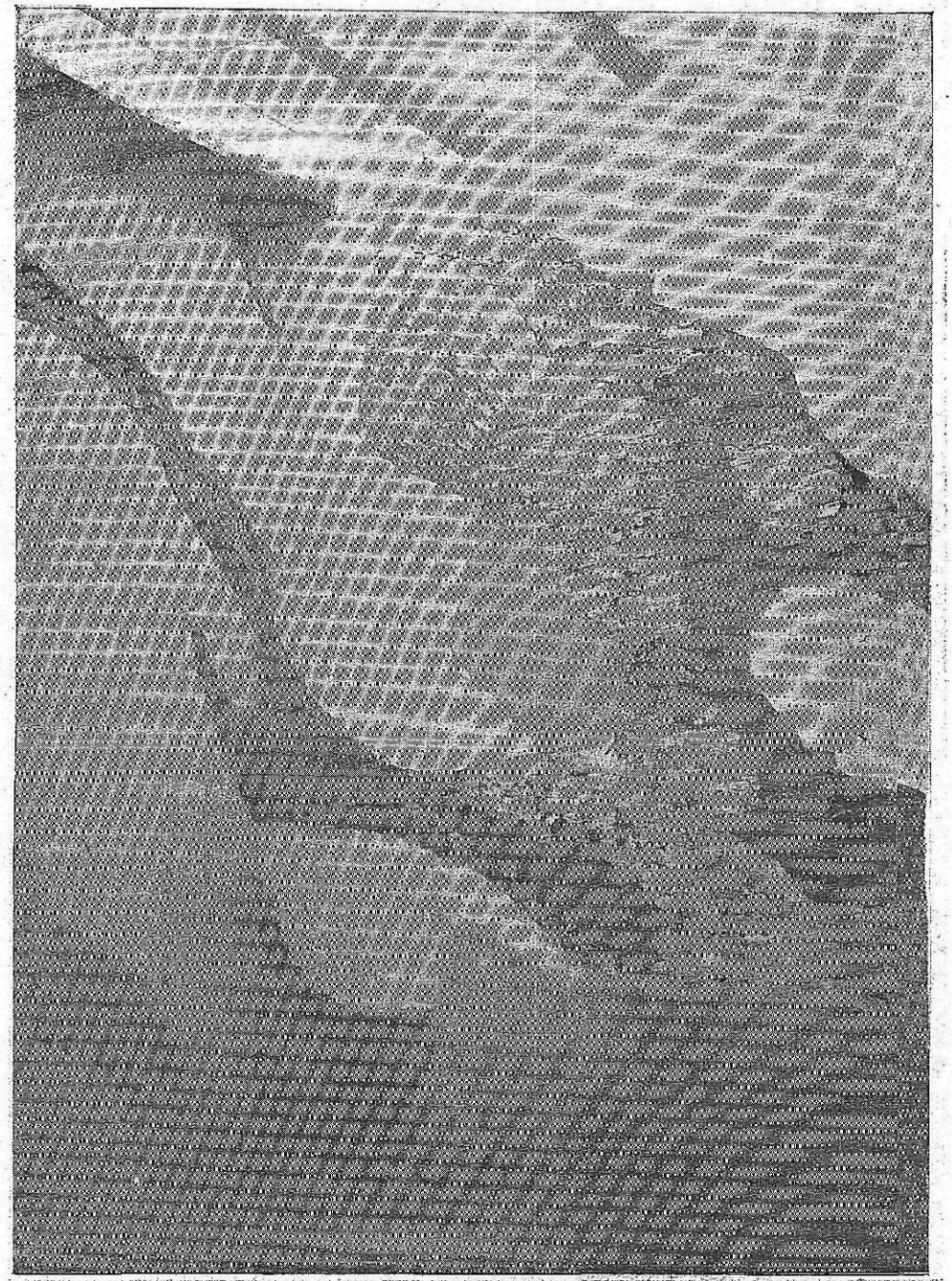


Lám. 3.

PLANTA BAJA.—MURO INTERIOR *B.*—*Grietas.*

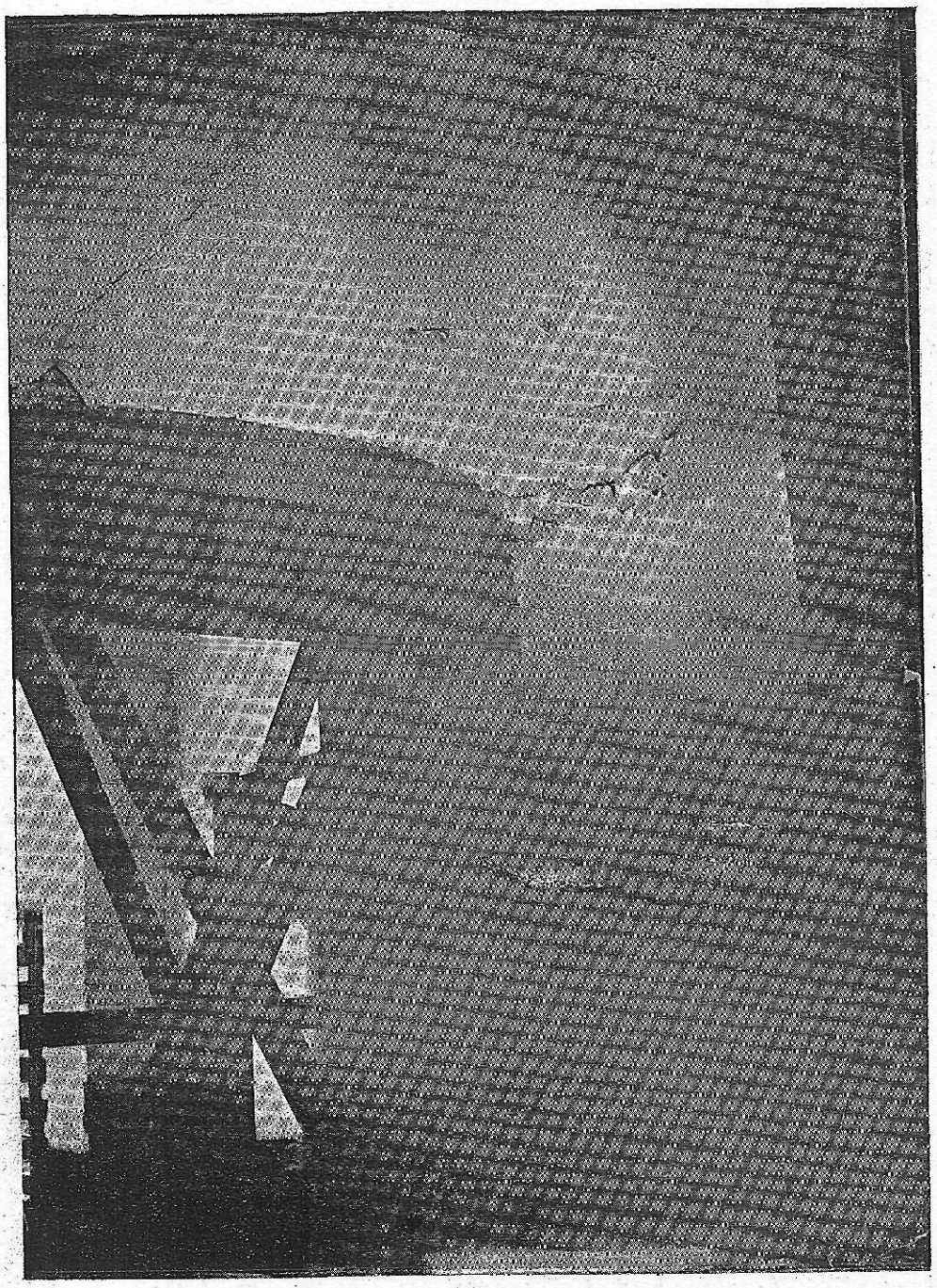
Lám. . 4.

PLANTA BAJA.—MURO DE CRUJÍA *C.—Grietas.*

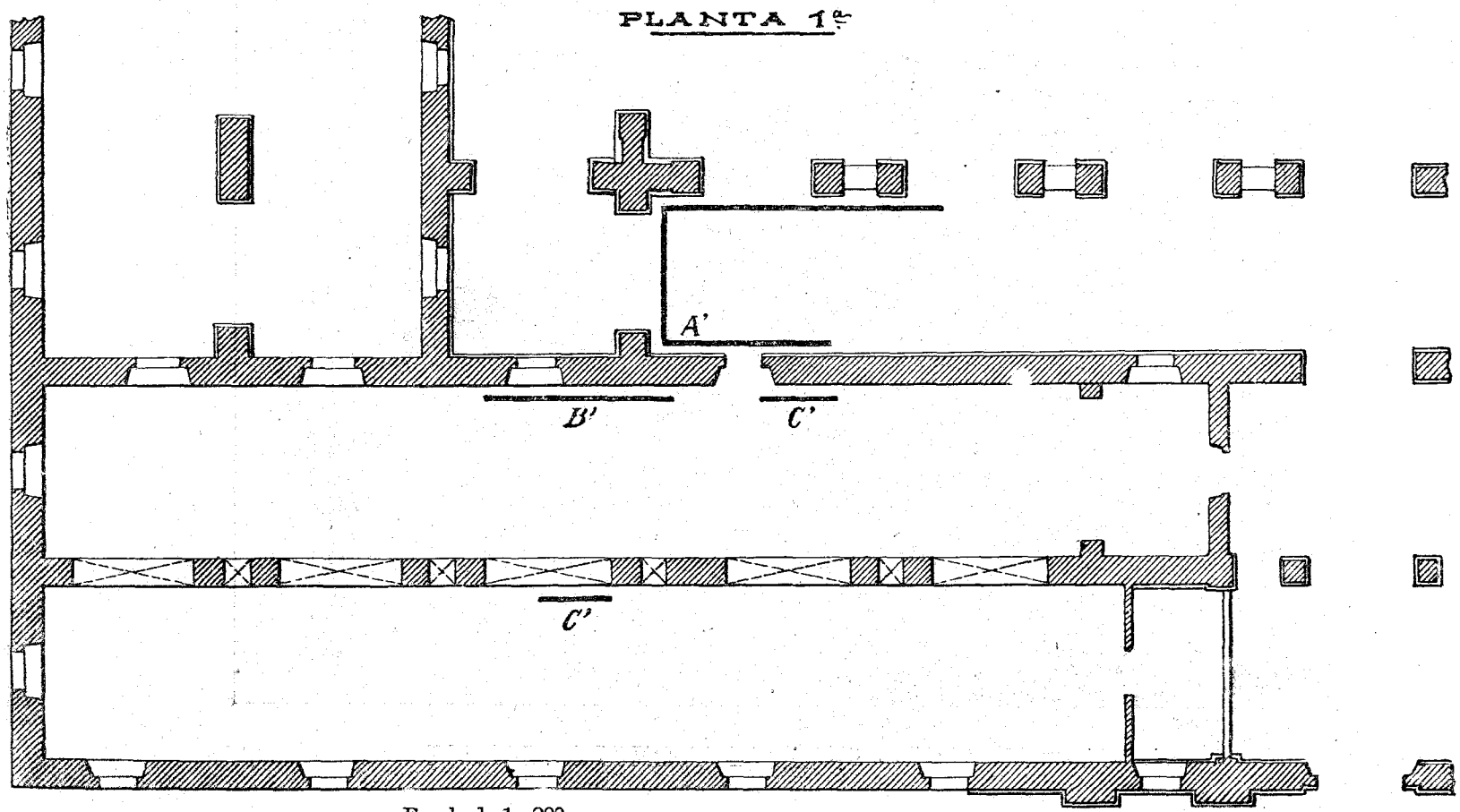


Lám. 5.

PLANTA BAJA.—MURO INTERIOR *D.*—*Grietas.*



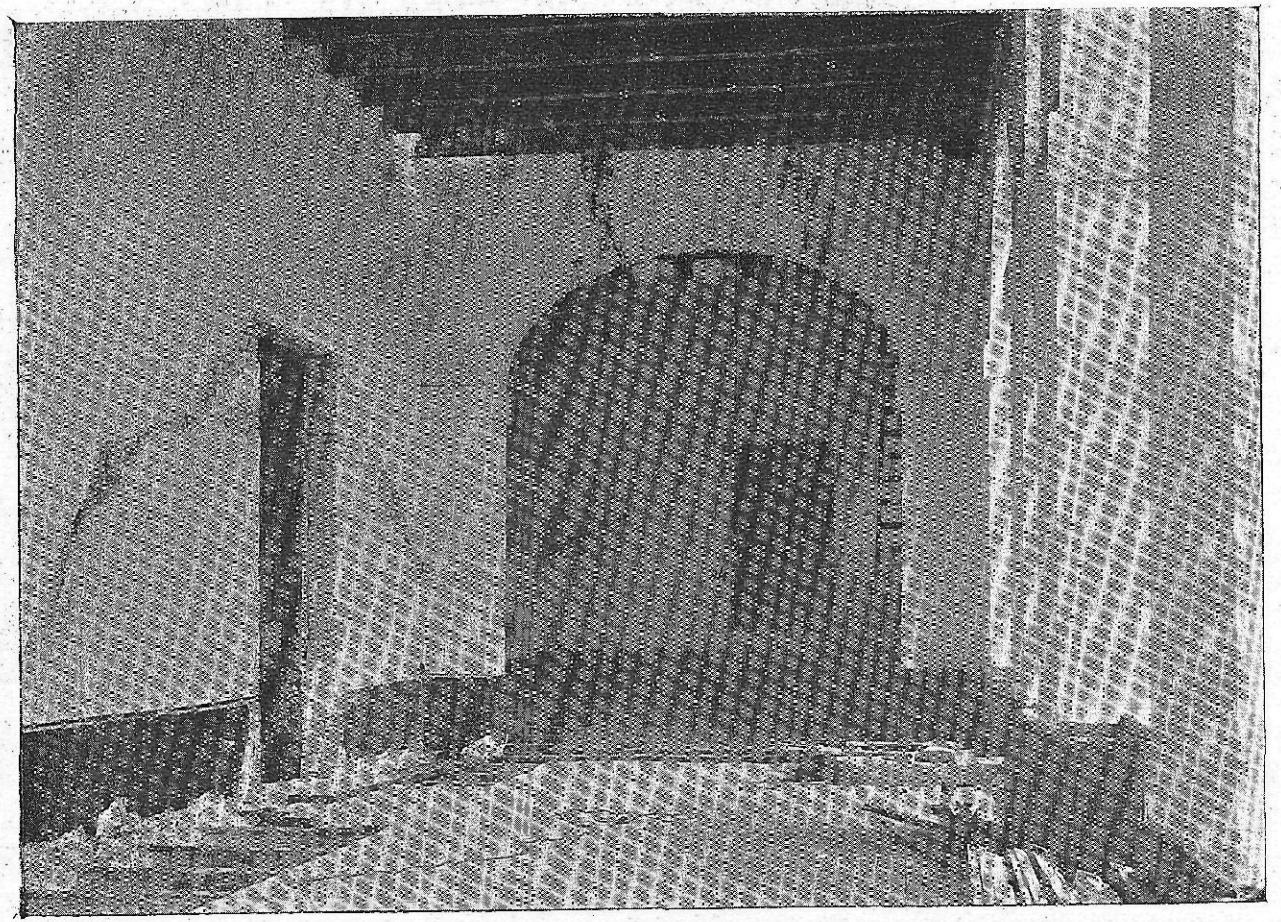
PLANO DE SITUACION DE LAS VISTAS FOTOGRAFICAS



Escala de 1 : 200

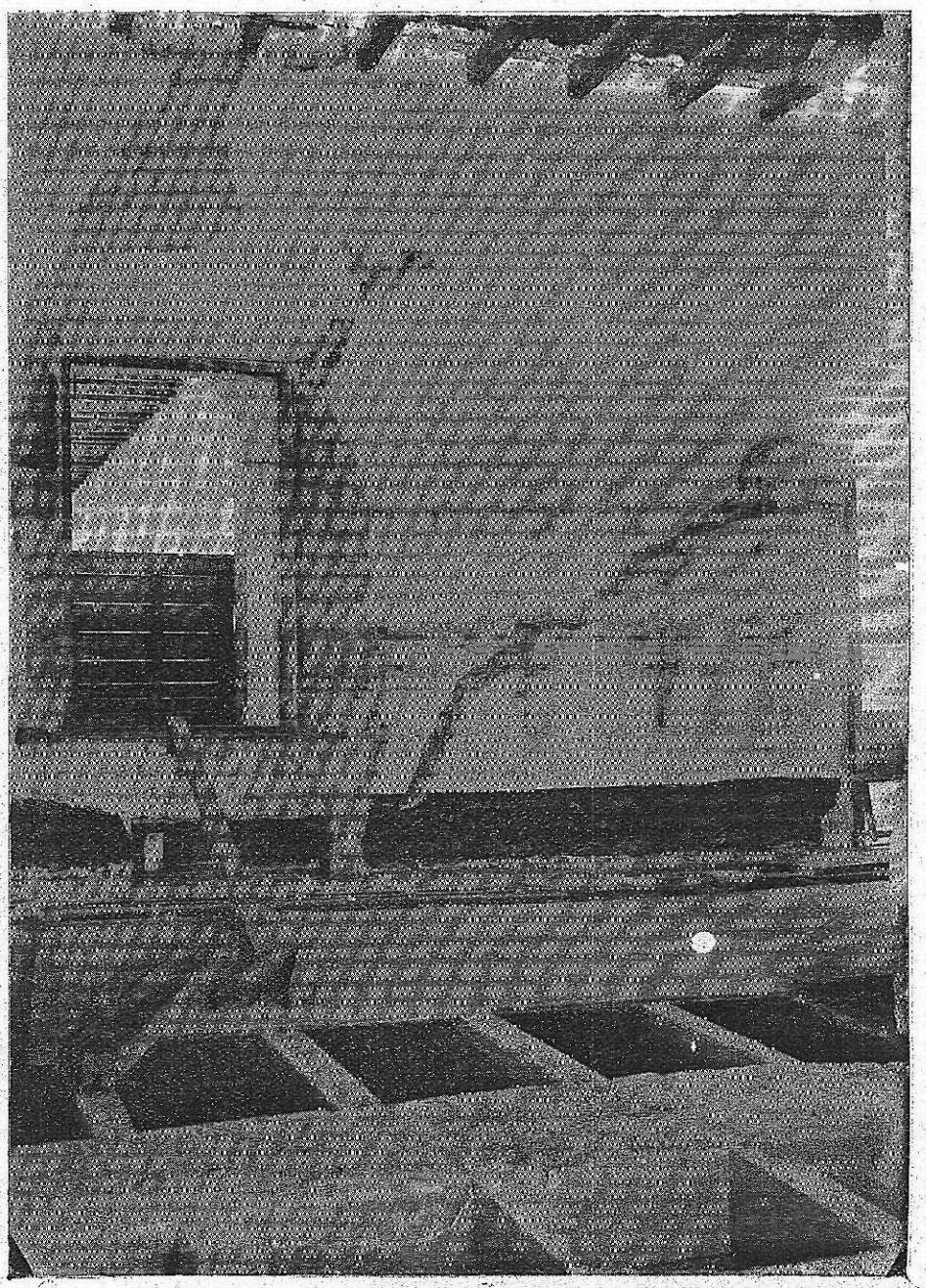
Lám. 7.

PLANTA PRINCIPAL.—MURO INTERIOR *A'*.—*Grietas.*



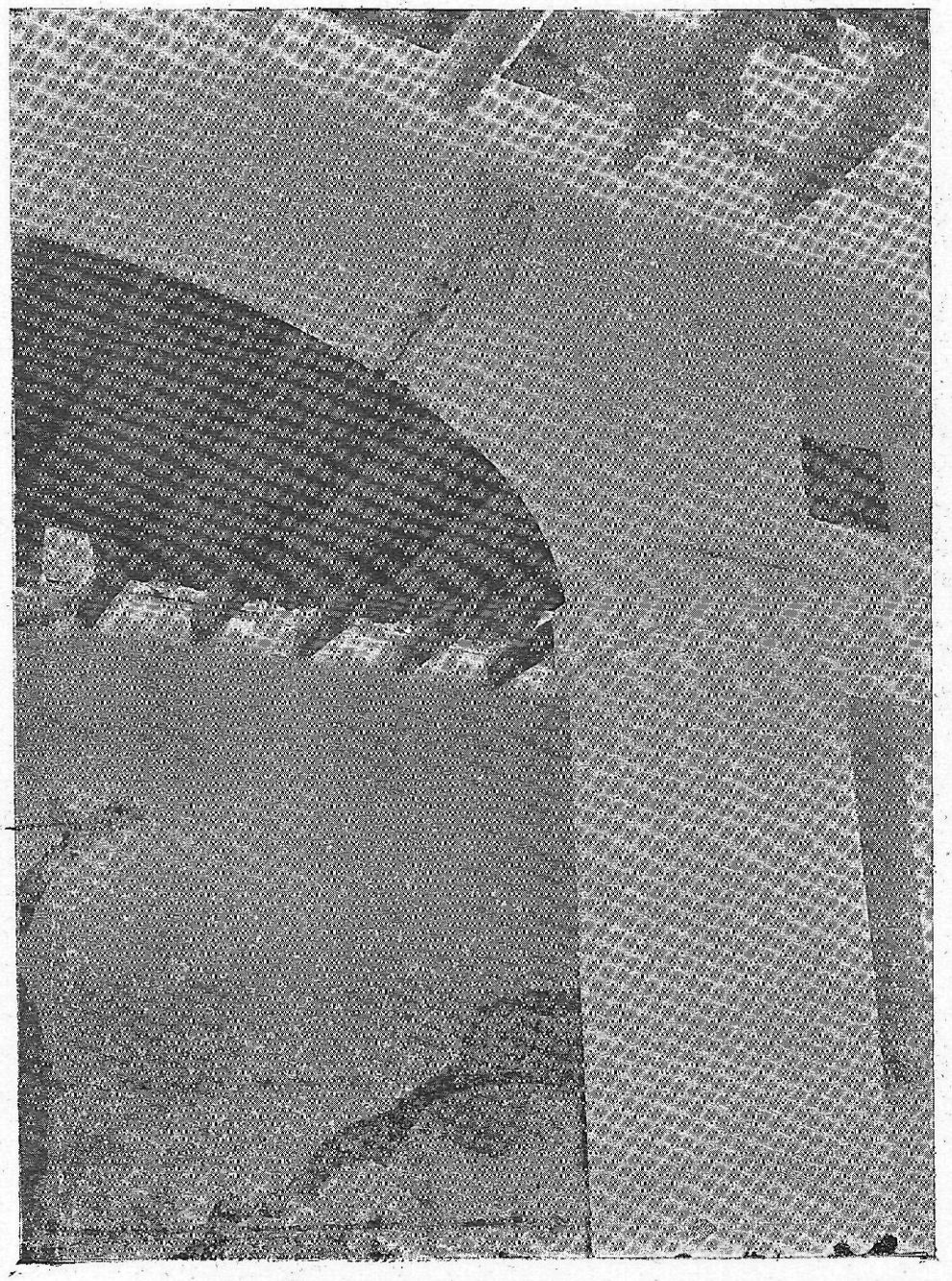
Lám. 8.

PLANTA PRINCIPAL.—MURO INTERIOR *B'*.—*Grietas.*



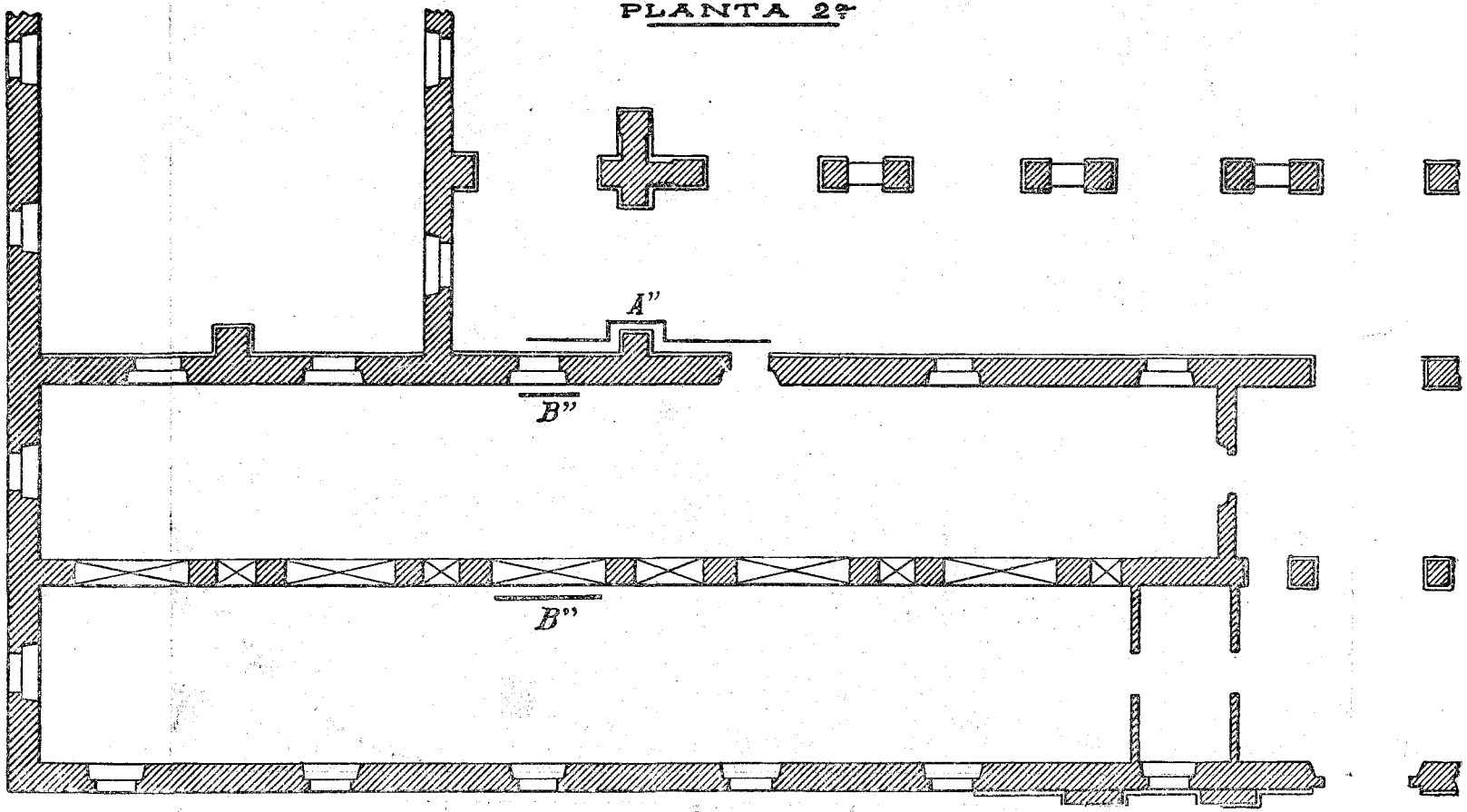
Lám. 9.

PLANTA PRINCIPAL.—MURO INTERIOR Y ARCADA CENTRAL *C' C'*.
Grietas.



PLANO DE SITUACION DE LAS VISTAS FOTOGRAFICAS

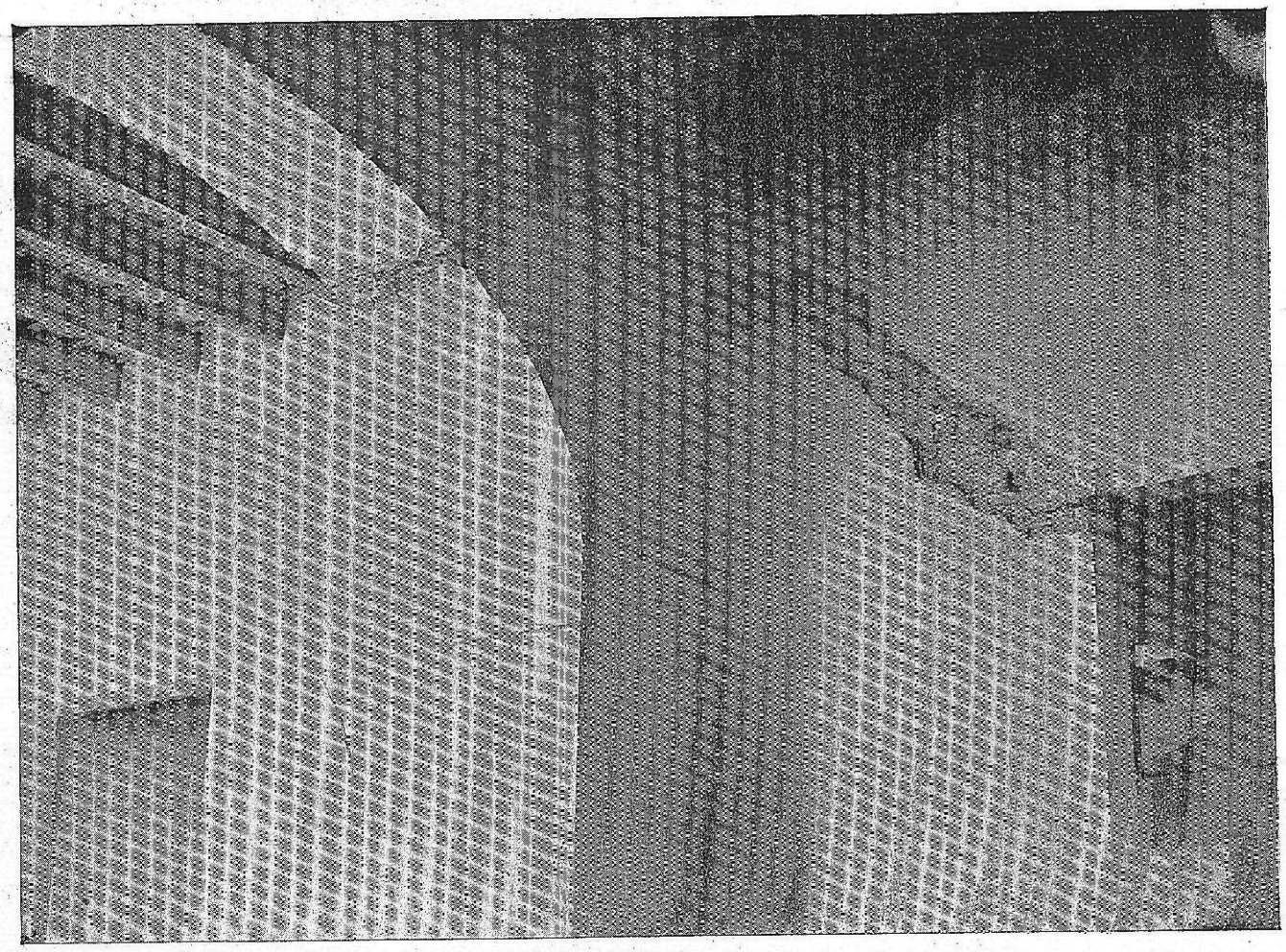
PLANTA 2ª



Escala de 1 : 200

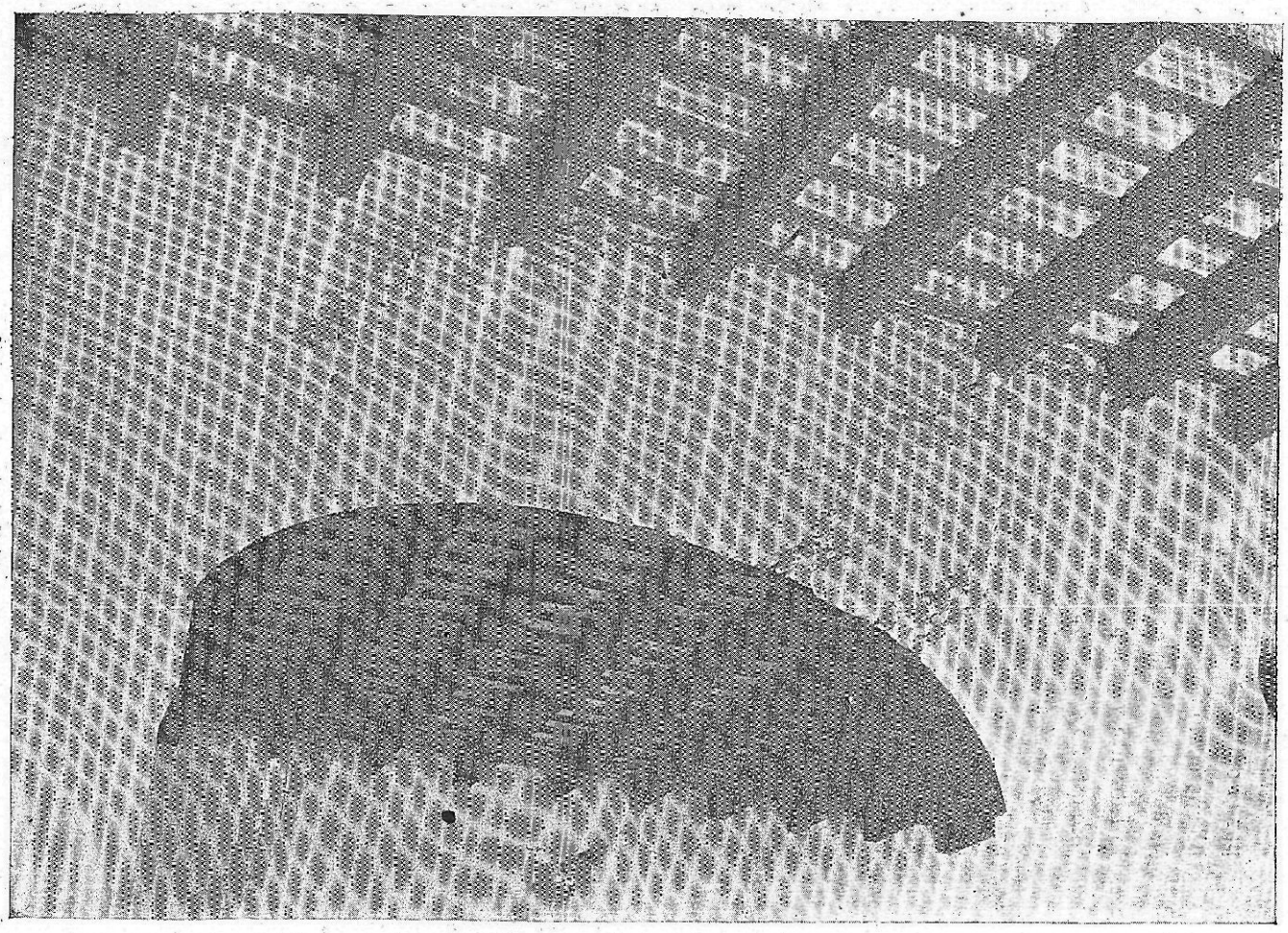
Lám. 11.

PLANTA SEGUNDA.—MURO INTERIOR *A″*.—*Grietas.*



Lám. 12.

PLANTA SEGUNDA.—MURO INTERIOR Y ARCADA CENTRAL *B″ B″*.—*Grietas.*



Como resultado de los estudios hechos para la reparación se propuso, por el entónces comandante D. Manuel Valls, y fué aprobado por el gobierno como única solución, el derribo de toda la parte agrietada; pero hecho cargo de la comandancia de la plaza el teniente coronel D. Teófilo Llorente y practicados nuevos reconocimientos, opinó este ilustrado jefe que no era necesaria tan radical medida.

Empezó sus trabajos de reparación por un recorrido general de las azoteas, para evitar las filtraciones á través de los muros y el deterioro de las maderas de los pisos, ya en bastante mal estado á causa del abandono en que se encontraba la obra desde que fué desalojada. Sus investigaciones y reconocimientos, hijos del mejor deseo, tendieron principalmente á estudiar si había un medio de salvar de la demolición el ángulo N.-O.

Para ello puso al descubierto todas las grietas que se manifestaban en los muros, arcos y dinteles y reconoció el edificio con todo detalle, deduciendo que el derribo y reconstrucción de la parte agrietada era obra que ofrecía sérias dificultades, expuesta á graves inconvenientes, por muchas que fueran las precauciones que se tomasen; de un coste excesivo y que por su larga duración imposibilitaban el empleo del cuartel para alojamiento de tropas, en perjuicio de los intereses del Estado y bienestar de la guarnición. Para evitar esos inconvenientes, decidióse á adoptar otro sistema de reparación que esperaba diera idénticos, ó tal vez mejores resultados, que el ya aprobado de demolición. Decidióse, pues, á ello, con el convencimiento de ese buen resultado y creyendo que, pues los gastos no ascendían sino á unos 2000 duros, bien valía la pena de probarlo, por cuanto siempre se estaba á tiempo de derribarlo todo, si no se obtenía el objeto apetecido.

He aquí la descripción que de la obra ejecutada hace el distinguido jefe á que nos referimos, en la Memoria anual presentada al finalizar el año económico de 1870 á 71:

»Se dió principio á la reparación, después de apuntalar en firme ar»cos, puertas y ventanas, por abrir dos cajas para cimientos con arena, y »establecer, sobre estos cimientos, un arco nuevo de enlace entre los mu»ros de fachada é interior y por construir otro que estaba ruinoso. (Trá»tase del ángulo N.-O.)

»Llevado esto á efecto con las debidas precauciones, ya por la floje-»dad del terreno, ya por no poderse poner, sin peligro del fondo de los »actuales cimientos, hechos también con arena y cuyos muros de con-»tención están expuestos á grandes empujes por la pequeñez de la ber-»ma, se procedió á abrir el fondo, rellenando los agujeros con arena cer-»nida y fina, establecer los muros de ladrillo de $0^m,27$ de espesor y 1 me-»tro de altura, que habían de contener la del cimiento, y, por fin, apiso-»nar ésta por capas, después de bien escogida y humedecida. Construído »el hormigón de $0^m,27$ de espesor, ejecutado con todo esmero, se levan-»taron los arcos de ladrillo, enlazándolos á las paredes por dientes abier-»tos en la mampostería.

»Al construir estos cimientos con arena se tomó la precaución de »darles una anchura de berma tal, que en ningún caso sufriesen los »muros que los contienen otro empuje lateral que el de las arenas á »ellos adosadas. Estos arcos de enlace y cuyo objeto al construirlos de »ancho cimiento ha sido no sólo por exigirlo así su naturaleza, sino por »aliviar los del muro que más habían sufrido, repartieron el peso que »sobre ellos gravita sobre mayor extensión superficial, ejecutándose »bajo igual forma en todos los muros de traviesa que existen en este »ángulo N.-O.; pero en vista de no creer necesario este aumento de gas-»to, dado el buen resultado de los construídos y más indispensables, ya »porque el haberse ocupado el cuartel en ese tiempo con dos batallones »de infantería y sus oficiales perjudicaba notablemente á la buena eje-»cución de las obras, aumentando su costo, se desistió, toda vez que se »está á tiempo de continuar el sistema empleado para la mayor seguri-»dad, si lo que no es de suponer, algún indicio se manifestara de que lo »hecho no era aún suficiente. En la actualidad, fines de septiembre (1871), »que ha quedado reparado por completo el referido ángulo N.-O. de que »se trata, quitados todos los apuntalamientos, ocupados los dormitorios »altos por una compañía y música y el cuerpo de guardia por el oficial, »no se vé la más ligera señal de que los cimientos sigan cediendo; y sin »causas extrañas que lo motiven, hay más que fundado motivo para »que continúe toda esta parte en el completo estado de solidez que hoy »tiene.»

Por desgracia, las predicciones del teniente coronel Llorente no es

realizaron. Los cimientos continuaron cediendo y con ellos siguieron su movimiento de descenso los muros, lo que ha sido con sobrada razón causa de que constantemente se preocupasen cuantos jefes han estado encargados de esa comandancia. Pero era preciso, en primer lugar, tratar de averiguar de una manera cierta la verdadera causa del descenso de los muros. ¿Era, como decía el teniente coronel Llorente, la poca anchura dada á los cajones de arena la razón de que el prisma de empuje, obrando sobre las cítaras de revestimiento, los hubiera agrietado, dejando escapar parte de aquélla y produciendo en consecuencia la depresión del muro? No debía ser ésta la causa buscada, por cuanto construídos por dicho jefe los cimientos de los arcos transversales de enlace, por un sistema análogo al empleado, pero con mayor anchura, á fin de que las cítaras no sufriesen más que el empuje de la arena, y cogidas con ostras y buen mortero en unos puntos, con yeso en otros, las grietas existentes, éstas volvieron á abrirse, lo que demostraba la continuación del descenso del muro.

Era, pues, necesario dirigir las investigaciones por otra parte y el hoy coronel del Cuerpo D. José Laguna, en 1872, siguiendo el estudio de las grietas observó que parecían aumentar en la época de lluvias, quedando estacionarias durante la de secas, notó también que la tajea del ángulo N.-O., que recoge las aguas de una gran extensión de azotea, no llevaba al aljibe el caudal que le correspondía, por lo cual mandó descubrirla, la encontró rota y presumió que dicha rotura era antiquísima, tal vez desde que se construyó el hormigón de la galería, por los indicios que presentaba la fábrica, puesto que debió romperse la endeble tajea al apisonar aquél; dicha rotura tenía los labios deprimidos, lo que producía el escape de una gran cantidad de agua hacia el muro exterior y de traviesa, en cuyos alrededores se encontraba el terreno sumamente húmedo. Rehízose la tajea y, á fin de evitar nuevos accidentes, introdújose un tubo de plomo para conducir las aguas al aljibe. La consecuencia que de sus observaciones dedujo el coronel Laguna, fué que el agua filtrada lamía la arena, deslizándola poco á poco, disminuyendo la base del muro, que naturalmente asentaba por su propio peso.

Si algo se corrigió el progreso de las grietas con el arreglo anterior, aún debía haber otra causa que las produjera, por cuanto posteriormen-

te se volvió á notar su progreso, por medio de los testigos de papel colocados para su estudio, siempre en los mismos sitios y en las mismas direcciones, observándose que las grietas seguían aumentando precisamente en la época de lluvias y disminuían en la de secas, sin duda porque las partes superiores buscaban su asiento sobre las inferiores.

En 1888, el coronel subinspector del Cuerpo D. Manuel Cortés, ordenó un nuevo estudio del asunto y pidió su opinión al hoy general D. Julián Chacel. Este jefe hizo el primero con todo detalle y emitió ésta, fundada en gran número de datos recogidos y acompañándola con las de los maestros de obras, que, por ser ya antiguos en esta comandancia, conocían la historia de todas las observaciones hechas y disposiciones adoptadas.

Para juzgar con el mayor conocimiento de causa posible, el general Chacel empezó su estudio colocando testigos de papel que señalaran el curso de las grietas y practicando catas para determinar la naturaleza del subsuelo. Los primeros comprobaron la marcha ya indicada; y los segundos, que el terreno está formado, hasta una profundidad media de 5 metros, por aterramientos de basuras y escombros, conforme ya hemos indicado anteriormente, observándose una humedad excesiva desde los 3 metros de profundidad.

Con estos antecedentes emitió su opinión el citado jefe, partiendo de la base de que la cimentación es buena en clase y en dimensiones, fundado en que, lo mismo que los muros ruinosos, se hallan cimentados otros de tanta extensión, como sucede con el de la fachada Norte y una porción de los transversales, sin que ninguno acuse la menor señal de hundimiento; de lo cual dedujo que caía por su base la suposición del teniente coronel Llorente, que consideraba de poca anchura los cimientos.

De conformidad con la opinión del coronel Laguna achacó al agua el reblandecimiento del subsuelo, buscando la causa de la humedad notada ya en la rotura de las tajeas, ya en los escapes que pudieran tener los dos aljibes próximos al ángulo N.-O.; y á este fin, reconoció ambos y observó que existían efectivamente, en el del Oeste á la altura de arranques y en el del centro desde una altura de $1^{m},60$. Penetrado de la causa de asiento de los muros, dispuso el arreglo de las tajeas, in-

troduciendo en ellas tubos de plancha de hierro galvanizado para la conducción del agua, y la reparación de los aljibes desde la altura en que se presentaban los escapes, terminando por coger las grietas con mortero de cemento y estableciendo llaves de ladrillo, una vez que hicieron asiento las mamposterías superiores de las grietas. Con estas disposiciones opinaba el entonces comandante Chacel que se corregirían los defectos apuntados y que no se producirían nuevas grietas ni se abrirían las antiguas.

Por desgracia, decimos otra vez, tampoco se han realizado estas predicciones: las antiguas grietas han continuado y se han abierto otras nuevas, siempre en la misma forma que aquéllas.

Al hacerse cargo en 1894 de la comandancia general subinspección el coronel D. José Laguna y observar el estado del cuartel, denunció como ruinosa la parte correspondiente al ángulo N.-O., que con este motivo fué desalojada. Para determinar con toda exactitud la marcha progresiva de las grietas, al mismo tiempo que se redactó el proyecto de recalzo, ordenarónse revistas mensuales al edificio, midiendo el descenso de los muros en la parte alta de la azotea y estudiando las variaciones de las grietas á fin de proceder con tiempo al apeo de muros y vanos, medición y estudio que se hicieron, si no mensualmente, con la suficiente frecuencia para deducir las observaciones necesarias, contenidas en el estado que se acompaña, en el que se ha tomado como punto fijo el 1, y se pueden considerar como tales los 5 y 10, pues las pequeñas diferencias que se notan obedecen á errores en la observación con el instrumento, hecha sobre una azotea. Puede decirse que el descenso de los muros no se ha acentuado desde octubre de 1895 hasta el mismo mes del 97; pero en cambio se han presentado nuevas grietas en la planta principal, y tanto éstas como las de la baja se hallaban todas abiertas al empezar la obra, y con una disgregación completa entre los materiales que sirvieron para acuñarlas.

EL PROYECTO.

Cumpliendo las órdenes recibidas, el hoy teniente coronel del Cuerpo D. Rafael Aguirre, hizo el proyecto para recalzar los muros del ángulo Oeste y la parte de los del Norte, Este y Sur, que se encuentran en mal estado. Este proyecto, terminado en 22 de septiembre de 1896, fué aprobado por Real orden de 4 de enero de 1897, con un informe laudatorio de la Junta Consultiva de Guerra.

Vamos á hacer una ligera descripción del citado proyecto.

Empieza el autor la Memoria por la sucinta exposición de los hechos y vicisitudes de que anteriormente hemos dado cuenta, sin detallarlos, como hemos creido necesario hacerlo nosotros para la mejor inteligencia de este escrito, y sin emitir opinión propia respecto á las causas que han podido producir los efectos cuyas consecuencias se trataba de evitar, terminando su introducción con este párrafo que justifica bien claramente la necesidad de la obra: «Recompuestas las tajeas, el asiento »del terreno las vuelve á romper y el resultado es que el mal siempre »subsiste, necesitando una solución definitiva.»

Analiza después el estado del edificio en la época en que se redacta el proyecto, manifestando que había una depresión del terreno en la parte N.-O. que acusaba en los muros un movimiento de descenso que llegaba hasta cerca de 50 centímetros en los puntos 8 y 9; en el muro de fachada había grietas, pero pequeñas, sin que se acusara un movimiento sensible. Toda esta parte corresponde á la cimentación sobre arena, hasta el ángulo S.-O. que está en firme, como toda la parte Sur.

El muro Norte, cimentado sobre pilotaje, no acusaba movimiento, y solamente en el Este había algunos puntos en que, por haberse podrido

el pilotaje, se presentaron grietas que, cogidas varias veces, se abrieron de nuevo.

De las catas practicadas con anterioridad y de las hechas después, deduce lo que ya hemos indicado, respecto á la calidad del terreno en que está asentado el edificio, cuyos cimientos son, en parte, los corrientes sobre terreno firme, en parte sobre pilotaje y en parte sobre arena, siendo ésta la que había sufrido mayores asientos y la que necesitaba más urgente reparación.

Pasa á analizar las diferentes soluciones que pueden darse al problema, sobre la base de que «ya no sirven los paliativos y que forzosamente »ha de recalzarse la parte toda en que hay movimientos de importancia».

Entre los diversos procedimientos de recalzo que analiza, se decide por el sistema de recalzo sencillo para las partes de pilotaje que lo necesitaban y el de arcos de ladrillo sobre pilas de hormigón hidráulico, con envolvente metálica, apoyados en el terreno firme, que opina que se encuentra á una profundidad media de 5 metros, para el cimiento de arena. Desecha desde luego el sistema de recalzo de dos muros adosados á los actuales cimientos y apoyados en el terreno firme, fundándose en lo expuesto de abrir esas zanjas, dada la clase de cimentación empleada.

Entre las dos clases de envolvente, de fábrica y metálica, para la apertura de los pozos, se decide por la segunda, por la mayor facilidad para la colocación en obra, sin el inconveniente de su desaparición á largo plazo, pues, cuando no existan, será también innecesario su servicio por haberse convertido en verdaderos monolitos las pilas que encierran.

Era tal el estado de los cimientos de la parte N.-O. que, según manifiesta el teniente coronel Aguirre, al practicar un reconocimiento en el muro del Oeste, y llegar al nivel de la arena, hubo de suspenderse, porque la presión del muro la obligaba á salir. Otra razón para desechar desde luego la idea de atacar el terreno por el costado con los muros de contención de los cimientos.

Tampoco acepta el sistema de dobles pilas de hormigón que sirvieran de apoyo á vigas de hierro, sobre las que descansara el muro, pues aparte del mayor coste que representa por el aumento de obra y las fuertes vigas que habrían de emplearse, no parece acertado el empleo de hierro enterrado y sometido á los efectos de las filtraciones de las

lluvias, porque no tendría larga duración y resultaría puramente provisional una obra tan costosa. Nada nos parece más acertado para formarse idea del proyecto que transcribir la descripción que del mismo hace el autor.

»Como consecuencia del estado de los muros, cuyas grietas son alar»mantes, se propone el recalzo por dos distintos procedimientos, uno »para los muros cimentados sobre arena y el otro para aquellos que lo »están sobre pilotaje.

Muros cimentados sobre arena.—Estos han de cimentarse, según se »dijo, sobre arcos cuyos pies derechos lleguen hasta el firme; y para »ello, por las razones también expuestas, se abren pozos, excavándolos »dentro de una envuelta de hierro. Estas se forman con palastro de 6 mi»límetros de grueso, reforzados con escuadras que aseguran el enchufe. »La altura de cada tambor es de $1^m,20$, que corresponde al ancho del pa»lastro, y un diámetro de $1^m,35$, para que permita inscribir un cuadrado »de $0^m,95$, dimensión necesaria para el arco que apoya sobre el pilar.

»Antes de empezar la nueva fundación se propone apear los muros »y pisos en la forma que se va á exponer brevemente, porque en el »pliego de condiciones se detalla más el procedimiento de ejecución.

»Se apean primeramente los pisos con un entramado, en que las »piezas principales son de $0^m,25$ por $0^m,20$ en la planta baja, $0^m,20$ por »$0^m,20$ en la principal y $0^m,20$ por $0^m,15$ en la segunda, todos de pino de »tea, aquí conocido por *pitch-pine*, correspondiendo las escuadrías á pul»gadas 10 por 8, 8 por 8 y 8 por 6. Este apeo no es más que accesorio, »así como el de los vanos, debiendo hacerse antes que el de los muros, »que es el principal, para prevenir algún movimiento al abrir las rozas »en muros que se encuentran cuarteados.

»El principal apeo, el de los muros, se hace con caballetes formados »por una cumbrera de $0^m,30$ por $0^m,30$, de madera de ausubo, apoyada »sobre dos pies derechos de igual escuadría y sobre tornapuntas (1), de »manera que casi todo el peso del muro se transmite directamente, sin »producir flexión, hasta la solera. Estos caballetes podrían en rigor »hacerse también de pino-tea, pues no habiendo flexión tiene resistencia

(1) Esta disposición puede verse en la lámina 17, que se inserta más adelante.

»sobrada para ello, según se verá después, y solo por mayor precaución, »á causa de la homogeneidad del ausubo, se prefiere este material. »En el caso de haber dificultad para la adquisición de las no muchas pie»zas gruesas, ese ausubo se podría substituir por el pino-tea, encargán»dolo á los Estados Unidos.

»Las cuñas necesarias para el ajuste son de capá, madera muy su»perior para el objeto al ausubo, que tiene, por su mucha compacidad, »una superficie casi pulimentada.

»La forma en que ha de abrirse la roza y precauciones que exige, »van especificadas en el pliego de condiciones, por lo que sería aquí una »repetición de detalles que no son muy interesantes, pues cualquier in»geniero ha de proponerlos de la misma manera.

»Una vez apeado el muro á la altura necesaria para trabajar en los »pozos, se derriba el trozo de muro y se pone la envuelta de hierro para »empezar la excavación, haciendo bajar el tubo, añadiendo nuevos ani»llos á medida que se profundiza, hasta llegar á la tosca, que ha de ser »el nuevo firme.

»Enrasado éste dentro del tubo se llena de hormigón, formado por »dos partes de cemento y cinco de arena para el mortero, uniendo des»pués el producto con 15 volúmenes de piedra triturada para formar el »hormigón.

»Lleno el tubo y volteados los arcos se rehace la mampostería hasta »el apeo, con las precauciones naturales que se indican en el pliego de »condiciones, por lo que no se repiten aquí.

»Todas estas operaciones se han de hacer sucesivamente en cada uno »de los pozos, á fin de que no quede un tramo de dos sobre el apeo, pres»cribiéndose también en el pliego de condiciones la marcha que para »ello ha de seguirse.

»Muros sobre pilotaje.—En éstos no hay necesidad de procedimien»to tan complicado: el no existir arena hace que se pueda prescindir de »los pozos, atacando por el costado pequeños trozos de cimiento, enti»bando convenientemente la excavación.

»Esta se lleva por tongadas, cuya altura es el ancho de un tablón »(0^m,30). En los muros, salvo la parte correspondiente á la caja de las »letrinas, nada hay que merezca más detalle que los explicados en el

»pliego de condiciones; en la letrina se propone hacer la demolición por »trozos pequeños de 1 metro á lo sumo, acuñando después de hecho el »asiento, rehaciendo después los trozos intermedios.

»En los pilares de la arquería del patio hay uno del ángulo S.-E., que »por su mal estado y dificultad del recalzo hay que rehacer, para lo que »se atirantarán los arcos inmediatos, con lo cual, dada la poca luz de »ellos, no hay peligro de que se produzcan movimientos. El otro pilar »no tiene más dificultad que la producida por la inmediación del aljibe, »sobre el cual insiste en parte; pero esto hace posible no derribarlo, re»calzándolo sencillamente la parte sobre pilotaje, cuyo asiento distinto »ha producido las grietas.

»En toda esta parte N.-E. y Sur se utiliza gran parte de los apeos »del Oeste, habiendo de añadirse tan solo los tablones para el encofrado.

»En una y otra parte de las obras se ha incluído, como necesarias, »otras que, aunque de poca importancia, son necesarias.

»En la parte del Oeste proyéctanse bajantes de fundición, que ga»ranticen contra futuras humedades del muro y en vez de las tajeas »de conducción de aguas al aljibe, que con el asiento del terreno se »rompen sin poderlo evitar, se pondrán tubos Lavril, que tienen en sus »juntas bastante flexibilidad para seguir los movimientos del suelo y »que aun teniendo que rectificar su colocación si los asientos llegan »á ser excesivos, no por eso son valor perdido como una tajea.

»Para el recalzo de los muros de la letrina, como hay que desalojar »ésta, se instala provisionalmente en el local contiguo, con fácil salida »directa á la alcantarilla.

»Se incluyen además las reparaciones que son consecuencia precisa »del recalzo, como las de los pisos que se inutilicen con las excavaciones »y el coger las grietas con llaves de buena fábrica, hecha con el mortero »número 3 del pliego de condiciones, ó sea mortero ordinario con un »cuarto de cemento.

»Cimientos.—Una parte de los cimientos está directamente sobre el »terreno firme y ningún movimiento ha tenido; otra parte está sobre »pilotaje y en ésta, solo en algunos puntos determinados que se observa »que son en general aquéllos en que mayores humedades puede haber, »se han presentado movimientos. Para estos puntos se propone el recalzo,

»y aunque quizá más adelante haya que extenderlo, por ahora, y en »plazo que no puede precisarse, no es necesario más que lo propuesto, »sobre todo si se tiene en cuenta que la excelente calidad de las maderas »empleadas en pilotes le dan aún una duración indeterminada.

»La parte del Oeste es la que, por estar cimentada sobre arena en la »forma explicada, es la que mayores movimientos ha tenido. Toda la »mitad Norte de la región Oeste está grietada de modo alarmante y »alarmante también es su descenso, por lo que se propone el recalzo; la »mitad meridional, que en su extremo está sobre firme, acusa también »algún ligero movimiento; pero sea por la menor profundidad de la »arena, sea por no ser este punto de salida de aguas, nada hay de alar»mante. Aquella primera mitad quedará ahora sobre firme.

»Dimensiones de cada uno de los elementos.—En las partes que se »rehacen, como son los cimientos, en substitución del pilotaje y la parte »baja de algunos muros, las dimensiones son obligadas y no hay para qué ocuparse de ellas. Los pilares en que apoyarán los arcos del nuevo cimiento del Oeste, tienen una dimensión igual al espesor del muro $0^m,95$ »y la otra dimensión es igual, pues la sección que resulta de 0,90 metros »cuadrados es más que suficiente para resistir el peso que ha de sopor»tar, pues, con esta sección, á 9 kilógramos por centímetro cuadrado, »trabajo pequeño para un hormigón y para la tosca en que se asienta, se »podrían cargar 81 toneladas; casi doble del peso del muro y su cimiento.

»Los apeos también están ámpliamente calculados: el principal es el »caballete que ha de apear el muro y sobre él, en el caso más desfavo»rable de soportar, además del muro, la mitad de la azotea y pisos, car»garían 15,20 toneladas en la forma siguiente:

Desde el apeo hasta el primer piso.	2,13 m.³
Hasta el segundo.	4,13 »
Hasta el pretil inclusive.	4,14 »
	10,40 m.³
Descuento por vanos.	1,00 »
Cubo por metro de muro.	9,40 m.³
Que á 1900 kilógramos por metro cúbico, pesa.	17,86 ton.ˢ
Azotea, á 300 kilógramos el metro cuadrado. . .	0,83 »
Dos pisos de tabla, á 50 kilógramos.	0,27 »
En total.	18,96 »

»Y estando los caballetes á $1^m,60$ corresponde á cada caballete 30,40 »toneladas.

»Repartido este peso en los apoyos del caballete, corresponde á cada »uno 16,20 toneladas.

»La sección de estas piezas es de $0^m,30$ por $0^m,30$ y la carga por cen»tímetro cuadrado no llega á 17 kilógramos, que cubre muy ámplia»mente la resistencia de la madera de pino de tea y mucho más la de »ausubo, preferible por su mayor homogeneidad.

»No hay que hacer ninguna reducción de carga por longitud de la »pieza, pues ésta no llega á ocho veces la sección.

»En el muro intermedio, aunque la carga de azotea es mayor, como »aparte de que esta se apea, hay más huecos, la carga es menor.

»En el apeo de pisos y azotea, colocados los pies derechos á distan, »cias que, en el caso más desfavorable, no exceden de $1^m,60$, carga sobre »uno del piso segundo 1320 kilógramos, y como tiene 20 por 15 centí»metros corresponde 4,4 kilógramos por centímetro cuadrado, y como »su longitud efectiva es de $4^m,20$, ó sea veintiocho veces la menor dimen»sión, equivale la carga á dos y un tercio veces sobre pieza corta ó sea »10,3 kilógramos, que para el objeto á que se destina es muy admisible»pues algo del peso ha de cargar siempre sobre el muro y con ello se »contó al calcular el caballete.

»Los apeos de los otros dos pisos aún están en mejores condiciones, »pues la carga y longitud de las piezas aumenta poco y se ha llevado su »escuadría á 20 $\times$ 20, y 25 $\times$ 20 en el principal y en el bajo.»

Para la ejecución de la obra la dividía el autor del proyecto en dos períodos distintos, calculando el presupuesto sobre esta base, á fin de poder utilizar en el segundo todos los materiales accesorios, tales como la madera y los demás medios auxiliares.

El recalzo de los muros del Oeste es el más urgente y por esta parte cree que conviene empezar, para una vez en firme aquéllos, continuar con el recalzo de los del Norte, Este y Sur; siguiendo este método calcula la duración de la obra en quince meses.

Por la naturaleza de ésta, opina que debían ejecutarse los trabajos por administración, subastando únicamente los materiales de importancia, tales como la madera y el hierro.

Acompañamos á esta Memoria la parte de los planos necesarios para la mejor inteligencia; el proyecto contiene todos los detalles imprescindibles para hacerse cargo de la obra, á lo que contribuye el pliego de condiciones, en el cual se especifica la manera de llevarla á cabo en cada una de sus partes.

La cantidad presupuestada en el proyecto era de 38.600 pesos.

Ya hemos dicho que este proyecto mereció la superior aprobación, sin que se hiciera sobre él observación alguna por la reunión de ingenieros que forma parte de la Junta Consultiva de Guerra, la cual, en su informe, después de hacer una detallada descripción de aquél al analizar la solución dada al problema, refiriéndose á la acertada elección de materiales y diferentes clases de fábricas, dice que «demuestran gran »acierto y conocimiento en el servicio de obras y de la localidad los mi»nuciosos detalles para la ejecución que se especifican en la Memoria y »en el pliego de condiciones facultativas, prueban la importancia que »tienen (las obras), no por su coste ni por su desarrollo, sino por lo pe»ligrosas, y que exigen constante vigilancia de parte del ingeniero cons»tructor, y que no se haga absolutamente nada sin que preceda su or»den»; y acaba diciendo que «una vez terminada la obra con éxito, se »recompense al autor, como en otras ocasiones se ha hecho por trabajos »de igual exposición é importancia, como los del edificio de esta corte »llamado Consejos y Capitanía general».

Por la ligera descripción hecha del proyecto y por lo que se ha copiado del informe de la reunión de ingenieros, emitido después de un detenidísimo estudio de aquél, puede juzgarse del esmero, cuidado é inteligencia con que su competente autor lo redactó; y lo que con esta buena redacción, unida al estudio hecho de todos los antecedentes y opiniones que sobre tan importante reparación habían emitido los jefes citados anteriormente, se facilitó al que suscribe la ejecución de la obra, cuya marcha va á describirse de la manera más concisa posible, no con objeto de enseñar nada nuevo, sino exclusivamente con el de dar á conocer este trabajo, é indicar las principales dificultades que se encontraron y manera cómo se han remediado, por si su conocimiento pudiera ser útil á los compañeros que tengan, durante el curso de su carrera, la desgracia de dirigir alguna obra de la especie que nos ocupa; desgra-

cia, decimos, porque consideramos que lo es, y no poca, verse sometido durante once meses á la tensión de espíritu que representa el pensar la variedad de accidentes que pueden ocurrir en el recalzo de un edificio de tres pisos, cuyos muros se sostienen tan sólo por la cohesión de las fábricas, cuyos cimientos de arena pueden desaparecer en el momento en que, no por descuido ó imprevisión, sino porque no haya medio de evitarlo, encuentre aquélla fácil salida al tratar de atravesar la capa que forman los mismos con una de las envolventes metálicas; por el temor, en fin, de que uno de los infinitos cabos, que es indispensable tener atados, haya quedado suelto. Desgracia, además, por ser una obra oculta, sin lucimiento, que no deja escrito el nombre del que la ejecuta, sino á muchos metros de profundidad; visible sólo para algunos pocos, para los que han seguido su curso ó para los competentes en estas materias; y hay que reconocer que, lo mismo al abogado que al médico ó al artista, satisface al ingeniero el trabajo que queda impreso con caracteres visibles para todo el mundo y que sólo el tiempo puede borrar.

Permítasenos, antes de dar cuenta de la marcha de la obra, una pequeña digresión como resumen de cuanto llevamos expuesto.

El edificio está cimentado de tres modos distintos (fig. 19): por el sistema ordinario, sobre el terreno firme, al parecer; sobre pilotaje, y sobre arena, en sitios donde fué preciso abrir una zanja hasta de *diez* piés de altura (2,25 metros); en unas partes se dejó esta zanja sin revestir; en otras se revistió con una simple cítara de ladrillo, que un movimiento extraño destruyó, proporcionando fácil salida á la arena, rompiéndose por completo la estabilidad de la construcción.

Indudablemente los terremotos del 67 y 68 resintieron por su base la construcción, haciendo sentir sus efectos en la parte más débil, tal vez por serlo, ó tal vez porque en ese punto el movimiento del subsuelo se acentuó más; es posible lo segundo, pero es más probable lo primero, pues la superficie ocupada por el cuartel no es tan grande que no pueda suponerse en ella el movimiento lo relativamente uniforme que fenómenos seísmicos, tan poco conocidos hasta ahora, permitan suponer. Lo que estos fenómenos empezaron, se encargó indudablemente de continuarlo el agua procedente de las tajeas ó de los aljibes, ó tal vez de las filtraciones, socavando la parte ya resentida, y este trabajo constante

posterior, queda bien claramente demostrado por el movimiento de las grietas, tan perfectamente estudiado por todos los encargados de ese trabajo.

En su estudio sobre las grietas del cuartel, apunta el coronel Laguna la idea de que tal vez se adoptó la cimentación sobre arena, por las noticias publicadas en aquella época en el *Memorial de Ingenieros* francés. Es muy posible. Precisamente hacía pocos años, como consecuencia del buen resultado de las experiencias hechas en Bélgica, se fundó sobre arena el polvorín de uno de los fuertes de la márgen izquierda del Escalda. Ya anteriormente habíanse fundado de la misma manera las obras de Bayona, y cambiado por arena el pilotaje que servía de apoyo á una de las bóvedas de la cortina de Philippeville, en Charleroi, que había hecho asiento. Es, pues, posible, como decimos, que los ingenieros del año 54, animados del mejor deseo, y en vista de los buenos resultados de ese sistema de fundación, le aceptasen, sin tener en cuenta las diferentes circunstancias en que se encuentra Puerto-Rico con respecto á los demás países donde se empleó, sobre todo, la clase de terreno en que se cimentaba.

Creemos que al cimentar, como lo hicieron, sufrieron una equivocación, hija del mejor deseo, que en nada hace desmerecer el mérito de su obra, verdadero modelo de construcción, como puede juzgarse aun sin conocerla, puesto que á pesar de los percances sufridos, y á pesar del tiempo que lleva en estado ruinoso el ángulo N.-O. (treinta años), se ha conservado en pie y ha aguantado, sin resentirse, toda la obra de recalzo.

La distribución del edificio no puede ser más adecuada al objeto para que se destinaba, y aun hoy en día, que tanto han aumentado las necesidades de los cuarteles, llena su cometido á satisfacción y con la comodidad necesaria para las fuerzas alojadas.

Las fábricas que forman los muros de mampostería mixta, están hechas á conciencia y demuestran la inteligencia y buena dirección que han tenido. Al abrirse las rozas necesarias para el apeo y para el recalzo encontraban los albañiles más facilidad en romper con el cincel la piedra que el mortero; tal era la dureza de éste.

Las maderas de los pisos y azoteas se conservan hoy casi en el mismo estado que cuando se pusieron en obra.

No es posible juzgar del gusto artístico de un ingeniero tomando como modelo un cuartel; sin embargo, el patio central del que nos ocupa es una verdadera belleza artístico-militar, por decirlo así; las proporciones de las arcadas, los vanos abiertos para darle ligereza, son de un gusto que no suele encontrarse en aquella época en obras de esta clase.

Creemos que, á pesar de las causas que han motivado el recalzo, el edificio acredita á un ingeniero y honra al Cuerpo á que éste pertenece.

No se entienda en lo que decimos el deseo de aminorar el mal efecto que pueda haber producido nuestra franqueza al emitir opinión sobre la clase de fundaciones empleadas; la misma con que hemos explanado ésta, tenemos para expresar el íntimo convencimiento de que la equivocación sufrida en nada, absolutamente en nada, aminora el mérito de una obra que ha sido, es y será, durante muchos años, la admiración de cuantos han tenido, tienen y tengan ocasión de conocerla. Esa equivocación, cuya causa sin duda fué el excesivo buen deseo por administrar bien los intereses del Estado, debe servir de escarmiento á los que, con harta frecuencia, por no decir siempre, nos vemos obligados á proyectar con arreglo á un programa de necesidades, cuya principal base es la economía, á la que nos ceñimos forzosamente, resultando después obras que son motivo de crítica, por no satisfacer tadas las necesidades ó conveniencias que se deseaban, á causa del pié forzado de la economía.

LA OBRA.

CONFORME se proponía en el proyecto, y conforme se ordenaba en la Real orden de aprobación, se ha ejecutado la obra por el sistema administrativo, sacándose únicamente á subasta la madera y las envolventes metálicas; la cal y el ladrillo se hallan contratados para el servicio de la Comandancia; el cemento fué encargado al extranjero por conducto del ingeniero Sr. Gadea; la piedra, arena, grava, etc., se adquirieron por gestión directa. No se presentaron licitadores en ninguna de las dos subastas hechas para el suministro de la madera de ausubo y de pino del Norte; compróse la primera en la localidad, y para la segunda hízose un pedido con arreglo á dimensiones á la casa Tindlay, que á su vez lo encargó á los Estados Unidos, por no ser de uso corriente en la plaza, y no existir, por lo tanto, en almacenes piezas de las escuadrías necesarias.

La subasta para la adquisición de las envolventes metálicas anuncióse por dos veces al mismo tiempo en Bilbao y en San Juan de Puerto Rico, quedando desierta la primera, en ambos puntos, y rematándose en el último la segunda por los sobrinos de Abarca, en cuyos talleres se han construído todas.

Acopiados los materiales necesarios para la obra, dióse principio á ésta por el recalzo de los muros del ángulo N.-O. de que vamos á ocuparnos.

Muros cimentados sobre arena.

La primera operación llevada á cabo, después de los preparativos necesarios, fué el apuntalamiento de todos los vanos comprendidos

dentro de la parte que iba á recalzarse en la forma ordlnaria, sin que se presentasen dificultades, ni se notase más desperfecto nuevo que un ligero movimiento en la grieta (de la fachada) que corresponde á la tercera ventana de la fachada, al acuñar los marcos de apeo, movimiento que no ha seguido mientras han durado los trabajos.

En esta operación se empleó desde el 11 de junio del 97 hasta el 16 de agosto: durante ese plazo llegó la madera de ausubo para los caballetes, á cuyo armado dióse inmediatamente principio.

Poco tiempo después, el 15 de septiembre, quedó entregado el resto de la madera de pino de grandes escuadrías, necesaria para el apeo de pisos y azotea, soleras, etc., empezándose el apuntalamiento de los dos pisos contíguos al muro que precisamente debía recalzarse.

Era este el marcado en la lámina 13, con el número 3, por ser el que en peores condiciones de estabilidad se encontraba, y de él, la parte correspondiente al cruce con los transversales números 10 y 11, según puede verse en las fotografías y plantas en las láminas 1 á 12. Por la distribución de las pilas (lámina 13), á esa parte corresponden tres arcos, que se reunen en la correspondiente al cruce de los dos muros indicados.

Decimos que el muro 3 es el que más disgregado se encuentra, consecuencia lógica de ser también el que más asiento ha hecho, como puede verse en el estado de observaciones; la parte en que mayor ha sido el descenso es la marcada entre los puntos 8 y 9, de los que el último corresponde precisamente al cruce de los muros 3, 10 y 11. Por las fotografías puede observarse que el arco 10 se hallaba roto casi en la misma forma en los tres pisos, por una grieta que, partiendo del dintel de la puerta I, siguiendo por los riñones del arco y dintel de la puerta IV, venía á morir en el piso, próxima á la ventana VI. Esta grieta era la principal; aún había otras varias, de importancia también, pero no tan alarmantes como la detallada.

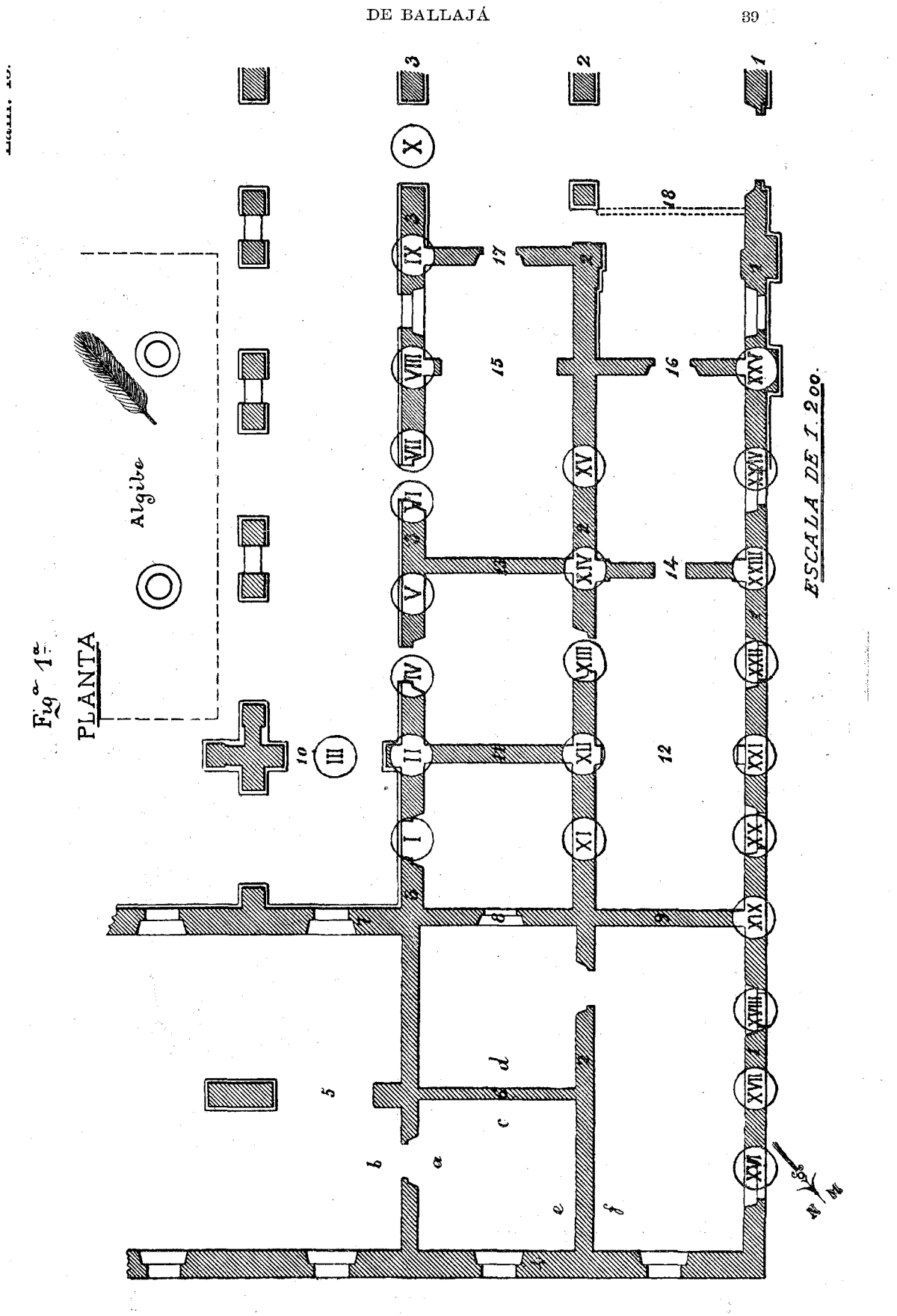
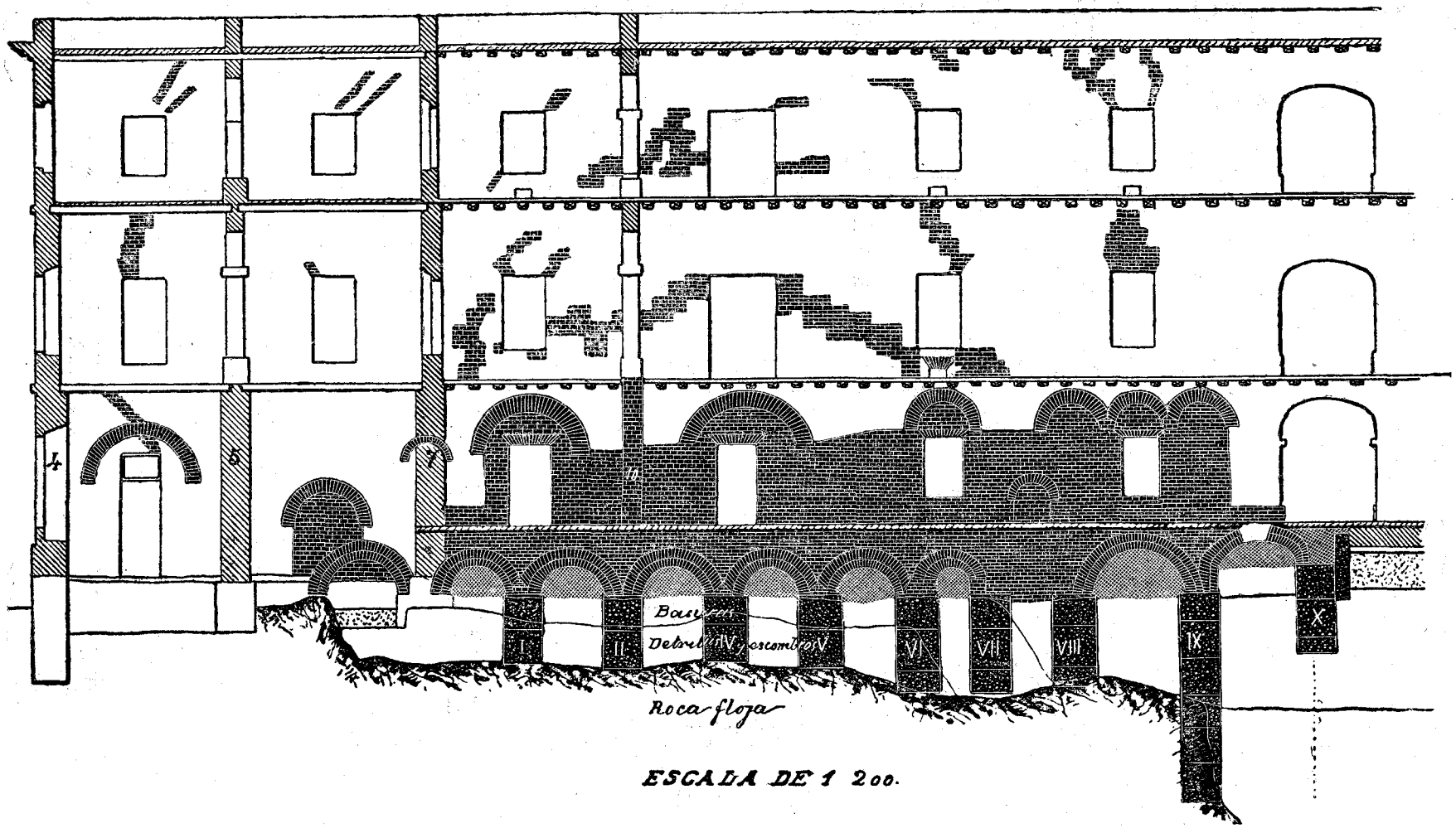


Fig.ª 1.ª
PLANTA
Algibe
ESCALA DE 1. 200.
N
M

Fig.ª 2.ª

MURO N.º 3.



ESCALA DE 1 200.

Lám. 15.

Fig.ª 5.ª
MURO Nº 2

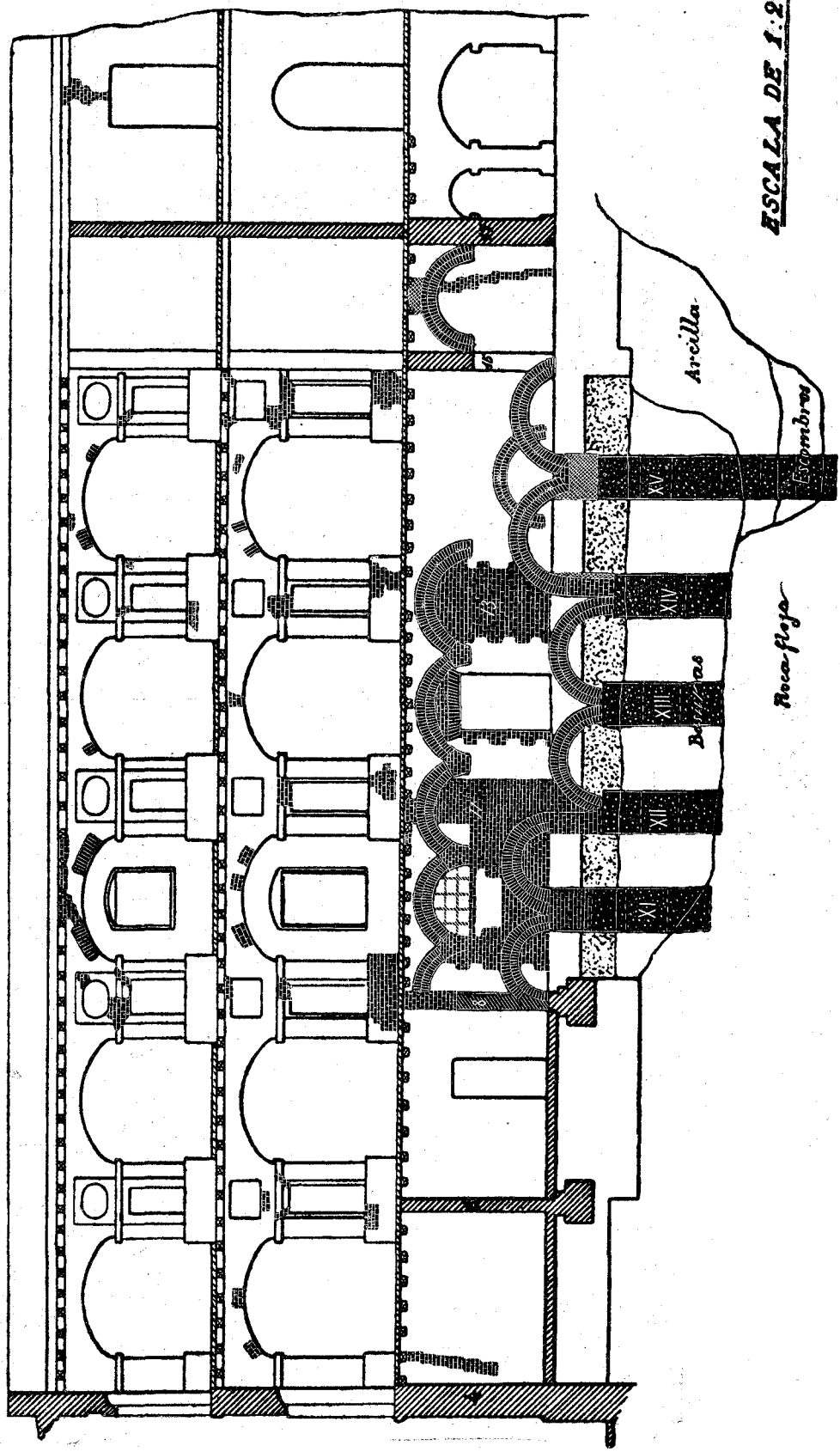
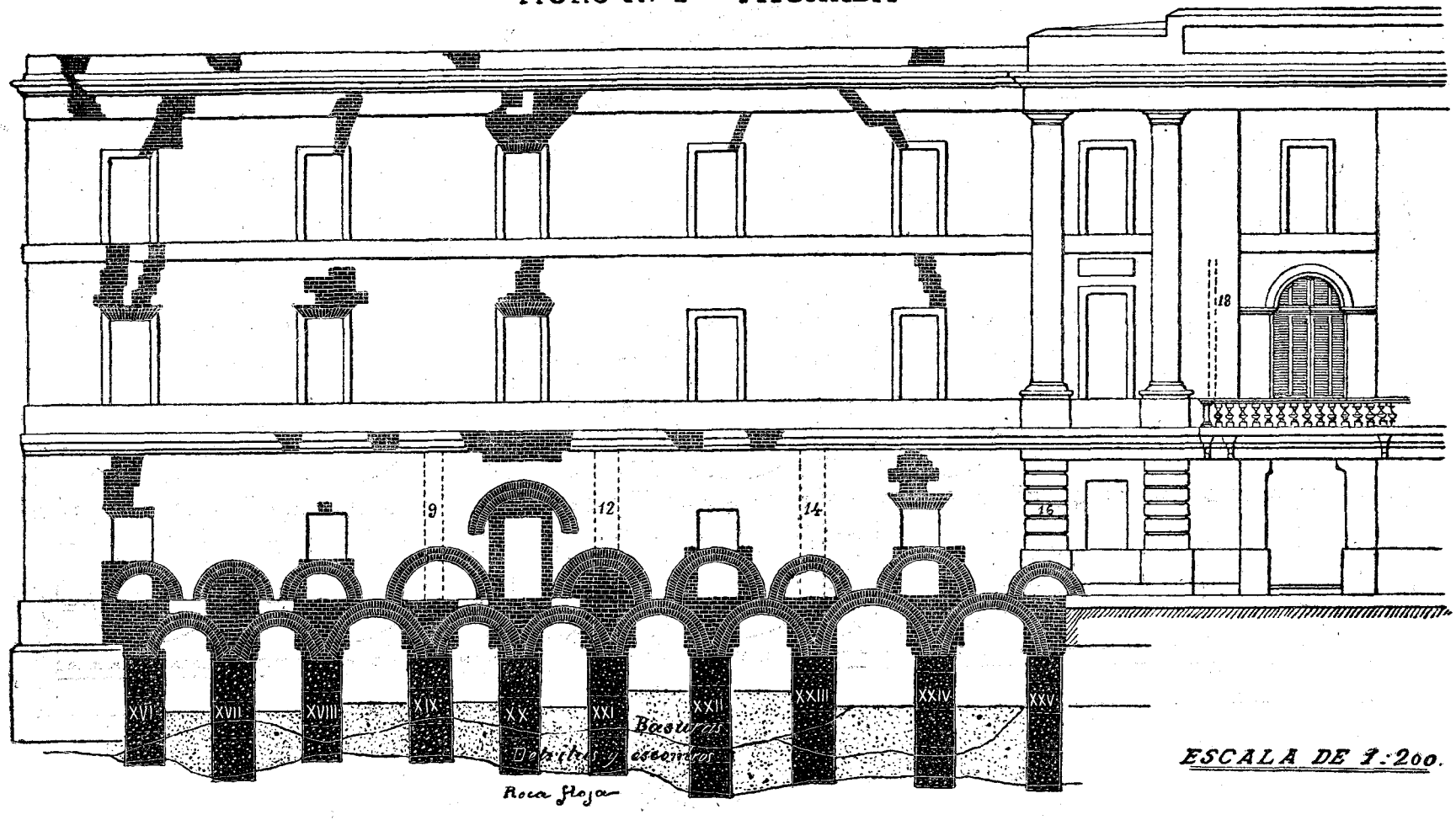


Fig.ª 4.ª

MURO Nº 1 — FACHADA



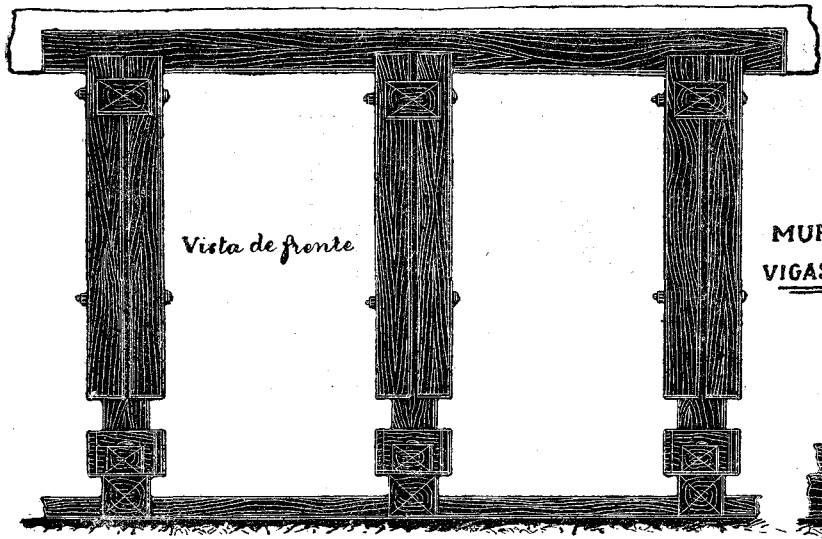
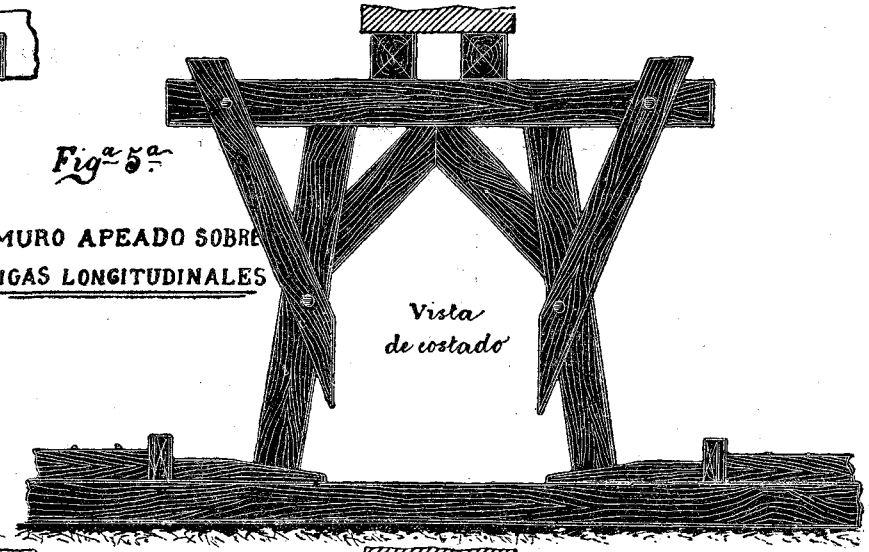


Fig.ª 5.ª

MURO APEADO SOBRE VIGAS LONGITUDINALES



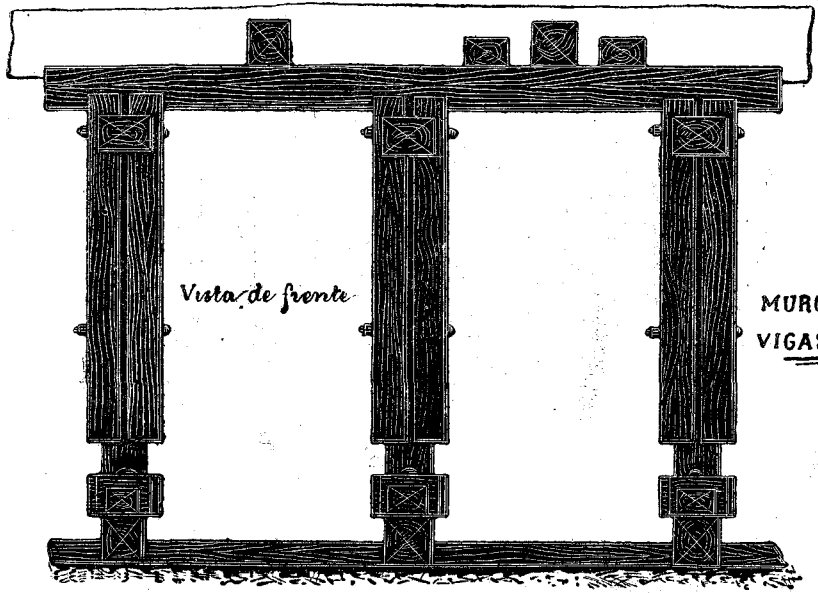
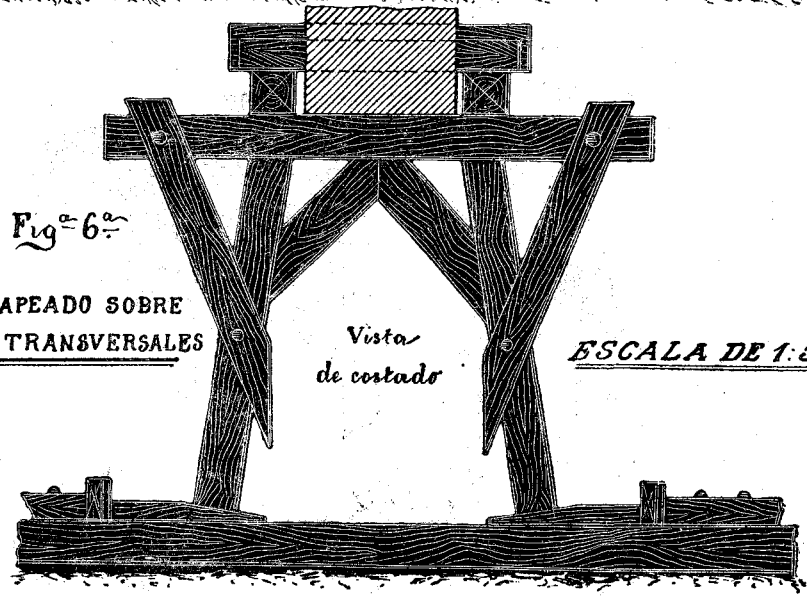


Fig.ª 6.ª

MURO APEADO SOBRE VIGAS TRANSVERSALES



ESCALA DE 1:50

Fig.ª 8.

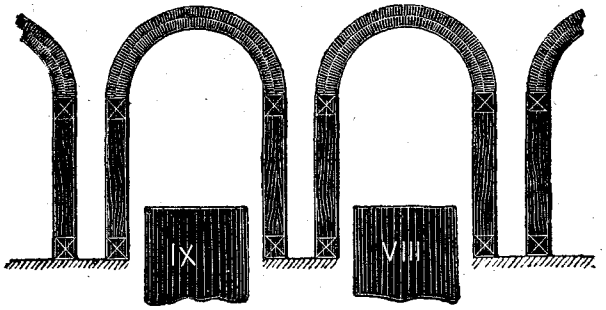


Fig.ª 9.

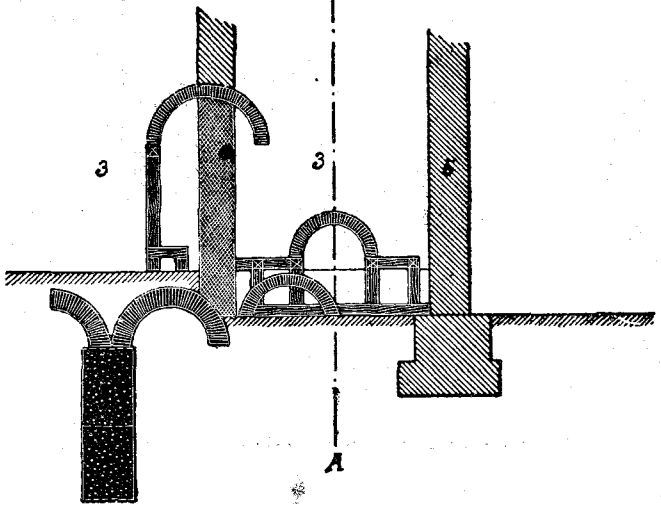
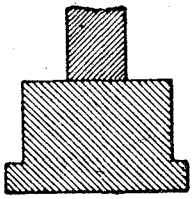
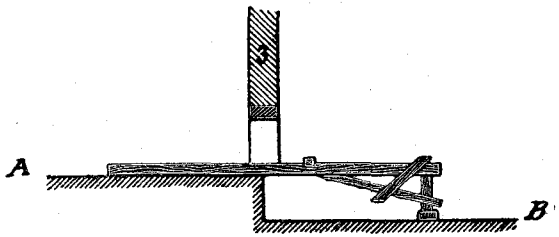


Fig.ª 10.



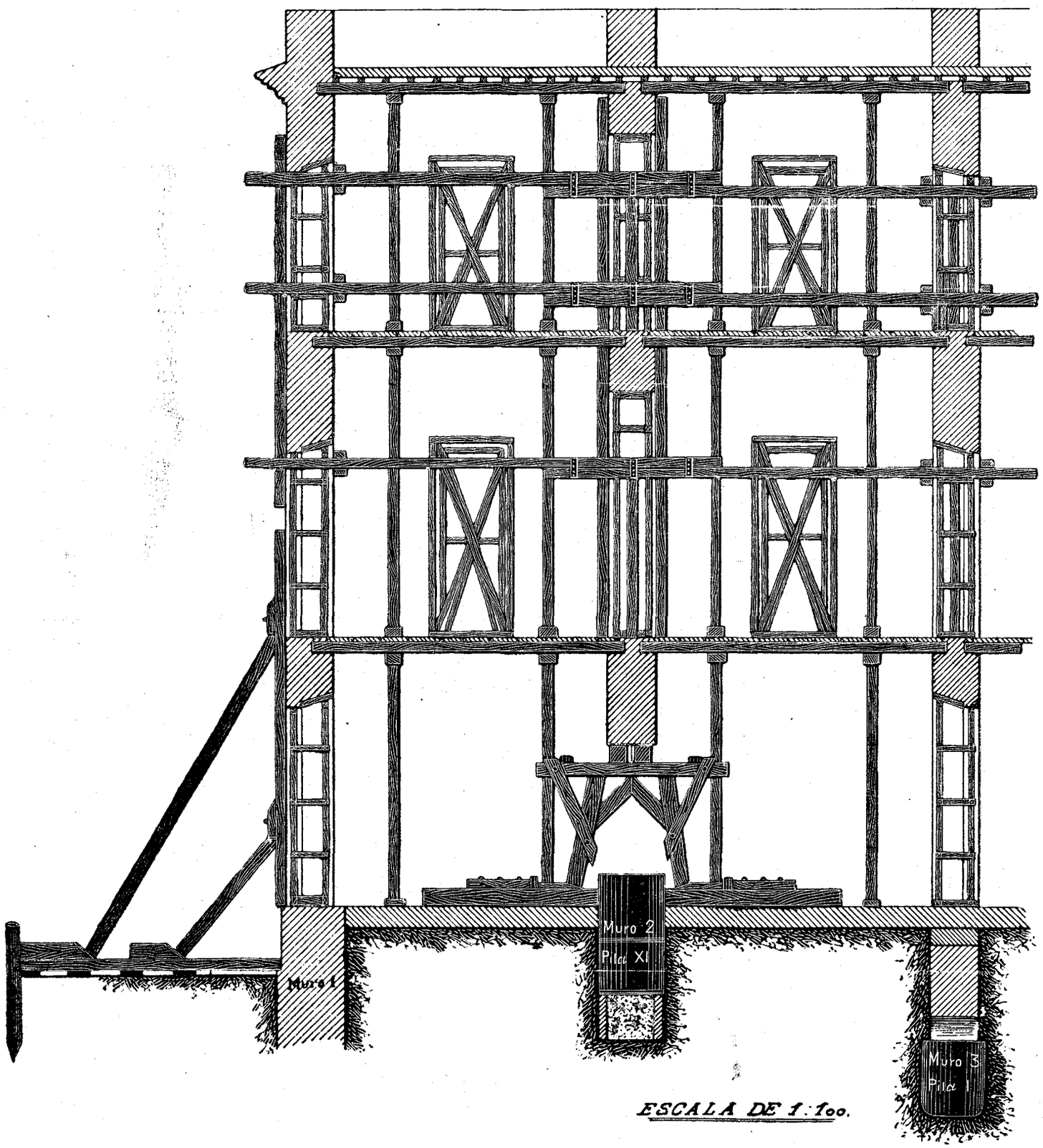
Corte por A. B.



ESCALA DE 1:100.

APUNTALAMIENTO DE PISOS.
Y DEL MURO DE FACHADA

Fig.ª 7.ª
APERTURA DE UN POZO

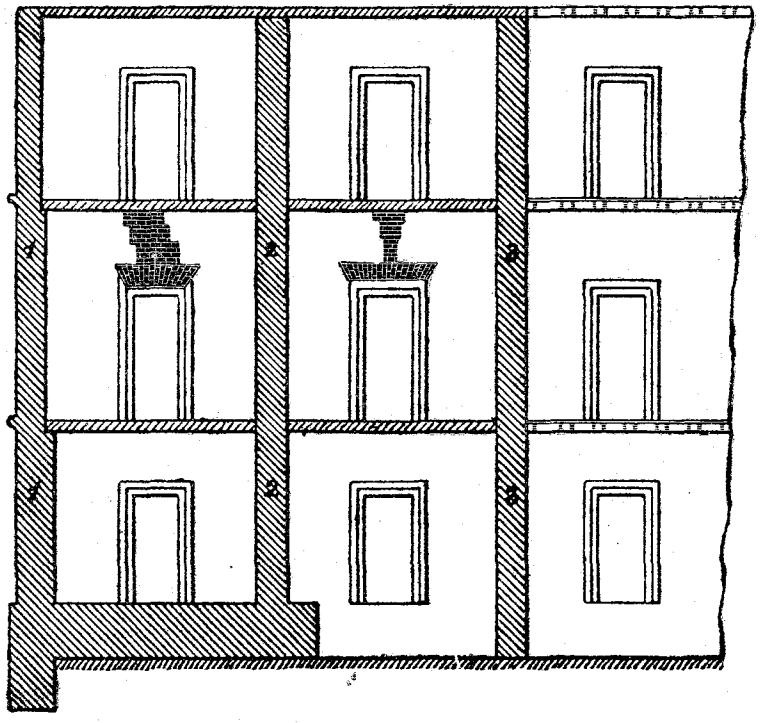


ESCALA DE 1:100.

MUROS TRANSVERSALES

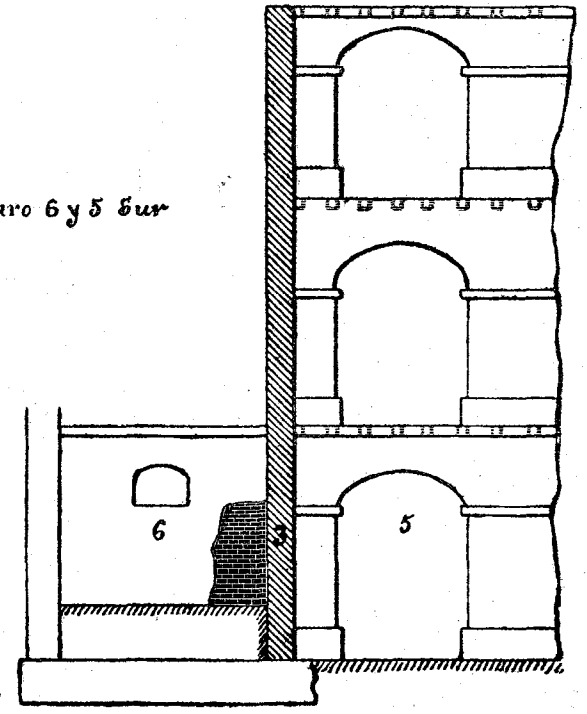
Figª 11.

Muro nº 4 interior



Figª 12.

Muro 6 y 5 Sur



ESCALA DE 1: 200

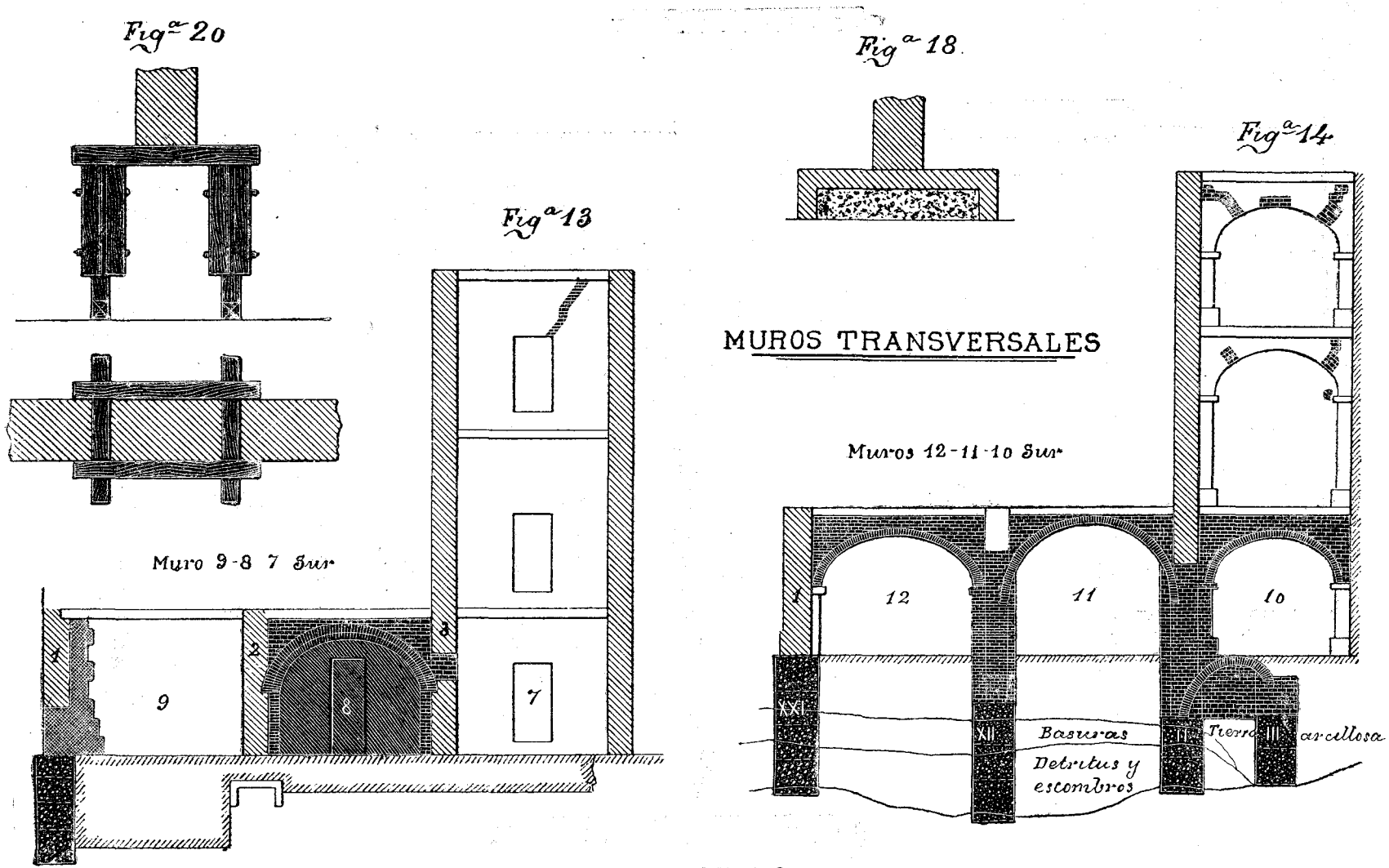


Fig.ª 20
Fig.ª 18
Fig.ª 14
Fig.ª 13
MUROS TRANSVERSALES
Muros 12-11-10 Sur
Muro 9-8 7 Sur
1
2
3
9
8
7
12
11
10
XXI
XII
Basuras
Detritus y escombros
Tierra
arcillosa
ESCALA DE 1.200

MUROS TRANSVERSALES

Fig.ª 15

Muro 14 y 13 Sur

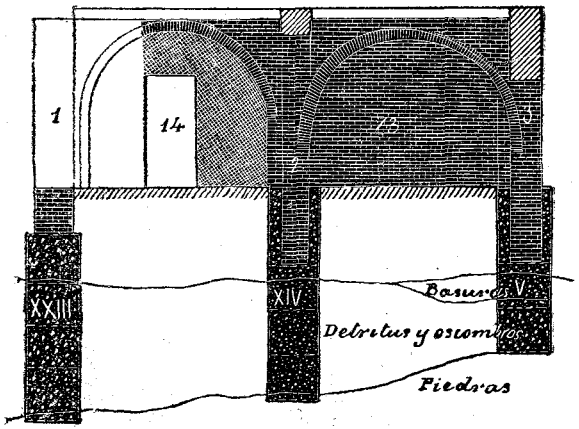


Fig.ª 16

Muro 16 y 15 Sur

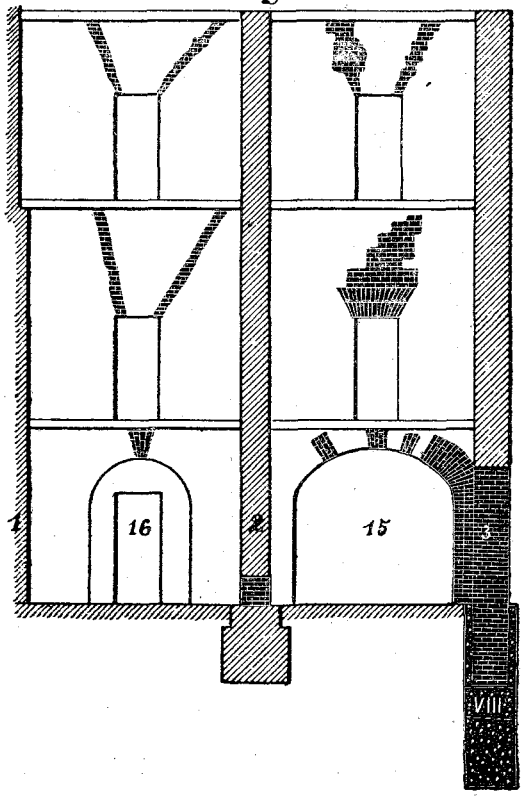
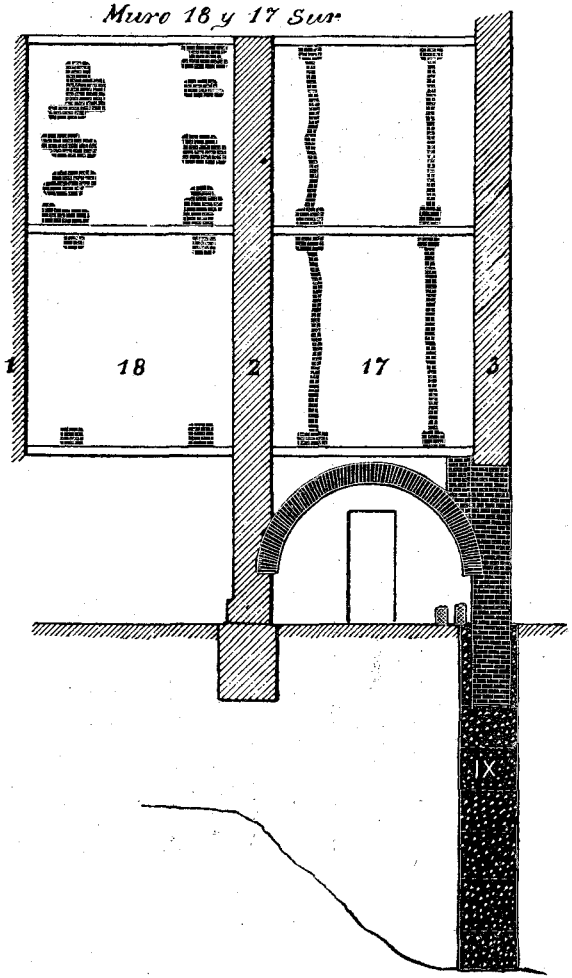


Fig.ª 17

Muro 18 y 17 Sur



ESCALA DE 1. 200.

A menos de hacer este trabajo interminable y pesado, no es posible entrar en la descripción de las doscientas y tantas grietas de todas clases y posiciones que se contaron en los muros de la parte N.-O., ni era posible sacar de ellas las fotografías necesarias, que formarían un volúmen costoso y difícil de completar por las malas condiciones de luz que tienen los locales; por esa razón no acompañamos más que algunas, las de la parte más resentida.

Apeados los pisos de la galería y crujía interior, empezóse la colocación de los doce caballetes, cuya disposición ha sido la misma proyectada. La única variante que ha habido, ha sido el apoyar los pies sobre una solera de $0^m,30$ por $0^m,30$ y 8 metros de longitud, corrida, atravesando el muro por su base (lámina 17) en lugar de las dos que figuraban en el proyecto, una correspondiente á cada pié del caballete, limitadas en el borde de la excavación abierta para ejecutar los arcos del cimiento.

Con esta disposición, si bien ha sido necesario atacar el muro por la base, en cambio se conseguía repartir el empuje total del caballete, por intermedio de la solera enteriza sobre la mayor parte de los dos pisos adyacentes, evitando la exposición de que el prisma de tierra próximo á la excavación pudiera derrumbarse, como se derrumbó en muchos sitios, y tener que acodalar ésta, lo que dificultaría los trabajos aún más de lo que ya los dificultaron tanto elemento extraño como fué preciso introducir para la seguridad del resultado.

Otra ligera modificación se introdujo en el sostenimiento de la parte de muro comprendida entre dos caballetes, cuando la pila intermedia quedaba bajo un vano: fué el sostener aquél sobre dos vigas de $0^m,30$ por $0^m,30$ apoyadas sobre dichos dos caballetes contíguos (lámina 17), en lugar de abrir la roza intermedia para la pieza superior (lámina 17).

Dióse de este modo un mejor asiento al muro en toda su longitud, sin gran aumento de obra, pues con uno ú otro sistema siempre era necesario hacer nuevos la mayor parte de los dinteles de los vanos. Presentaba esta disposición mayor dificultad para la unión de la fábrica nueva con la antigua, por la de sacar las vigas de apoyo, pero se salvó construyendo en el muro unos arcos provisionales de descarga apoyados en la parte nueva, como más adelante se detalla.

Por último, en la colocación relativa de los caballetes, también ha habido una pequeña variación, á causa de haber obligado las circunstancias á variar la situación de las pilas, suprimiendo algunas y substituyendo por arcos los antiguos muros números 8, 11 y 16 del plano (lámina 13).

Pero como quiera que, según todas las noticias, y por las señales que al exterior se mostraban, el muro de fachada (núm. 1) era uno de los que más disgregada tenían la mampostería, de lo que fué una prueba, también, el que al apuntalar la tercera ventana del segundo piso no pudieron apretarse las cuñas en la misma forma que se empleó para el resto de los vanos, por notar que se abría la grieta que oblícuamente lo cruza desde el pretil de la azotea casi hasta el zócalo; y como, por ser de fachada, se encuentra este muro en peores condiciones de estabilidad que los interiores, convenía apuntalarlo, cuando hubiera de recalzarse, á fin de que algún pequeño asiento no le hiciera perder su verticalidad, que había conservado hasta el momento de comenzar la obra. Y si de todos modos se consideraba precisa esa operación, preferible era el hacerla desde un principio para mayor seguridad del resultado del apeo.

A este fin, apuntalóse por el sistema ordinario la parte baja hasta el piso principal (lámina 18), por disponerse de piezas de la longitud necesaria. Desde esta altura hasta el pretil, previnose el desplome, sujetando el muro á los interiores paralelos á él, por medio de vigas que encepaban las adosadas á la fachada en forma de cruz.

Debemos hacer notar sobre este apuntalamiento, sobre todo por lo que á los pisos superiores se refiere, que no ha sido sino un exceso de precaución para prevenir cualquier pequeño movimiento que pudiera desplomarlo; el de estos últimos pisos no tenía más objeto que coadyuvar al verdadero del piso inferior, enlazando entre sí los tres muros de crujía, enlace que se completó verdaderamente cuando quedaron cimentados en firme los dos interiores. Nunca se pretendió, con la disposición adoptada en la parte superior, el que el entramado pudiera resistir todo el peso del muro, para lo cual hubiera sido preciso emplear maderas de grandes escuadrías ó entramados especiales; el objeto fué únicamente prevenir el desplome, para lo que no era preciso sino una resistencia relativamente pequeña. Los cepos se colocaron oblícuamente á los mu-

ros, á causa de la disposición recíproca de los vanos en los tres muros, con objeto de no tener que abrir en ellos nuevos taladros. El empleo de la madera para el atirantado, obedeció á no haberse encontrado en la plaza tirantes de hierro, que hubieran facilitado la operación del apuntalamiento superior.

Muro núm. 3.—Dispuesta la obra como acaba de detallarse, es decir, colocados los 12 primeros caballetes, acuñadas las vigas de sostenimiento de los muros, apeados los pisos de las dos crujías interiores, apuntalada la fachada, y después de un recorrido general de cuñas, en una palabra, tomadas todas las precauciones que obra de tanta responsabilidad requiere, dióse principio al recalzo del muro interior marcado con el número 3, por la apertura de los pozos números I, II, III, IV, V y VI (lámina 13), empezando por destruir el muro, á partir del enrase de los caballetes y romper la mampostería del cimiento, que tenía un espesor de $0^m,70$, y las tres capas de ladrillo que cerraban por la parte superior la caja de arena, para colocar el primer tubo, que descansaba sobre los muretes de dicha caja, formados por un ladrillo de $0^m,25$ á tizón, encontrándose en algunos sitios 9 hiladas de éstos nada más, y en otros hasta 22, y en todos la arena debajo de ellos, lo cual prueba la rotura de la caja que la contenía. El descenso de los tubos se consiguió sin dificultad, siendo preciso emplear en algunos un crick de cuatro toneladas, por resistirse á los golpes de pisón, medio con el que bajaron la mayor parte. Llegados al terreno firme, formado por un banco de piedra caliza, se rellenaron los tubos con hormigón, compuesto de ocho partes de piedra partida, cuatro de arena y una de cemento, bien apisonado; sacóse un tubo en cada pila, con objeto de ganar los dos metros necesarios para voltear los arcos de dos roscas de ladrillo, á partir del piso, y construyéronse éstos con cimbras desarmables en los sitios en que, como tal, no fue posible emplear la mampostería, continuándose la fábrica de ladrillo con mortero ordinario, reforzado con un sexto de cemento, hasta su unión con la antigua.

En esta unión fué donde se presentó la principal dificultad, á causa del sistema de apeo de muros empleado. En primer lugar, como para la colocación de los caballetes que correspondían á puertas ó ventanas, era preciso destruir los dinteles, y en algunas hasta las jambas, fué preciso

construir aquéllos y éstas nuevos, para lo que era indispensable sacar las vigas horizontales de apoyo, ya fueran paralelas ó perpendiculares al muro, y los caballetes, operación difícil de combinar con la ejecución del dintel, á menos de haber dado mayor altura al hueco, lo que no permitía la construcción del edificio, y operación expuesta también, dada la disgregación de las fábricas. Fué preciso descargar los caballetes del peso del muro por medio de arcos que se apoyaran en la fábrica nueva, y construirlos en la antigua por pequeños trozos con las necesarias precauciones; estos arcos quedaron formando parte del muro nuevo, perfectamente acuñados superior é inferiormente.

En los entrepaños la dificultad de la unión fué menor, pues no hubo que recurrir á esos arcos de descarga; pero siempre la hubo por tener que hacerse á trozos, yendo apuntalando provisionalmente las vigas de apoyo, que fué preciso sacar con gran cuidado.

Estas dificultades se salvaron posteriormente, como se detallará.

Construído todo el muro 3, comprendido entre las pilas I y VII, colocáronse los caballetes correspondientes á las VIII, IX y X, necesaria esta última para voltear el arco sobre que había de apoyarse el pilar del de entrada al cuartel, presentándose aquí una nueva dificultad, que era la de contener las arenas del cimiento de toda la parte Sur del muro 3, que no se halla resentida y cuyo recalzo, por lo tanto, no forma parte del proyecto. Al introducir un tubo es imposible que la socavación inferior necesaria al objeto sea la extrictamente precisa para su descenso y más imposible al atravesar la capa de arena; resulta de esto que siempre queda un huelgo entre el terreno y la envolvente, huelgo que la arena del cimiento tiende á ocupar, con lo que resultaría en falso una parte del muro, toda aquella correspondiente al volumen de arena desprendido. Es claro que mientras ese movimiento de arena ocurría en la extensión de muro que había de recalzarse, la cosa no tenía importancia, pero cuando se llegó á la última pila, es decir, al punto en que se unían las cimentaciones vieja y nueva, tan distintas una de otra, no había más remedio que evitar el que se desprendiese en aquélla un solo grano de arena. A este fin, antes de colocar la envolvente *X*, descubrióse la arena á $0^m,25$ de distancia de ésta hacia el Sur y se clavó un tablestacado que atravesó la arena hasta introducirse en la capa de escombros, lo que dió

no poco trabajo por la incompresibilidad del material que aquél había de atravesar, con lo cual se tuvo ya la seguridad de que la arena no podía salirse, empleando como solución definitiva, pues esa no podía ser sino provisional, el rellenar todo el espacio comprendido entre el tablestacado y el tubo con hormigón apisonado, al mismo tiempo que una á una iban sacándose las tablestacas, con lo que se formó un buen muro de contención de las arenas del cimiento de la parte Sur.

Vistas las dificultades que para sacar las vigas de apeo de muros colocadas sobre los caballetes se habían presentado en la parte comprendida entre las pilas I y VII del número 3 y la necesidad de construirse arcos de descarga para aquella operación, ocurrióse la conveniencia de construir desde luego dichos arcos apoyados en los caballetes, como se efectuó sobre las pilas VIII y IX y sobre la ventana intermedia (figura 8, lám. 19). A este fin se fué oradando el muro á trozos pequeños, siguiendo el trazado del arco de descarga de medio punto y un ladrillo de grueso; al mismo tiempo iba acuñándose el arco, con lo cual consiguióse tal precisión que no se notó movimiento alguno ni en el muro ni en el arco. Facilitóse de este modo extraordinariamente la operación de unir la fábrica nueva con la antigua y sobre todo la de sacar los caballetes; levantóse aquélla hasta unirla con los arcos de descarga ó apeo, y una vez fraguada se sacaron los caballetes, rellenando inmediatamente los huecos abiertos para su colocación

Donde se presentaban verdaderas dificultades era en el cruce de muros, en que era preciso prevenir el escape de las arenas del cimiento y apear las pilas de los arcos transversales, como el 17, conteniendo el empuje de éste al mismo tiempo, operaciones todas que se efectuaron sin inconveniente, pero con no poco trabajo.

Al taladrarse la mampostería del cimiento para la colocación de la pila, que según el proyecto debía colocarse entre los muros 5 y 7 (láminas 13 y 14), se encontró la arena, pero sostenida por el costado Norte por piedra, y como quiera que el muro 7 está cimentado en firme, volteóse el arco del cimiento sobre éste y aquella piedra, suprimiéndose dicha pila, así como la correspondiente al cruce de los muros 3, 7 y 8.

La diferencia de altura entre los pisos de las habitaciones que separa el muro número 3, desde el 8 al 4, obligó á emplear un nuevo siste-

ma de apeo, siempre ya sobre la base de los arcos de descarga. Suprimiéronse en toda esa parte los caballetes, volteando los arcos directamente sobre las soleras de apoyo de aquéllos, con lo cual se consiguió no tener que deshacer tanta fábrica. La diferencia de altura de los pisos obligó á colocar las soleras en la parte superior apoyadas directamente sobre el piso, y en la inferior sobre otra transversal, alejada 4 metros del borde de la excavación de cimientos, á fin de alejar también el empuje por intermedio de una armadura en la forma que indica la figura 9, lámina 19.

Las catas efectuadas en los puntos *a* y *b* (lám. 13) dieron á conocer que la parte del muro 3, comprendida entre los 6 y 4, se hallaba cimentada en firme sobre arcilla compacta con un ancho cimiento (fig. 10, lámina 19), á pesar de que los planos del cuartel acusaban cimentación sobre arena. En esta parte el muro presentaba una grieta desde la azotea al dintel de la puerta de la planta baja, que debió abrirse por efecto de los primeros temblores y cuyo movimiento no siguió. Para mayor seguridad construyóse un arco de descarga en el muro sobre el dintel de la puerta, cogiendo la grieta (lám. 14).

Análoga cimentación observóse en los muros 6 y la parte del 2, entre los 6 y 4, que hicieron ver las catas *c*, *d* y *e*. El muro 8, en mal estado, destruyóse por completo, siendo substituído por un arco (fig. 13, lámina 21) á fin de conservar el enlace entre los transversales, haciendo una sola habitación de las dos que aquél dividía, obscuras ambas.

En la pila X, necesaria como se ha dicho para voltear el arco IX-X, apoyo del pilar del arco de entrada, encontróse una capa de arcilla de 4 metros de espesor (lám. 14) sobre la cual se fundó aquella pila, pues la piedra no la acusó la sonda sino á los $11^{m},28$, profundidad á la que no se consideró necesario bajar, por cuanto el pilar de entrada carga todo él sobre la mitad del arco próximo á la pila IX, siendo suficiente el espesor de 4 metros de la arcilla para el peso que ha de aguantar el terreno.

Ninguna dificultad habíase presentado en la apertura de los pozos hasta que se llegó al marcado con el número IX. Conforme puede observarse en el perfil longitudinal del muro que nos ocupa (lám. 14), el banco de piedra sobre que descansa la obra se encuentra á una profun-

didad media de 5 metros. La sonda practicada en la pila X dió una profundidad hasta la piedra de $11^m,28$; era, pues, de temer, como sucedió, que entre aquélla y la VIII debería encontrarse el corte del banco para la explotación antigua de la cantera; la desgracia para la obra y la suerte para poder determinar la verdadera configuración del terreno, hicieron que la pila IX viniese á caer precisamente sobre dicho corte, lo que fué causa de que hubiese que cortar la piedra cerca de 4 metros en el interior del tubo hasta ganar horizontalmente el talud del corte, llevado casi á pico, conforme puede verse en el perfil (lám. 14), alcanzando este pozo la profundidad de $8^m,80$.

En firme ya todo el muro 3 y construída de fábrica de ladrillo con mortero ligeramente hidráulico, la parte baja, levantóse el apeo de los pisos y azoteas contiguos al mismo, con objeto de que todas las partes volvieran á ocupar sus posiciones primitivas y definitivas, cogiéndose las grietas que se presentaban en las plantas superiores, en el cuerpo del muro y en los huecos, conforme puede verse en la vista de ese muro (lámina 14), en la que puede juzgarse por la obra ejecutada de la importancia del movimiento sufrido, que acusan las grietas y la disgregación de la fábrica en sus proximidades.

Todas estas operaciones quedaron terminadas el 15 de enero de 1898, habiéndose retrasado no poco á causa de las dificultades que presentó la construcción de la pila IX.

Muro núm. 2.—Las dificultades que para el apeo del muro número 3, por medio de caballetes y vigas de apoyo, se encontraron salvadas ya al construír las pilas VIII y IX con buen resultado, nos decidieron á emplear en el muro número 2 este último sistema, reformado aún con la supresión de los caballetes, substituidos por soleras en aquellos sitios en que la constitución de las fábricas no obligaba á destruirlas por completo.

Antes de empezar el apeo del muro, vista la disconformidad que existía entre los planos del cuartel, que acusaban cimentación de arena en la parte Norte del número 3, y el resultado de las catas practicadas, que hicieron ver que dicha parte se halla cimentada en firme sobre arcilla, practicáronse nuevas catas á lo largo del muro número 2. Como resultado de dichas catas, vióse que la parte Norte, hasta el muro nú-

mero 8, se halla, como su análoga, cimentada en firme, y lo mismo la correspondiente al arco pequeño de entrada al cuartel, resultando únicamente sobre arena el trozo de muro comprendido entre ambos.

No creemos necesario entrar en detalles sobre la manera como se ha apeado el muro 2, que claramente manifiesta el perfil de éste (lám. 15), pudiéndose, desde luego, juzgar de la mayor facilidad con que se ha hecho esa operación, y sobre todo, la de unión de las fábricas antigua y nueva, habiendo sido necesario colocar tan sólo dos caballetes, y esto por no ofrecer confianza en absoluto la fábrica de la parte así apeada, que se encontraba completamente disgregada entre los muros 8 y 11.

Empezóse simultáneamente la apertura de los pozos XI y XII, y posteriormente la de los XIII, XIV y XV, el día 12 de enero de 1898; en la lámina 15 se detalla la profundidad á que cada uno llegó y disposición adoptada para los arcos de cimientos, sobresaliendo algunos del terreno natural, á fin de evitarse la demolición de parte de los antiguos cimientos, facilitando al mismo tiempo la ejecución de aquéllos.

Encontóse en toda esta parte, debajo de la arena, una capa de $0^m,20$ de espesor, formada por una especie de hormigón constituído por granzas de cal mezcladas con yeso y amasado todo con piedra silícea triturada, hormigón que se encontró como si estuviese recien puesto en obra, sin que hubiera fraguado en absoluto; y se comprende, por formar la base de su constitución el yeso, que en sitios húmedos no llega á endurecerse, razón por la que es de rara aplicación en estos países. La razón que tuvieron los constructores para colocar esa capa entre la de basuras sobre que asientan los cimientos de arena y éstos, no nos la hemos podido explicar, ni las personas inteligentes prácticas en construcciones del país han podido hacerlo: la plasticidad que conservó la mezcla al cabo de cuarenta años, demuestra la ineficocia de su empleo.

La fábrica empleada para rehacer este muro, ha sido la mixta de ladrillo y mampostería ordinaria con mortero ligeramente hidráulico ambas: la primera, en las partes correspondientes á los pilares de los arcos de los pisos superiores, á fin de prevenir los asientos, y la segunda, en las que corresponden á los arcos, donde no eran tan temibles aquéllos.

Debajo de los pilares del arco número 14, encontróse gran cantidad

de arena entre dos muros de hormigón de polvo de ladrillo, distantes 2 metros, y sobre ella otro macizo análogo de $0^m,40$ de espesor (fig. 18, lám. 21). Esta construcción debió ser hecha por el teniente coronel Llorente, siguiendo la teoría de que la anchura del cimiento debía ser tal que la carga del muro no ejerciera presión sobre los muretes, construyéndolos á la distancia de las aristas inferiores de los taludes de la arena. La teoría es exacta cuando el terreno sobre que asienta la capa de arena es incompresible, no cuando es de basuras, como en el caso actual: así sucedió que el tabique de media asta, construído debajo del citado arco (fig. 15, lám. 22), se hallaba agrieteado por efecto del asiento hecho, y roto aquél por los riñones. Esta circunstancia, unida á la exposición de que se derrumbara al escaparse la arena del cimiento cuando se abrió el pozo número XIV, obligó á destruir el primero por completo, y del segundo, la pila Este y las dos terceras partes del arco.

El pozo XV alcanzó, como se vé en la lámina 15, una profundidad de $10^m,10$, lo que debió obedecer á haberlo colocado sobre uno de los hoyos hechos en la explotación de la cantera. La piedra arenisca que en este pozo se encontró, es mucho más floja que la hallada en los anteriores, particularmente la de las capas superiores. Como quiera que la parte del muro 2, desde el pozo XV hasta la entrada del cuartel, está cimentada en firme, volteóse ciego el último arco de cimientos apoyado en la pila XV, y en dicha parte se reconstruyó el figurado entre los muros 15 y 17 de media rosca de ladrillo, ya existente, para apoyar todo el muro, pues la grieta en éste abierta no fué producida por asientos de cimientos, sino por el mismo movimiento de la parte resentida, que arrastró á esta otra, análogamente á lo que ocurrió en las partes Norte de los números 2 y 3.

Con objeto de dar luz al Archivo, se dejó una claraboya en la parte de muro que divide éste y la Sala de Justicia, aprovechando el mismo arco construido para el apeo.

Muro de fachada núm. 1 (láminas 13 y 16).—La diferencia de nivel ($1^m,20$) entre la acera y el piso interior, obligó á disponer las vigas para apoyo de los arcos de apeo en la misma forma adoptada para la parte Norte del muro número 3 (fig. 9, lám. 19). Volteáronse estos arcos todo lo más bajo posible, á fin de tener que destruir y rehacer la menor can-

tidad de mampostería, por permitirlo así el buen estado relativo de la fábrica, á excepción del correspondiente á la tercera ventana, donde una grieta vertical, que llegaba hasta el pretil de la azotea, obligaba á rehacer todo el dintel de aquélla.

El destruir la mampostería del muro y de los cimientos para la colocación de los tubos, fué operación pesada, pues la última alcanzaba una altura de 2 metros, en total $3^m,20$, sin que se encontrase arena en esa parte, conforme acusaban los planos del cuartel, siendo la cimentación de la forma marcada en el perfil 2 de la lámina 23.

Para apear la pilastra del pórtico, donde el muro alcanza un espesor de $1^m,50$, recurrióse de nuevo á los caballetes, situados en la forma que marca la figura 20 (lám. 21), con lo que no se dificultó la unión de las fábricas antigua y nueva.

Los 2 metros de mampostería que constituían los cimientos de este muro, descansaban sobre dos vigas de ausubo, que formaban las cumbreras de dos filas de pilotes colocados en sentido longitudinal.

Tanto esas vigas como las cabezas de los pilotes unidos con ellas, á caja y espiga, halláronse completamente podridas, conservándose sano el cuerpo de estos últimos. Estos pilotes tenían longitudes que variaban entre 1 y 2 metros. Véase, pues, cuán distinta era la cimentación encontrada, de los datos que acusaban los planos del cuartel.

En algunos pozos encontráronse únicamente los huecos donde estuvieron alojados los pilotes.

La profundidad de los pozos ha variado entre 4 y 5 metros, siendo también muy variadas las clases de terreno que se han atravesado, conforme puede verse en el perfil del muro (lám. 16).

La diferencia de altura entre los pisos interior y exterior ha permitido voltear los arcos de cimientos sobre este último, facilitando así su construcción.

Rehechos los alféizares y derrames de las ventanas sucesivamente con la destrucción de los arcos de apeo, quedó el muro en su misma disposición primitiva, sin que se haya notado más movimiento que el producido por el apuntalado de los pisos y demostrado en alguna de las grietas ya existentes.

Las ventajas del sistema de apeo empleado sobre el de caballetes ha

quedado palpablemente demostrado en esta parte de la obra. Con él se evita todo movimiento en la parte apeada, lo cual no es posible con el de los caballetes, en el que por muy ajustadas que se hallen todas las piezas que los componen, siempre ha de notarse el asiento de éstas al encajar unas en otras por efecto de la carga que soportan. La rapidez de la operación es otra ventaja muy digna de tenerse en cuenta; la facilidad y seguridad con que se une la fábrica nueva á la antigua, y por fin, la economía que se obtiene, como puede verse en la nota adjunta, calculada sobre la base de que se disponga de los caballetes, es decir, no teniendo en cuenta su valor, que puede calcularse en 100 pesos cada uno, ó sean 1200 los doce construídos, que de emplearse para toda la obra lo hubieran sido 48 veces, debiendo por lo tanto cargarse á cada hueco en que se necesitan dos 50 pesos; teniendo en cuenta que se conserva el material con una depreciación de 50 por 100, puede calcnlarse que el coste de apeo de cada tramo hay que aumentarlo en 25 pesos.

Comparación entre el coste del apeo de un trozo de muro de 1^{m},60 de luz con arcos embutidos en la fábrica y con caballetes.

De experiencias en la obra.

CON ARCOS. — UNA ROSCA DE LADRILLO Y MEDIO, Á LA ESPAÑOLA.

2,50 jornales de albañil, á 1,875 pesos.	4,68
2,50 jornales de albañil, á 1,50 id.	3,75
7,50 jornales de peón, á 0,625 id.	4,69
600 ladrillos, á 13 pesos el millar.	7,80
0,25 metros cúbicos de mortero ordinario con una sexta parte de cemento, á 15 pesos.	3,75
Total.	24,67

La colocación de las soleras para apoyo de los arcos exige el mismo gasto que para los caballetes, por lo cual en ninguno de los dos casos se tiene en consideración.

CON CABALLETES Y VIGAS TRANSVERSALES.

Montaje..	4,50 jornales de carpintero, á 1,50 pesos. . .	6,75	20,62
	5,50 jornales de albañil, á 1,50 id. . . .	8,25	
	9 jornales de peón, á 0,625 id. . . .	5,62	
2 jornales de carpintero, á 1,50 pesos.		3,00	25,92
3 jornales de albañil, á 1,50 id.		4,50	
9 jornales de peón, á 0,625 id.		5,62	
0,80 metros cúbicos de fábrica de ladrillo, á 16 pesos. .		12,80	
Total.			46,54
El apeo con arcos, importa.			24,67
Economía por este sistema, sin incluir el valor de los caballetes, en cada pila.			21,87

CONCLUSIÓN.

A PUNTO de terminarse todo el recalzo de la parte Noroeste del cuartel, cuando estaban abriéndose los pozos XIII, XIV y XV, y cogiéndose las grietas de los muros ya cimentados en firme, declaróse la guerra á los Estados Unidos del Norte de América. Era preciso allegar recursos para los gastos que se originasen, y en su consecuencia ordenóse la suspensión de todas las obras en curso, limitándose á ejecutar las que exigiera la seguridad del edificio.

Terminóse el recalzo de todo el muro de fachada y el cogido de grietas, dejando sin colocar los pisos, las puertas, ventanas, etc., de la crujía principal. Y en este estado el edificio, llegó el día 12 de mayo, en que la escuadra americana bombardeó la capital de Puerto-Rico, siendo el cuartel de Ballajá uno de los edificios que más sufrieron por su posición y por el conocimiento que el enemigo tenía de su destino, siendo verdaderamente milagroso, que hallándose alojadas en él cuatro compañías de infantería con 600 hombres, y habiéndose roto el fuego al amanecer, no hubiera más bajas que la del centinela y dos individuos de la guardia, por efecto de un proyectil de 32 centímetros, que penetró por uno de los vanos de la fachada principal. De éstas la que más sufrió fué la del Norte, derrumbándose toda la parte interior de las dos crujías exteriores en una longitud como de 30 metros, por la explosión de un proyectil en el interior, habiéndose resentido el resto de los muros. Las crujías del Oeste no experimentaron desperfectos, salvo los impactos producidos en los muros por los proyectiles, pero sin que se notara movimiento alguno, como sucedió en los del Note, sin duda por hallarse cimentados ya en firme los muros de aquéllos.

Por lo que se relaciona con el asunto de que tratamos, transcribimos á continuación lo referente al cuartel de Ballajá, del parte que dió la Comandancia de Ingenieros, de los desperfectos ocasionados por la escuadra americana en los edificios militares.

Cuartel de Ballajá.

Frente Norte.

«El muro de fachada presenta 26 impactos de proyectiles de media»no y gran calibre, habiendo perforado nueve de éstos y multitud de »los de pequeño calibre de ametralladora y cascos. Los que han perfo»rado el muro verificando su explosión en las dos primeras crujías, han »derribado dos estribos y los tres arcos, por estos sustentados, y ocasio»nando esto la caída de la cubierta de azotea y pisos principal y segun»do, con sus entramados en las dos crujías exteriores; y la caída de esos »entramados, las grietas que en el muro de fachada y el segundo se »notan. Las roturas en el muro de fachada se manifiestan por tres gran»des grietas verticales de casi toda la altura del muro, en los interejes »de tres vanos contíguos al partir hacia el Este, del tercero del Oeste »en los tres pisos, y otros tres grandes horizontales en las acometidas »de los pisos y azoteas; éstas, que son grietas horizontales, apenas signi»ficadas por el paramento exterior, son grandes escotaduras por el inte»rior, que tienen próximamente de profundidad el semigrueso del muro, »de ancho el grueso de piso, y peralto de sus entramados, y de longitud »la comprendida entre los vanos indicados.

»La profundidad de esas escotaduras y el apalancado que efectuaron »las vigas hacia arriba al caer por faltarles el apoyo del muro central »entre las dos crujías, han ocasionado en este muro de fachada empujes »laterales que se manifiestan, en proyección vertical, por las tres gran»des grietas verticales, y en la proyección horizontal, por inflexiones del »eje hacia el exterior, que acusan desplomes de cerca de 15 centímetros.

»En el segundo muro los empujes ocasionados por el apalancado de »las vigas, no han ocasionado desplomes, por estar este muro acodalado

»en el otro paramento por los pisos que le ligan al muro de galería, »pero presenta mayores é informes roturas que el de fachada, por esta »causa y por los proyectiles que habían perforado antes los de fachada »y primero.

»El muro de la galería presenta las perforaciones y roturas de ocho »proyectiles que han atravesado antes los otros tres.»

Frente Oeste.

«El muro de fachada presenta 39 impactos de proyectiles de media»no y gran calibre, y algunos pequeños de ametralladora y cascos. En»tre estos impactos nueve han perforado el muro, siendo cuatro de pro»yectiles del mayor calibre conocido. El paso de estos nueve proyectiles »se acusa en los otros tres muros de este frente, con perforaciones y ro»turas de alguna entidad. Un proyectil de mediano calibre, que entró »por un vano de fachada en el piso bajo, destrozando las maderas del »apeo que se habían establecido en este vano, por consecuencia de la »obra de recalzo en curso de ejecución, ha ocasionado los siguientes des»perfectos: agrietado en toda su altura de la pilastra Norte de la puerta »principal, y derrumbado todo el macizo de mampostería de un arco de »la galería, desde los riñones y clave hasta el piso principal.

»El ángulo Sudoeste del edificio, en su parte superior, ha sido des»trozado en este frente Oeste por un proyectil que hizo desaparecer la »mampostería desde el cornisamento, y empujó el muro del Sur, oca»sionando grieta vertical y desplome.

»En el primer muro de este frente Oeste y segundo piso, parte ocu»pada por un dormitorio de tropa, el choque de un proyectil derrumbó »una parte de la rosca del primer arco del Norte, dejando grietas de »consideración en el estribo. Grietas en formas análogas se notan tam»bién en otro estribo del arco en el muro de prolongación hacia el Nor»te del de galería del patio, ocasionados por un proyectil que atravesó »los muros del Norte.»

Frente Sur.

«Un proyectil que atravesó los muros del frente Norte y, ya en la »rama descendente de su trayectoria, derribó la mitad de un estribo del

»segundo al tercer arco, á partir del Oeste, en el piso bajo del muro de »galería Sur, ocasionando además un impacto sin perforación en el se- »gundo muro de este frente. En este mismo muro de la galería se nota »otro impacto sin perforación, que procede del proyectil que atravesó »también los muros del Norte.»

Frente Este.

«Sólo se nota en el muro de galería, piso bajo, un impacto sin per- »foración, ocasionado por un proyectil venido del frente Oeste.»

Cocinas.

«En los muros exteriores del Norte de éstas, impactos de proyectiles »de pequeño calibre; cuatro de ellos con perforación y otros muchos de »cascos y de ametralladora.»

Verja.

«En el frente Norte se nota la perforación de un proyectil en el zó- »calo, y en el del Oeste, la de otro en un tramo de verja, que ha destro- »zado un pilar de fundición y siete barrotes.

»La parte Oeste del muro Norte amenaza inminente ruina.»

De estos desperfectos reparáronse únicamente los principales, los que afectaban á la seguridad del edificio, desescombrándose toda la parte derruida, y en este estado, ha sido entregado al representante de los Estados Unidos, al hacerse la cesión de la Isla, siendo de esperar que los americanos realicen por completo el proyecto de recalzo, pues, ya antes de nuestra salida, uno de los maestros de obras que servía en la Comandancia y que, al cesar el dominio de España, se separó del servicio, era el encargado de continuar los trabajos y habilitar el cuartel para alojar un batallón de infantería americano.

El principal trabajo, el de difícil ejecución, y el de responsabilidad se halla terminado: lo que resta del proyecto es un recalzo sencillo de parte de los muros Norte, Este y Sur, que no ha de producir grandes desvelos al ejecutor.

No es difícil para el que ha ejecutado esta obra emitir una opinión que complete la ya expuesta sobre las causas que han motivado el mo-

vimiento de los muros del ángulo Noroeste del cuartel. Los que estaban cimentados sobre arena, por la de que los muretes de contención de ésta, sobre ser débiles, por efecto del empuje de aquélla, producido por la carga del muro, y por la poca resistencia del terreno exterior á los muretes (basuras), cedieron y dejaron escapar aquélla, faltando en consecuencia la base, lo que no ha sucedido en otras partes del edificio, sin duda porque el terreno que rodea los cimientos es más resistente. Los muros que estaban fundados sobre pilotaje, por hallarse podrido el que quedaba y haber desaparecido totalmente en muchas partes. La obra ha permanecido en pie, á pesar de faltar en la base, por la buena ejecución de las fábricas que, como decíamos al principio, honra á sus constructores. Lo que sucederá en el porvenir, en la parte del edificio no recalzada, se encargarán de averiguarlo y corregirlo los nuevos poseedores: no es, sin embargo, aventurado predecir que probablemente habrán de ejecutar análoga operación á la practicada en la mayor parte de él; y es sensible el que no se haya retrasado un año más esa obra, que sólo en beneficio ageno se ha llevado á cabo, y de la que puede decirse: «ni agradecida, ni pagada».

Las principales dificultades que en la ejecución se han encontrado, ya las dejamos apuntadas. La de la extracción de los caballetes en el apeo de los muros, producida principalmente por la disgregación de las fábricas, salvóse con la ejecución de arcos de descarga, sistema que desde luego recomendamos en obras como la de que se trata, por la rapidez de ejecución, por la seguridad que proporciona, por no producir movimiento alguno en los muros, y por la facilidad de unión de las mamposterías nueva y antigua.

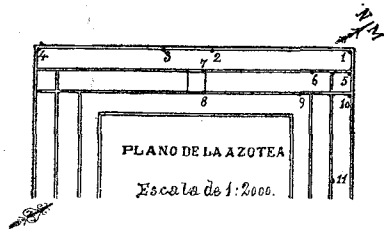
En la apertura de los pozos no se ha presentado más dificultad sino la resistencia que muchos tubos oponían al descenso, lo que se venció por medio de cricks, que sobre proporcionar una gran carga, producían un movimiento uniforme de descenso al tubo.

En la construcción de los arcos de cimientos se emplearon cimbras de mampostería ordinaria, por no ser posible utilizar las de madera, aun habiéndolas hecho desarmables, á menos de haber dado una gran anchura á la zanja de cimientos, lo que no era prudente, para poder extraer aquélla.

Poco antes de abandonar la Isla de Puerto-Rico, dióse cuenta al Excmo. Sr. Capitán General del buen resultado obtenido en la ejecución de los trabajos, haciéndole presente que se habían realizado todos los que en el proyecto se consideraban de importancia y responsabilidad, procediendo en consecuencia, manifestarlo así al Gobierno de Su Majestad, por si entendía que era llegado el momento de tener en cuenta la recomendación especial que la reunión de ingenieros de la Junta Consultiva hace del autor del proyecto en el último párrafo de su informe.

Como complemento de todo lo expuexto, se acompañan algunas fotografías (láminas 24 á 30), que dan idea de las obras realizadas; se une también un cróquis de las clases de cimentación empleadas (lám. 23), deducido de lo que acusan los planos, en la parte que no se ha recalzado, sin que pueda responderse de su exactitud, pues esos mismos planos acusaban una cimentación de arena en el muro de fachada del frente Oeste, que luego resultó ser de pilotaje.

Madrid, 5 de febrero de 1899.



CUARTEL DE BALLAJÁ.

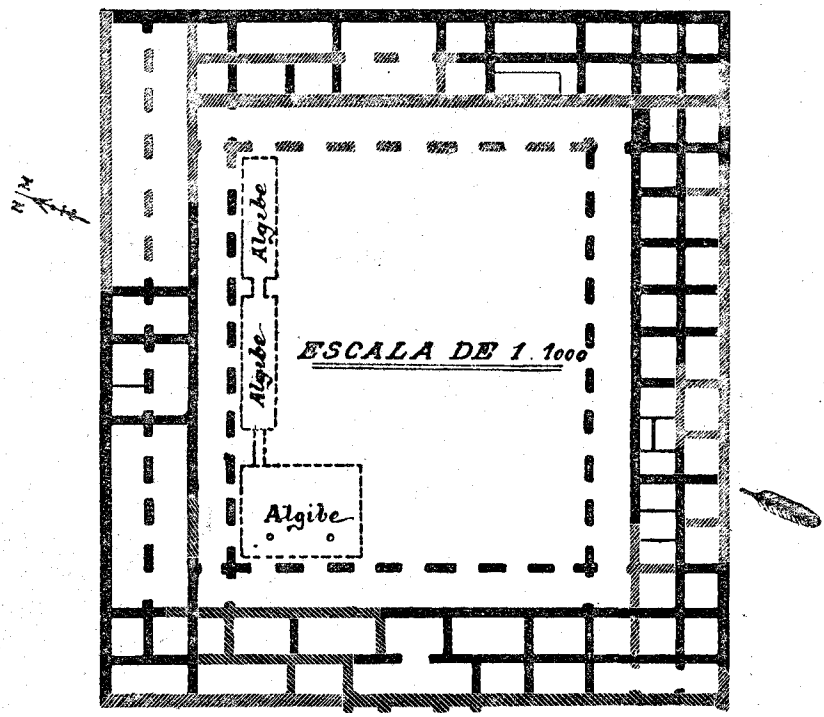
Cotas deducidas de las alturas de mira observadas sobre los pretiles en los puntos señalados en el cróquis adjunto.

FECHAS DE LAS OBSERVACIONES.		PUNTOS OBSERVADOS.											OBSERVACIONES.
Años.	Meses.	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	
1895	Octubre 30...	1,000	1,065	1,054	1,013	0,999	1,303	„	1,499	1,474	0,996	1,243	Grietas en la planta baja, abiertas.
	Diciembre 10.	1,000	1,041	1,023	0,998	0,005	1,293	1,168	1,466	1,463	1,001	1,199	Como en la observación anterior.
1896	Enero 9.....	1,000	1,045	1,036	1,017	1,007	1,291	1,180	1,480	1,465	0,998	1,225	Se corren las grietas en la planta baja.
	Abril 1.º. ...	1,000	1,043	1,033	1,015	1,005	1,293	1,178	1,472	1,466	0,999	1,225	Se presentan nuevas grietas en la planta principal.
1897	Enero 10. ...	1,000	1,044	1,038	1,017	1,001	1,290	1,185	1,480	1,464	1,001	1,224	Sin variación notable.
	Abril 1.º....	1,000	1,042	1,032	1,015	1,006	1,295	1,176	1,472	1,468	0,998	1,225	Id. id. id.
	Octubre 14...	1,000	1,043	1,033	1,012	1,008	1,294	1,182	1,471	1,468	0,994	1,218	Terminado apeo del muro 8-9.
1898	Enero 10. ...	1,000	1,043	1,035	1,013	1,007	1,296	1,180	1,475	1,472	0,998	1,220	Recalzado el muro 8-9.
	Marzo 15....	1,000	1,042	1,034	1,013	1,008	1,296	1,181	1,475	1,471	1,000	1,221	Terminado el muro interior.

Lám. 23.

Fig.ª 19.

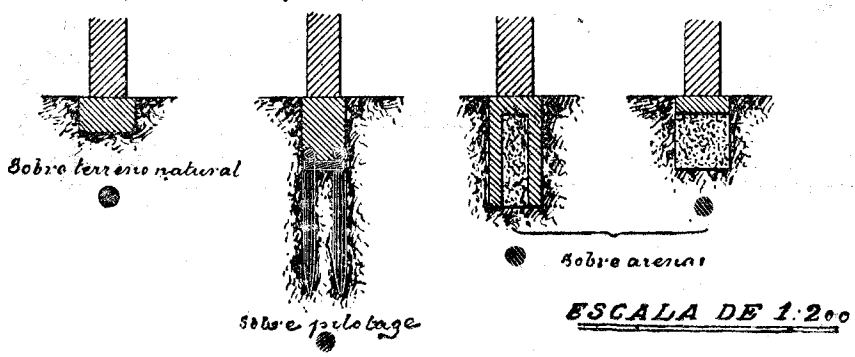
CROQUIS DE DISTRIBUCION DE LAS TRES CLASES DE CIMENTACION EMPLEADAS EN EL CUARTEL DE BALLAJA SEGUN LOS PLANOS EN LA PARTE NO RECALZADA



Explicacion

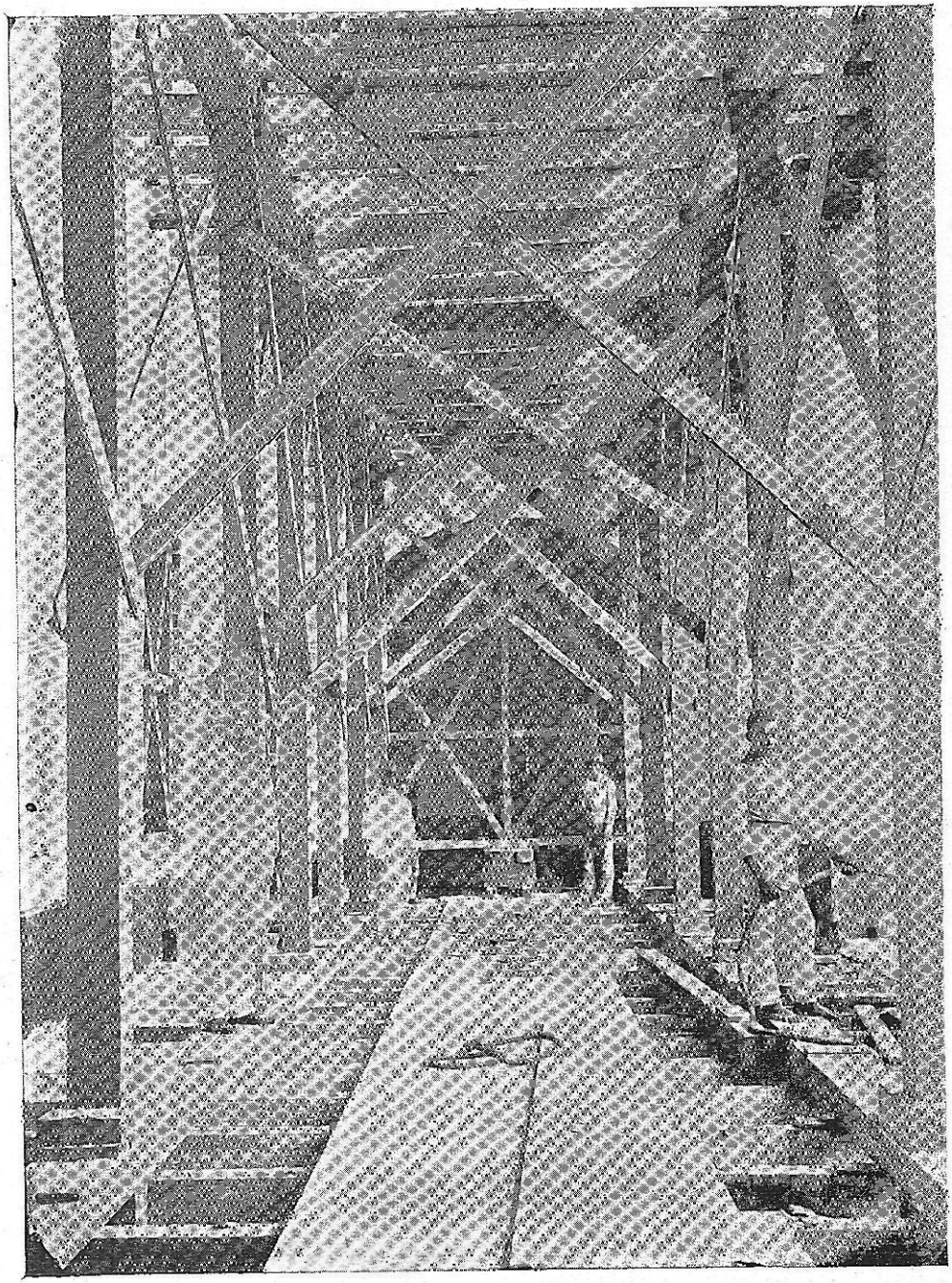
Cimentacion sobre terreno natural
.....Idn....sobre pilotage
.....Idn....sobre arena

Disposicion de las cimentaciones



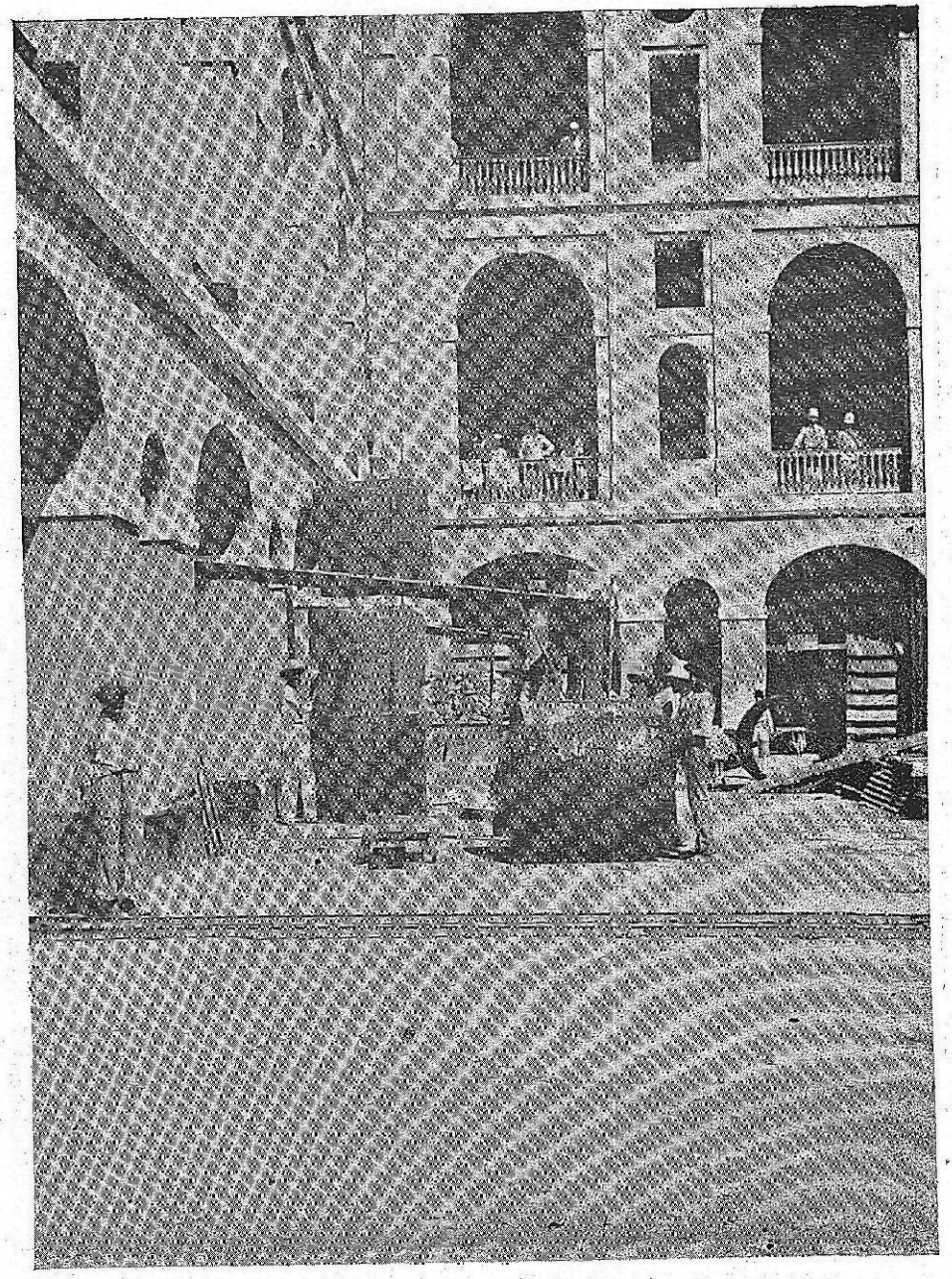
Lám. 24.

APUNTALAMIENTO DE PISOS.



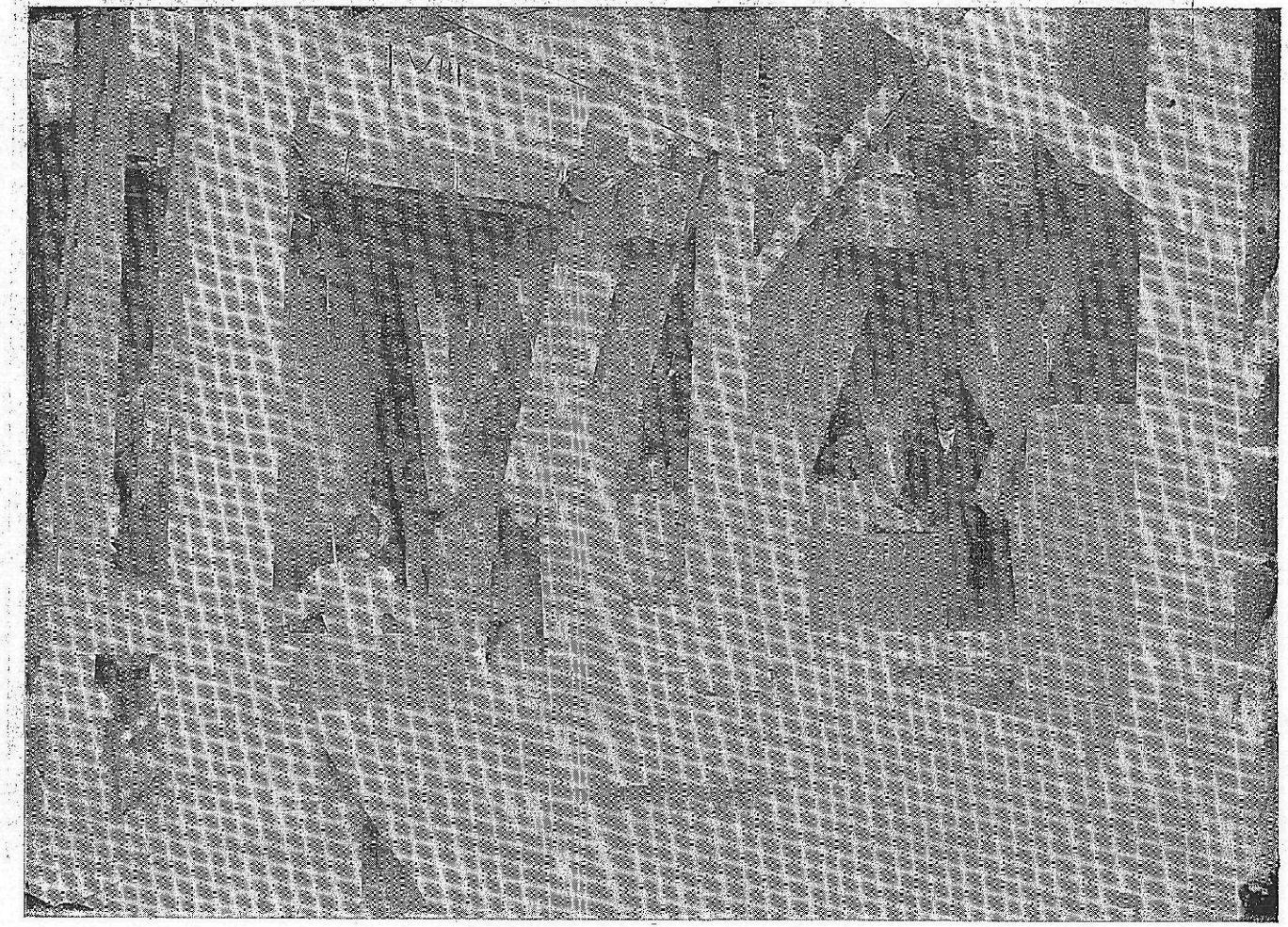
Lám. 25.

PRUEBA DE TUBOS EN EL PATIO.

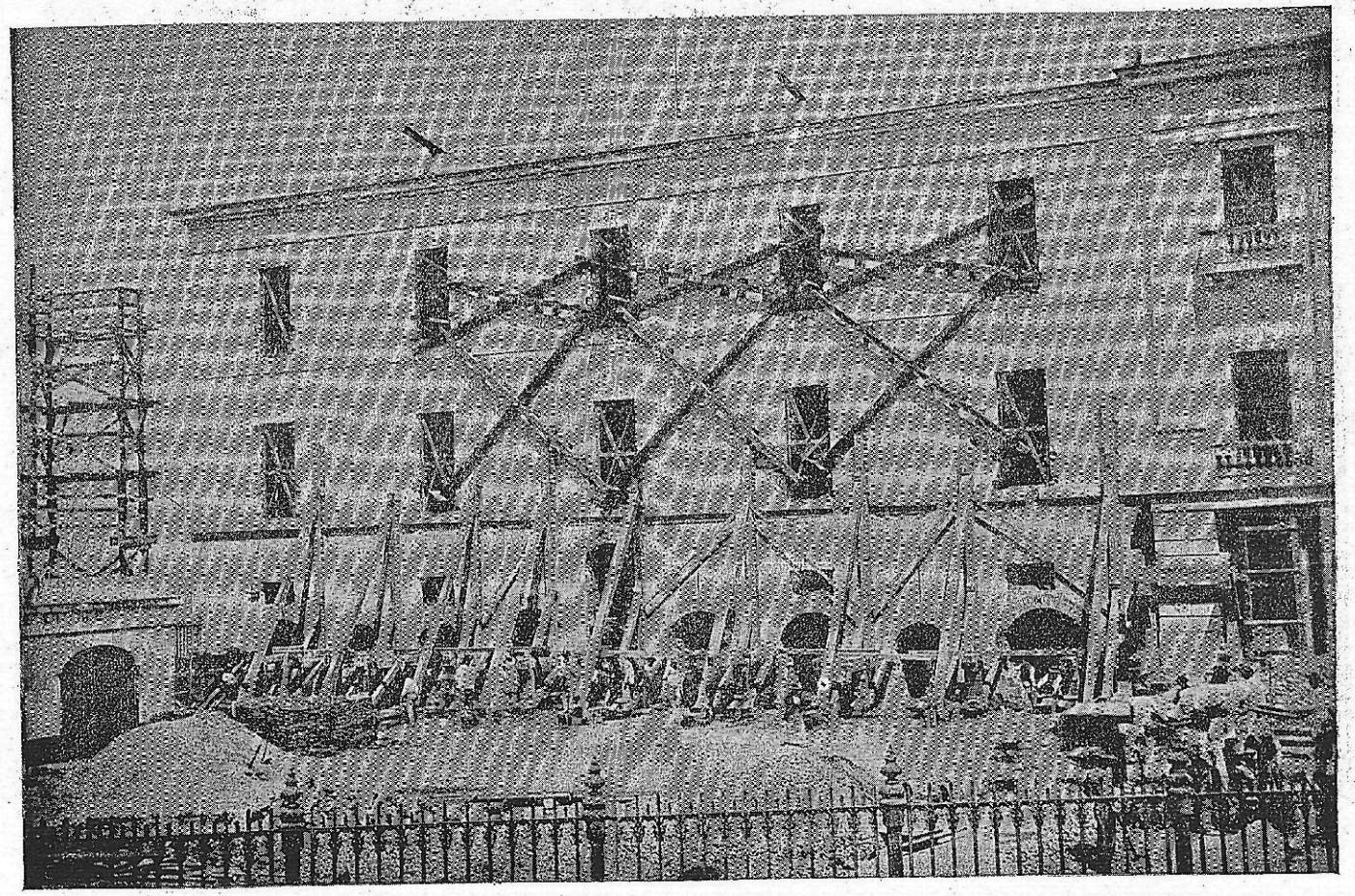


Lám. 23.

APEO DE MURO SOBRE CABALLETES Y APERTURA DE LOS POZOS.

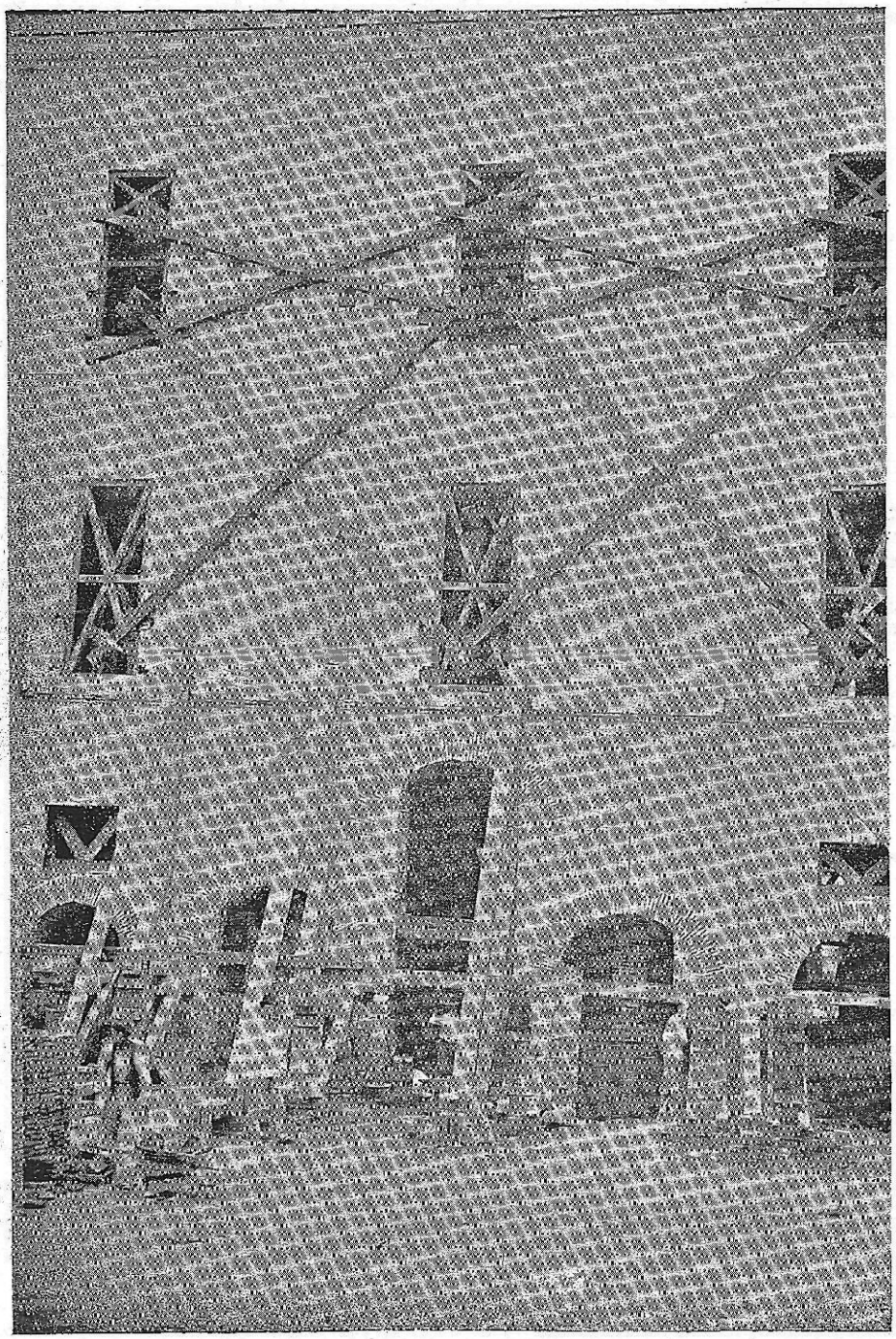


APUNTALAMIENTO Y APEO DEL MURO DE FACHADA.

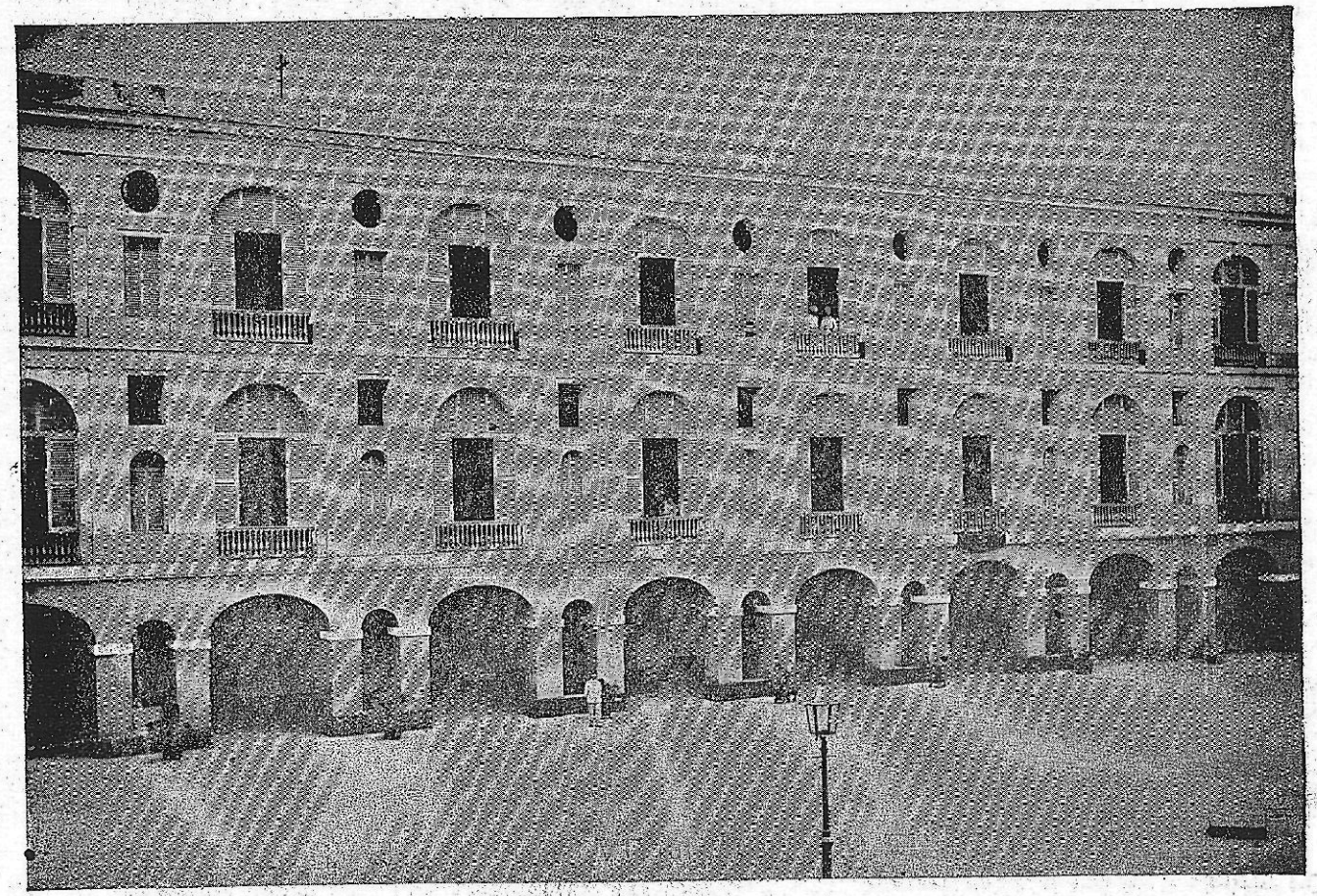


Lám. 28.

APERTURA DE POZOS EN EL MURO DE FACHADA.

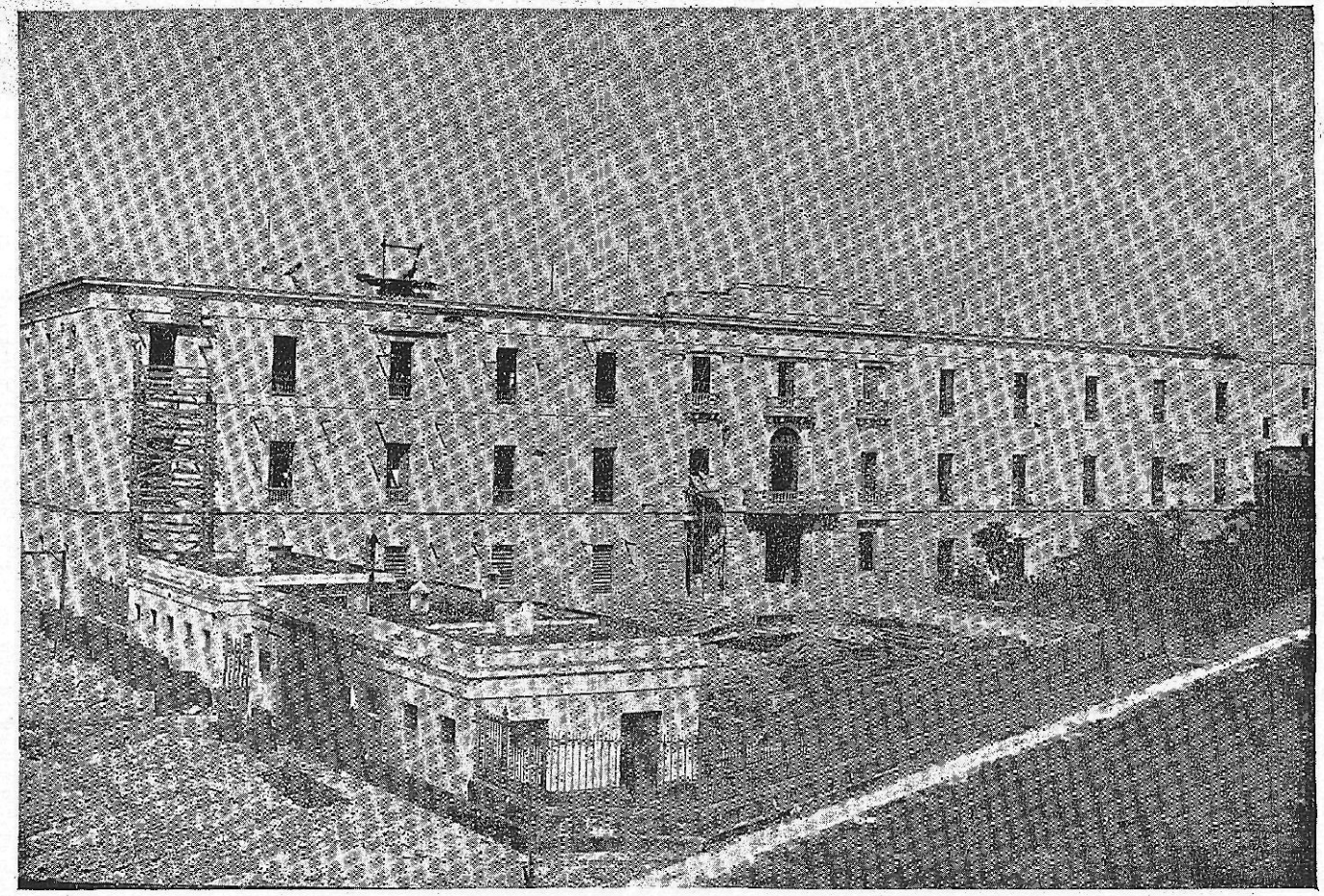


PATIO INTERIOR.



Lám. 30.

FACHADA PRINCIPAL TERMINADO EL RECALZO.



ÍNDICE.