

# MEMORIAL DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO.

REVISTA QUINCENAL.

MADRID. — 15 DE JULIO DE 1885.

SUMARIO. = *Prácticas de astronomía y geodesia en la academia de ingenieros*, por el capitán D. Antonio Vidal. — *Saneamiento de algunos cuarteles de Pamplona*, por el comandante D. Eusebio Lizaso (continuacion). — *Muros de sostenimiento*, por el capitán D. Manuel Ruiz y Monlleó (continuacion). — *Crónica*.

## PRÁCTICAS

DE

## ASTRONOMÍA Y GEODESIA

EN LA ACADEMIA DE INGENIEROS.

**H**oy que la frase *lujo de ciencia* suele prodigarse algun tanto, y aun á veces se nos figura manejada como palo de ciego, que más bien ha de herir que defender los intereses del ejército, parecerá ocioso escribir una sola línea que se comprenda en el título que encabeza esta noticia.

Mas á todos nuestros compañeros haremos la justicia de creerles muy apartados de un contagio que, de extenderse, nos conduciría á la rutina y al atraso, y por esto nos hemos animado á distraer un momento su atencion, esperando que al recordar con la lectura de estos renglones los pasados tiempos de la vida académica, hallarán en su memoria el agrado de que carecerá seguramente nuestra narracion.

No es posible, ni de necesidad absoluta para nuestro servicio profesional, el que los alumnos que estudien astronomía y geodesia puedan discutir sobre las irregularidades en la forma de nuestro planeta, ni hacer los cálculos de un eclipse de sol, ni otros asuntos de elevada aunque útil y práctica aplicacion en otras profesiones. Limitase al presente, en nuestra Academia, el estudio de dichas ciencias, á dar

nociones elementales que contribuyendo á la educacion científica de nuestros futuros oficiales, estimulan en ellos el espíritu de observacion, y les proporcionan elementos de saber, que han de asociarse á los conocimientos prácticos de la carrera, ensánchanles el campo de la topografía, y señalánles, aunque poco y como desde lejos, los vastos horizontes de la geodesia superior, en los cuales han conquistado tanta honra para el cuerpo algunos de sus oficiales, cuyos nombres son bien conocidos en todo el mundo científico.

Las prácticas de estas asignaturas corresponden a la índole de su estudio teórico, y las que se han llevado á cabo en el mes de mayo último se dividieron en dos partes distintas, á saber:

1.ª Detalles aislados, como son: estudio y manejo de los instrumentos de precision, y resolucion de las cuestiones de astronomía práctica, que conducen á determinar la situacion geografica de un lugar y la direccion del Norte verdadero ó azimut de una señal, empleando en estas observaciones astronómicas el sextante y el teodolito, y resolviendo como auxiliar el problema de determinar el estado absoluto del cronometro.

2.ª Una operacion de conjunto, que por referirse á los estudios rapidos del terreno en grandes extensiones, fuera susceptible de frecuente y provechosa aplicacion en numerosas cuestiones que el

militar y el ingeniero están llamados á resolver en sus asuntos profesionales. Esta operacion, de utilidad suma para el estudio geografico y topografico de una region más ó ménos extensa, es una de las comprendidas en lo que el famoso explorador de Etiopia, Mr. d'Abbadie, ha llamado *geodesia expeditiva* ó rápida, y cuyos principios expuso en su conocida obra *Géodésie d'Éthiopie*.

Pero en el extraordinario trabajo geodésico á que esta obra se refiere concurren circunstancias excepcionales, de las cuales puede formarse una idea con la lectura de lo que su autor dice al referir la pronta rotura de sus barómetros de Fortin a poco de salir de Europa: «... Là, »en effet, il est moins facile de porter un »baromètre qu'un enfant à la mamelle. Ce »dernier se recommande de lui-même aux »soins des plus barbares compagnons de »route, tandis que le baromètre est un »stupide inconnu que chacun est tenté de »traiter comme un bâton quelconque...»: y como por otra parte hay que considerar que Mr. d'Abbadie hizo sus exploraciones como viajero, y con los limitados recursos que esta circunstancia lleva consigo, natural era que en nuestras prácticas se supusieran condiciones algo mas favorables y se buscase alguna mas exactitud, unida a una rapidez siempre grande, si habia de conseguirse algun resultado util con solo un corto numero de breves observaciones.

Bajo este concepto, y como lo mismo en la geodesia regular que en la geodesia expeditiva todos los trabajos de campo se reducen a mediciones angulares, terrestres o astronomicas, y a la medicion de distancias ó bases, siendo estas mediciones, si se hacen con patron de medida, regla, cinta, cadena, etc., esencialmente laboriosas cuando se trate de bases de algunos kilómetros, se decidió prescindir completamente de ellas para las operaciones rápidas, y así fué que se emplearon en las Practicas llevadas á cabo para instruccion

de los alumnos, todos los procedimientos que hubo á mano para medir la distancia entre dos puntos, excepto el de tender reglas ó cadenas, con tanta más razon, cuanto que semejantes operaciones forman parte de las practicas de topografia, á las que lógicamente se destinan en la academia más tiempo y recursos.

Con estos precedentes y en la hipótesis de un levantamiento geodésico rápido en una extension indefinida, se eligieron dos puntos marcados, que fueron: la torre del reloj del edificio en que se halla la *Academia* y la estacion de *Meco* (1) en el ferrocarril de Madrid á Zaragoza; considerados ambos puntos como extremos de una base geodésica en una red extendida por toda la superficie de una region cualquiera. Estos extremos se hallan distantes unos 16 kilómetros, y las observaciones que se efectuaron en ellos se pueden clasificar en tres grupos:

- 1.º Comprende aquéllas que habian de conducir al conocimiento de la distancia entre dichos puntos;
- 2.º Mediciones angulares para referir á la base la situacion de puntos más ó ménos lejanos, visibles desde los dos vértices; y
- 3.º Las observaciones astronómicas para fijar la situacion geográfica de los vértices y el azimut de la base.

Las comprendidas en el primer grupo, consistieron:

A.—En el uso de anteojos micrométricos, habiéndose empleado los de Rochon, biprismático de Porro, y de Lugeol, en observaciones múltiples efectuadas de dia y de noche. Para éstas se establecieron en

(1) La eleccion de este puesto obedeció á la circunstancia de que el horario de trenes permite una breve estancia en él, de dos horas; en cuyo intervalo se pueden hacer las observaciones indispensables, salvando el perjuicio de una pérdida de tiempo que sería de temer, dado que los alumnos aprovechan esta época del año en sus repasos generales de fin de curso.

*Meco* dos luces de bengala (1) á la distancia de 40 metros, en direccion perpendicular á la base *Academia-Meco*, y se hicieron desde la torre del reloj repetidas mediciones micrométricas, ya alejando las imágenes duplicadas hasta tener, por coincidencia, la medicion sencilla; ya alejándolas más hasta la doble separacion, siguiendo el método de Bessel que emplean los astrónomos en sus mediciones con el heliómetro; y ya, por último, haciendo las mismas mediciones doble y sencilla, durante el movimiento de aproximacion de las imágenes, para compensar en lo posible los errores de observacion. Las señales de día establecidas en *Meco* consistieron en heliótropos simples (construidos con mucha brevedad en la carpintería de la *Academia*) establecidos á la misma distancia y en disposicion semejante á las anteriores.

B.—En la medicion que pudiéramos llamar geodésica de la base, utilizando las observaciones de distancias zenitales recíprocas efectuadas en ambos extremos *Meco* y *Academia*: corregidas que fueron éstas del efecto de la refraccion, y restada de su suma  $180^\circ$ , se obtuvo el ángulo formado por las dos verticales, y de éste se pasó al conocimiento de la distancia itineraria, mediante los datos conocidos sobre el elipsóide terrestre y el referente á la

(1) Una observacion fotométrica que la curiosidad nos impulsó á realizar en esta ocasion, acerca del empleo de luces de bengala é investigacion del máximo alcance de su visualidad, nos dió por resultado como limite de aquélla, una distancia mayor de 100 kilómetros. El mixto productor de la luz de bengala que se experimentó tenía unos 3 centímetros de diámetro, y el procedimiento fotométrico consistió en comparar á la simple vista la intensidad de la luz con la pequeña candela que produce un hilo delgado de mecha de encender cigarros, al arder lentamente. Alejando este hilo encendido hasta producir á la vista un punto luminoso de igual intensidad aparente que la luz lejana, se tiene un dato de comparacion, y alejando más la lucecita del hilo hasta perderla de vista, se vino á deducir el alcance máximo que se buscaba.

altitud de Guadalajara. Por más que envuelva este método la inexactitud unida al cálculo de la refraccion terrestre, presentó un medio muy expedito de comprobar el resultado obtenido por el método anterior.

C.—En la medicion astronómica de la misma base, observando las distancias zenitales de una misma estrella á su paso por el plano vertical comun de los dos lugares (1) ya citados. La estrella elegida por pasar en buenas condiciones, á gran altura, con bastante pequeño movimiento zenital, y á la hora precisa (2), fué la  $\eta$  del *Dragon*. Mas disponiendo de un solo teodolito aceptable para estas observaciones rápidas, hubo de procederse á las observaciones sucesivas en dias consecutivos, teniendo en cuenta para ello el estado absoluto y movimiento diurno del cronómetro, y reduciendo las observaciones de ambos dias á una misma hora sideral de Guadalajara, por no haberse podido hacer simultáneas como hubiera sido lo más conveniente.

Este procedimiento astronómico nos hubiera dado con mucha exactitud el ángulo de las dos verticales, por influir muy poco la refraccion atmosférica en la diferencia de alturas medidas, pero no se pudo llevar á término, porque el cielo se presentó cubierto en la segunda noche de observacion. A pesar de esto, dado que el objeto principal era la instruccion práctica en el procedimiento y su explicacion sobre el terreno (lo cual se consiguió), y que la medicion de la base se habia comprobado por diferentes y repetidos

(1) Aunque en rigor no existe plano vertical comun entre los dos puntos *Meco* y Guadalajara, que no están ni en un mismo meridiano ni sobre un paralelo comun, se admitió como confundidos en uno sólo, los planos que pasan por la vertical de cada lugar y la estacion colindante, dada la indole de los trabajos de prácticas.

(2) Originada por el horario de trenes, que permite una breve estancia en *Meco* durante las primeras horas de la noche.

métodos, se desistió del último, para no emplear más días de los previamente destinados á estos estudios.

Las observaciones comprendidas en el segundo grupo se redujeron á registrar las vueltas de horizonte efectuadas con el teodolito desde los dos vértices, anotando las direcciones azimutales y las lecturas zenitales de todas las señales naturales importantes; tales como el pico Ocejón, el cerro de Torija, la peña Hueva, el palomar de Garay, la ermita de los Santos de la Humosa, la colegiata de Alcalá, la torre de Meco, etc., que, según recordarán nuestros compañeros, son puntos notables del horizonte de Guadalajara.

Para facilitar la designación y levantamiento por intersecciones de estas señales naturales, de tanto precio en los levantamientos rápidos, y tan preconizadas por Mr. d'Abbadie, se dibujaron vistas panorámicas del horizonte, semejantes á las que se ven en las cartas hidrográficas, y se anotaron por letras, además de sus nombres, las señales que habian de figurar en los registros de las observaciones de vuelta de horizonte.

Las observaciones pertenecientes al tercero y último grupo consistieron en orientar las vueltas de horizonte, refiriéndolas al Norte verdadero, para lo cual se hicieron observaciones del sol en azimut y altura, con anotación de las horas, apuntando también en la estación de la academia la máxima altura de aquel astro, para deducir la latitud del vértice.

Utilizando las luces de bengala que se habian encendido en el otro extremo de la base, se determinó también el azimut de ésta por observaciones de la estrella polar, y por falta de tiempo dejó de determinarse la longitud geográfica de la torre de la academia respecto del observatorio de San Fernando, por el medio de las distancias de la luna ó el de las culminaciones lunares, ú otro de los que hubieran podido emplearse.

El teodolito que sirvió en estas obser-

vaciones era de Brunner, modelo del general Ibañez, con apreciación de  $10''$ , é igual á los que se emplean en los trabajos geodésicos de tercer orden, y aunque este instrumento no está construido con disposición para observaciones de noche, ni solares, así como tampoco para las circunzenitales, se le adaptaron sencilla y provisionalmente los medios conocidos para utilizarlo en todas las clases de observaciones que fueron necesarias.

También se usaron los universales de Repsold y Pistor, que posee nuestro establecimiento, así como algunos sextantes, en las prácticas de estudio y manejo de instrumentos y resolución de problemas aislados, de que al principio hemos hecho mención.

Los trabajos de gabinete, naturalmente subordinados á la índole de las observaciones antedichas, sirvieron como ejercicios de los estudios efectuados durante el curso sobre resolución de triángulos geodésicos y fórmulas de geodesia y astronomía práctica, en la parte más sencilla que reclama la naturaleza de los trabajos llevados á cabo, habiéndose presentado ocasión de practicar también la teoría de errores, recientemente introducida en nuestros programas de estudio, y que tanta utilidad presta en todas las ciencias de observación y experimentales.

El que haya tenido la deferencia de leer hasta el final esta breve aunque no aminorada relación, si, como nosotros, es partidario de la instrucción esencialmente científica en nuestra Academia, nos disculpará de haber emborronado unos cuantos renglones, á propósito de un asunto importante en sí, y más importante aún porque atañe á la enseñanza de los que mañana han de compartir con nosotros la honra de pertenecer á un cuerpo que sabe hermanar con su amor á la ciencia las más altas y prácticas virtudes militares.

Guadalajara, 5 de junio de 1885.

A. E. VIDAL.

SANEAMIENTO  
DE ALGUNOS  
CUARTELES DE PAMPLONA.

(Continuacion.)

**A** la vez que se ejecutaban las obras necesarias para la completa reforma de las letrinas, se hacian tambien las que se habian propuesto y aprobado con el fin de mejorar la ventilacion de este edificio.

Lo más esencial de estas obras se redujo: 1.º, á abrir en los muros de traviesa que

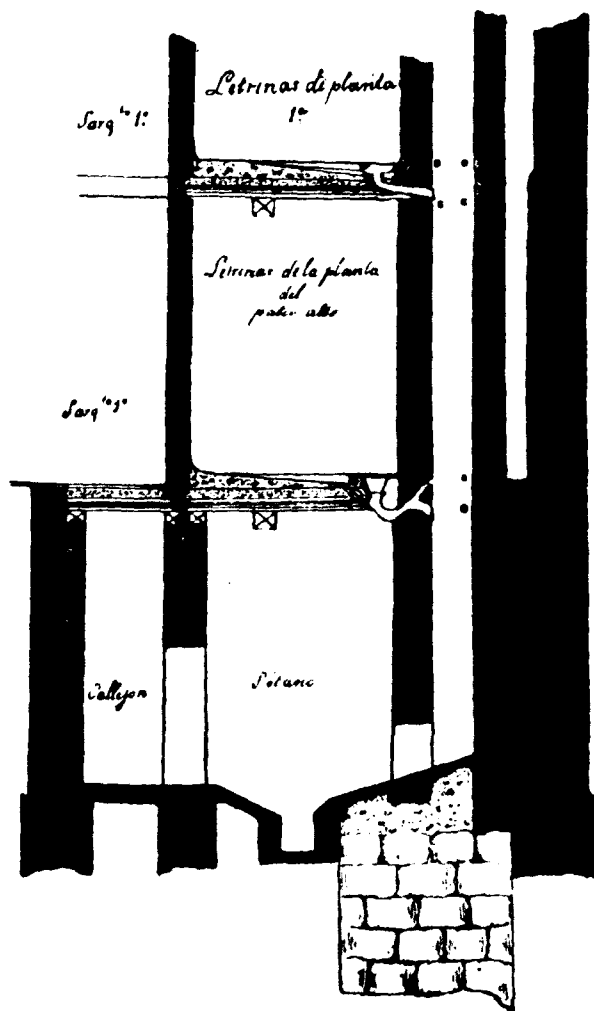
separan los dormitorios contiguos, vanos altos *a a a a* (fig. 1) de forma rectangular, (cuyas dimensiones eran  $0^m,80 \times 0^m,40$ ) frente á las ventanas exteriores; 2.º, á construir en el dormitorio G, además de estos vanos, ventiladores bajos *b b b* ..... que, arrancando á nivel del suelo, desembocan en la galería del patio alto por debajo del piso de la galería dormitorio y agujeros rectangulares de  $0^m,20 \times 0^m,25$  en la parte inferior de los tabiques que dividen el dormitorio, con objeto de facilitar la circulacion del aire en todos sentidos; y 3.º, por último, á colocar ventiladores

circulares de hélice en todos aquellos vanos, tanto de las paredes de fachada como de los del patio, que se hallan en correspondencia con los nuevamente abiertos en los de traviesa.

Por la organizacion dada á estas dependencias y la mejora introducida en la ventilacion, no sólo se ha logrado hacer desaparecer el repugnante hedor que de ordinario exhalan estos accesorios y estirpar de raíz el peligro que en ellos reside, sino tambien y al propio tiempo, dotar al edificio de las condiciones higiénicas que le eran tan necesarias y cuya falta ha ocasionado resultados tan funestos.

Poco tiempo despues de comenzadas las obras en el cuartel de la Merced, se dió principio á las de los excusados del seminario, en cuyo edificio se habian hecho ya las que en un proyecto anterior é independiente del de la reforma de estos accesorios, se habian propuesto y aprobado para mejorar la ventilacion. Dichas obras consistieron principalmente, en la apertura de vanos en los muros de crujía y de traviesa que separan los dormitorios contiguos, para permitir la libre circu-

Fig. 3.



lacion del aire entre ellos y la evacuacion del viciado por la respiracion, etc., á la vez que en adquirir y disponer para patio la huerta contigua, con la cual se puso en comunicacion inmediata el cuartel, por la galería ó pasillo de la planta baja de este edificio.

Al proyectar las nuevas letrinas propusimos alejarlas de los dormitorios, no obstante la opinion sustentada por algunos que proponen lo contrario, fundados en razones de comodidad, de facilidad en la distribucion, de policia y áun de higiene, porque considerábamos y hoy lo apreciamos de igual manera, que disponiendo los excusados en un pabellon aislado y comunicando con los dormitorios por una galería cubierta, que tuviese vanos en sus muros longitudinales ó en uno de ellos y en el otro arcadas diáfanas, se interpone una masa de aire entre los locales habitados y las letrinas, que basta á impedir la inficcion de aquéllos por los gases que éstas emanan (1).

El alejamiento de las letrinas, aleja igualmente, esto es indudable, la causa y foco de inficcion de los dormitorios y hace posible establecer, con una conveniente disposicion de los vanos, corrientes trasversales que esparzan en la atmósfera los gases meffíticos, lo que sin esta circunstancia no se conseguirá fácilmente.

Debe tenerse en cuenta además que, en general, sólo los edificios construidos expresamente para cuarteles tienen en sus dormitorios la capacidad necesaria para que á cada hombre corresponda el volúmen de aire puro que la higiene determina; hallándose los demás en tan medianas condiciones, y en tan detestables los que en esta plaza han sido objeto de reforma, que en ninguno de sus dormitorios alcanza este volúmen de aire por plaza un término medio aceptable, y en

muchos se reducía á un mínimo dañoso y por demás perjudicial. ¿Qué sucedería, pues, si se colocasen las letrinas adosadas inmediatamente á estos dormitorios y se estableciese de unos á otros locales comunicacion directa? Sucedería que elevada la temperatura del aire en los dormitorios y más baja la del de las letrinas, por el enfriamiento que durante la noche sobreviene, se establecería una corriente hácia las habitaciones, cuyo ambiente, viciado ya por la traspiracion cutánea y pulmonar é incompletamente renovado por una ventilacion irregular y poco activa, vendrian á impurificar más todavía los gases arrastrados por esta corriente, lo que constituye el origen, tal vez único ó por lo menos el más eficiente, de numerosas enfermedades.

Los excusados son de chimenea central, cuya seccion interior es  $1^m,0 \times 1^m,20$ , y  $0^m,50$  el grueso de sus paredes. La planta del pabellon es un rectángulo de  $5^m,3 \times 4$ , comunicando cada uno de sus pisos con el dormitorio correspondiente por una galería de arcadas que en la cara Sur están abiertas, y cerradas, aunque con vanos, en la del Norte.

Se propusieron y adoptaron para estas letrinas los sifones Jennings ya empleados en las de la Merced; pero el tubo inclinado de aquéllos, afecta en éstos una posicion vertical, en armonía con el modo de funcionar que en ellos tiene y del que nos ocuparemos al tratar de la chimenea. Cubetas y plancha de fundicion análogas á las descritas, completan el banco de letrinas.

Los suelos, hechos absolutamente impermeables por el hormigon y grueso enlucido de mortero hidráulico que los cubre, están dispuestos en planos inclinados, cuyas intersecciones en goteras, concurren á los tubos de los sifones ó al urinario, con lo que además de facilitarse mucho la limpieza, por el rápido desagüe de los líquidos que arrastran las partículas cuya descomposicion produce

(1) Puede verse lo que sobre esta cuestion dijimos en el tomo del año pasado de 1884, pág. 209.

(N. de la R.)

miasmas desagradables, se conducen á los sifones y de ellos á la chimenea estos líquidos, que constituyen el verdadero aparato hermético.

La chimenea es de fábrica de ladrillo con mortero hidráulico; pero en lugar de ser sus muros macizos, como los que hemos hasta ahora examinado, tienen huecos verticales en forma de tubos, que corresponden invariablemente al emplazamiento de los sifones (fig. 4).

Con estos conductos verticales nos proponíamos interponer entre la atmósfera de las letrinas y el ambiente de la chimenea, una pequeña masa fluida, que sometida á la influencia de las temperaturas de aquéllos, hiciera en cierto modo el oficio de regulador, normalizando la

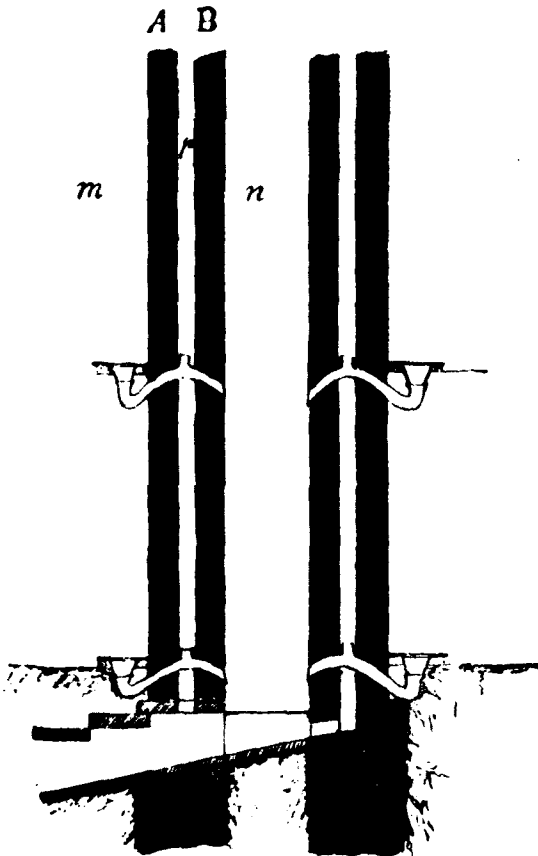
ventilacion si por su medio se obtenian corrientes constantes y ascendentes; porque aunque es sabido que en circunstancias ordinarias y normales, se desarrollan siempre éstas en el interior de las chimeneas y arrojan al exterior los gases producidos por la descomposicion de las materias fecales, está igualmente comprobado que al adquirir los gases cierta tension, escapan por los tubos de caida y se esparcen por las letrinas, fenómeno que se presenta tambien, aunque ocasionalmente, cuando en la atmósfera reinan corrientes impetuosas que repelen al interior las que arrastran estos gases.

Los aparatos herméticos empleados daban suficiente garantía contra la accion de este fenómeno; pero ocurría la duda de si faltando aquéllos y por la sola existencia del tubo ventilador, se obtendrian resultados semejantes; surgiendo naturalmente la idea de estudiar la marcha que seguirian las corrientes, cuando variase la temperatura ó tension de una de las masas fluidas que las originan ó pudieran originarlas.

Supongamos para ello las masas fluidas  $m$  y  $n$ , que comunican entre sí por el intermedio del sifon, en equilibrio de temperatura y tensiones, y que á partir de esta posicion de equilibrio, se eleve la temperatura de uno de ellos,  $m$  por ejemplo, manteniéndose constante la del otro.

Sin la existencia del tubo  $p$ , es evidente que esta elevacion de temperatura, haciendo desaparecer el equilibrio entre los fluidos  $m$  y  $n$ , determinaria una corriente continua del segundo al primero, que inundaria las letrinas de gases mefiticos, y que subsistiría sin interrupcion hasta que se restableciera nuevamente el equilibrio. Pero con el tubo  $p$  los hechos tienen lugar de muy distinta manera, y aunque no

Fig. 4.



se evita, en los primeros momentos, la inficcion, cesa ésta muy poco despues, y los gases son expulsados fuera por corrientes favorables que en su interior se desarrollan.

En efecto; desde que la temperatura de  $m$  se eleva, además de la corriente indicada de  $n$  á  $m$ , surge otra de  $p$  á  $m$ , puesto que partiendo del equilibrio de las tres masas fluidas, la primera ejerce su accion simultánea y semejantemente sobre las últimas: mas al propio tiempo se inicia tambien otra nueva á través del tabique  $A$ , en sus partes media y superior, corriente originada y sostenida por la diferencia de temperatura de los fluidos  $m$  y  $p$  que se hallan en inmediato contacto con los paramentos del expresado tabique.


EUSEBIO LIZASO.

(Se continuará.)

## MUROS DE SOSTENIMIENTO.

(Continuación.)

### III.

o menos importantes que las de solidez, son las condiciones de estabilidad, pues de nada serviría que los materiales tuviesen las convenientes dimensiones para resistir sin romperse la accion del empuje, si el conjunto de la obra no cumpliera las leyes del equilibrio. Y es de tal entidad esta observacion, que con mucha frecuencia se vén construcciones en que la mala calidad de los materiales ha sido compensada con la buena disposicion del todo, circunstancia muy digna de tenerse en cuenta para imitarla en cuanto sea posible y con mayor razon en obras militares, en las que la frecuente carencia de medios, hace confiar el éxito al buen talento práctico del ingeniero.

De manera que, en el asunto que estamos tratando, debe ser objeto muy principal de nuestra atencion, el proce-

dimiento más breve y más seguro para conseguir la estabilidad de los muros de sostenimiento.

*Inclinacion del paramento exterior.*— Fácilmente se deducen las ventajas que presenta la inclinacion del paramento exterior del muro de sostenimiento.

Si en vez del perfil rectangular  $O' J'$  (fig. 12) adoptamos el perfil trapezoidal  $O J$ , de seccion equivalente, trazando la recta  $O J$  del paramento inclinado del muro por el punto medio de  $O' J'$ , paramento primitivo, la estabilidad del muro será mayor, porque el momento del empuje  $Q$  no habrá cambiado, mientras que las resistencias habrán aumentado del modo siguiente:

1.º Como bajo la accion del empuje horizontal  $Q$ , el muro tiende á resbalar sobre su base  $BO$ , es necesario que este movimiento no sea posible. La resistencia que á él se opone procede del rozamiento debido al peso  $\pi$  del muro repartido sobre su base  $OB$  y del enlace de las mamposterías con el macizo de cimentacion. Esta última resistencia es enorme porque está favorecida, no solo por la adherencia del mortero á sí mismo ó á la piedra, sino tambien por las asperezas que ésta presenta en su superficie y que en  $OB$  vienen á constituir una especie de engranaje, introduciéndose las partes salientes de las piedras del muro en los entrantes de las del cimiento y reciprocamente.

Esto constituye lo que se llama resistencia al resbalamiento y, como vemos, no es fácil que se venza si existe otra resistencia menor, como generalmente sucede cuando el muro está bien cimentado. Este no resbalará, pues, sobre su base.

Pero admitiendo que no exista el engranaje de que hemos hablado ni la adherencia del mortero, la única resistencia que habrá que vencer será el rozamiento del muro sobre su base. El esfuerzo que hay que ejercer para hacer resbalar una piedra sobre otra es próximamente las 75 centésimas partes de la presion en el con-



Fig. 12.

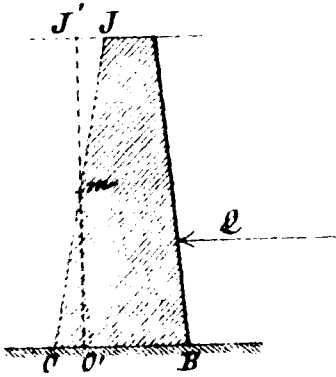


Fig. 13.

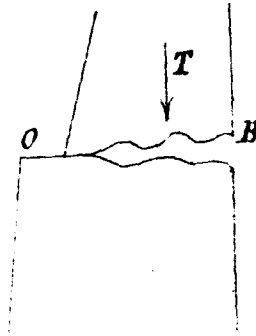


Fig. 14.

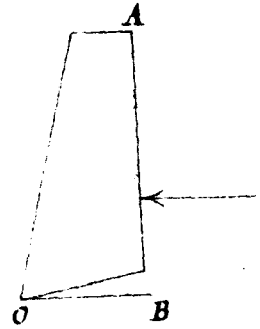


Fig. 15.

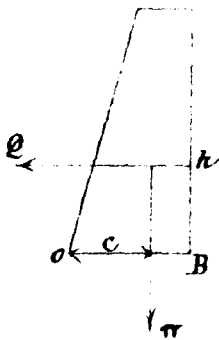
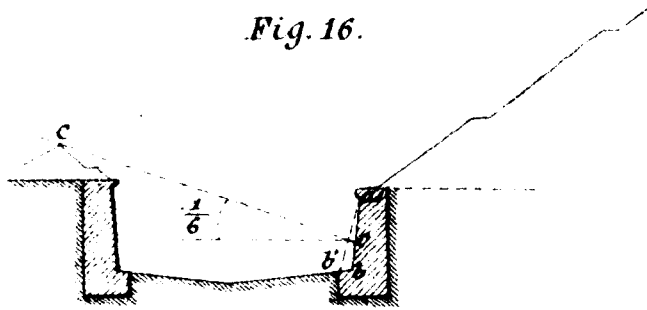


Fig. 16.



acto, luego para que este movimiento no se produzca, se deberá verificar:

$$Q < 0,75 \pi$$

ó en general  $Q < f \pi$ , siendo  $f$  el coeficiente de rozamiento del muro sobre la superficie de apoyo de la base. Este caso, repetimos, no se presenta jamás en la práctica.

Volviendo á la fig. 12, observamos que al sustituir el paramento vertical  $O' J'$  por el inclinado  $O J$ , ha aumentado la base de sustentacion del muro en la longitud  $O' O$ , y es evidente que si para la longitud  $B O$  se hacía difícil el resbalamiento, mucho más lo será ahora, pues que exis-

te mayor superficie de contacto entre el muro y sus cimientos donde podrá verificarse mejor aún el engranaje debido á la irregularidad de la superficie, aumentando tambien el rozamiento. Por lo tanto, la inclinacion del paramento exterior favorece la resistencia al resbalamiento del muro sobre su base.

2.º Rotacion del muro alrededor de la arista  $O$ .

Este movimiento es el que, en general, encuentra menores resistencias, razon por la cual se manifiesta ántes que el resbalamiento.

Esta rotacion producirá necesariamente

una pequeña ruptura hácia la arista  $O$  (fig. 13) en el origen del movimiento; y despues que la grieta  $O B$  haya ensanchado lo suficiente para que las asperezas de la seccion de ruptura se hayan desprendido de su reciproco engranaje, el resbalamiento podrá producirse continuando ó no la rotacion. Lo que importa observar es que en el instante inicial del movimiento, hay rotacion alrededor de la arista  $O$ .

Para que la fuerza  $Q$  pueda producir esta rotacion inicial, es necesario que su momento pueda vencer las tres resistencias siguientes:

a. La resistencia al arranque de las mamposterías en la seccion  $O B$ , que será tanto mayor cuanto mejor sea el mortero empleado. Así el formado con cal de Teil ofrece á los quince dias tan solo, una resistencia de un kilogramo por centímetro cuadrado y crece aún más con el tiempo. El momento de esta resistencia con relacion al punto  $O$  es fácil de calcular, puesto que será igual á la resistencia total  $T$  de la seccion al arranque, multiplicada por el brazo de palanca ó sea la mitad de la longitud  $O B$ .

Tambien en este caso el paramento exterior inclinado aumenta el momento que acabamos de citar, con relacion á un paramento vertical, pues hace mayor el brazo de palanca y la resistencia al arranque que se verifica en mayor superficie.

b. Otra resistencia que aumenta con la inclinacion del paramento exterior y que se opone á la rotacion del muro, es la debida al peso de éste. En este caso el brazo de palanca será igual á la distancia que separa al punto  $O$  de la vertical que pasa por el centro de gravedad de la seccion transversal del muro.

c. En fin, para producirse la rotacion, deberá vencer tambien y simultáneamente que las anteriores, la resistencia que el muro encuentre en el rozamiento de las tierras contra el paramento interior  $A B$  (fig. 14). En efecto, estas tierras se apoyan

contra el muro y los diversos puntos de la seccion  $A B$ , estarán sometidos á un rozamiento de abajo á arriba cuando el muro gire alrededor de  $O$ ; las tierras opondrán pues una resistencia de arriba á abajo segun el plano  $A B$ , que es vertical en el origen del movimiento. Este rozamiento es igual á la presion normal  $Q$  multiplicada por el coeficiente  $f$  de rozamiento de las tierras contra el muro, cuyo coeficiente es igual al de la tierra sobre sí misma, porque el paramento  $A B$  es siempre rugoso y todas sus oquedades están revestidas de tierra adherente al muro; el resbalamiento será pues en realidad de tierra contra tierra, y su momento con relacion á la arista  $O$  es siempre fácil de calcular.

Aquí se observa la importancia del papel que el rozamiento desempeña en la estabilidad de los muros de sostenimiento, siendo el empuje, como ya hemos dicho, independiente en absoluto, en cuanto á su intensidad, de dicho rozamiento. Y téngase en cuenta que ésta es una de las principales ideas que emite Mr. Gobin, para considerar este asunto desde un punto de vista distinto del que hasta ahora habia servido para la resolucion de esta clase de problemas.

Dedúcese de aquí que conviene dar al paramento del muro en contacto con las tierras una superficie tan rugosa como sea posible, lo que por otra parte simplifica y abrevia la construccion.

Respecto á la fórmula general de estabilidad es la siguiente:

$$Q \frac{h}{3} < \frac{O B^2 t}{2} + \pi c + f Q \cdot O B \text{ (fig. 15)}$$

siendo  $h$  = altura del muro.

$t$  = resistencia de las mamposterías al arranque, por metro cuadrado.

$c$  = distancia de la vertical del centro de gravedad del muro á la arista  $O$ .

$\pi$  = peso del muro por metro corriente.

Esta fórmula establece, pues, que el momento de rotacion alrededor de  $O$  debido al empuje, ha de ser menor que la suma de los momentos de las demás resistencias de que hemos hablado.

Puede asignarse un coeficiente de estabilidad segun el grado de garantía que haya de exigirse á la construccion y el de incertidumbre que presenten, ya la calidad de los materiales, ya las circunstancias que puedan aumentar accidentalmente el empuje de las tierras.

Si se toma un coeficiente igual á 1,5 se tendrá la igualdad:

$$1,5 Q \frac{h}{3} = \frac{\overline{OB}^2 t}{2} + \pi c + f Q \cdot OB$$

en la que se deja como incógnita una de las dimensiones del muro, la base  $OB$  por ejemplo, y se reemplaza  $Q$  por su valor máximo.

Hemos visto cómo contribuye á la estabilidad del muro la inclinacion de su paramento exterior, aumentando las causas que se oponen á su desplazamiento ó á su inversion. Y podemos añadir aún que esta forma de la seccion trasversal se halla en un todo de acuerdo con los principios mecánicos del equilibrio, puesto que el espesor del muro aumenta gradualmente á medida que el empuje sobre su paramento interior se hace más considerable.

Es necesario, sin embargo, no exagerar esta inclinacion, porque si es muy grande el aspecto de la construccion no es satisfactorio. Esta razon, que Mr. Gobin alega para no exceder de  $\frac{1}{5}$  la citada inclinacion del paramento, es sin duda muy atendible en las construcciones que no sólo satisfacen á la necesidad sino tambien al ornato público. Pero, á nuestro modo de ver, en las obras de fortificacion es muy secundario este segundo punto de vista y únicamente cuando sea posible concier-

liarlo todo otorgando la primacia á la solidez de la obra, podrá permitirse el ingeniero hacer algun alarde de belleza, que en cualquier caso dará una buena idea de su talento práctico. Téngase además presente que en los muros de escarpa y contra-escarpa, la mayor inclinacion del paramento exterior favorecerá su resistencia al choque de los proyectiles, oponiéndole mayor masa. En efecto, ocurre con frecuencia (fig. 16), que la imposibilidad de dar una altura excesiva á la cresta del glásis, sin poder disminuir la del revestimiento de escarpa, limita la desenfilada á hacer pasar la línea  $CO$  inclinada á  $\frac{1}{6}$ , no ya por el cordon de dicha escarpa como en la fig. 10, sino por el punto  $O$  situado á  $\frac{1}{3}$  de la altura total del muro, y fácilmente se vé que un proyectil que venga á chocar en  $o$ , tendrá menos probabilidad de destruir las mamposterías si la inclinacion del paramento exterior de la escarpa es  $ab'$ , que si es  $ab$ , pues en el primer caso se opone mayor espesor de muro. Esta consecuencia es de verdadero valor, y si por otra parte se observa que las dificultades de hacer saltar la escarpa por medio de la dinamita serán tambien mayores en este caso, no debe dudarse en dar al muro el mayor espesor posible en su base, tanto más cuanto que, como sabemos ya, los modernos procedimientos de desenfilada limitan mucho la altura de los revestimientos, compensando en cierto modo el gasto de material.

MANUEL RUIZ Y MONLLERÓ.

(Se continuará.)

## CRÓNICA.

**E**L mayor de ingenieros del ejército inglés Mr. Armstrong, ha inventado una máquina que puede excavar trincheras y lanzar ella misma las tierras que formen el macizo protector contra las vistas y proyectiles del enemigo.

La máquina, para sus dos operaciones, necesita y tiene dos mecanismos distintos. Uno es un excavador, formado con un tornillo de anchos filetes y figura cónica, semejante á los de los pilotes de rosca, el cual penetra en las tierras y las descompone deshaciendo su adherencia por medio del movimiento de rotacion que se imprime á su eje, inclinado 45° sobre el horizonte. El otro mecanismo consiste en una plancha que lleva una palanca recodada terminada por un recipiente que recoge las tierras; la plancha recibe un movimiento de rotacion mucho mayor, y á cada vuelta el recipiente se llena de tierra, pero la palanca no sigue toda la rotacion, y por una combinacion de resortes y de topes, se detiene y obliga á las tierras del recipiente á salir rápidamente siguiendo la tangente del círculo que iba describiendo.

La trinchera abierta resulta de forma elíptica, y se modifica y ensancha despues, poniéndose tambien detrás del macizo de tierras una fila de cestones, que se rellenan con los productos de dicho ensanche.

El mayor Armstrong propone dos tipos diferentes de su máquina: uno para trincheras de escaso perfil, que se maneja á brazo por un hombre solò, dando direccion á la lanza (apoyada en una rueda) que inicia la marcha, y moviendo con la otra mano una manivela que imprime los dos movimientos de rotacion; el otro tipo, para zapas profundas, se mueve por medio de una máquina electro-dinámica, que lleva consigo el aparato, y no hay más que marcar la direccion.

El inventor calcula que una máquina del primer tipo, servida por cuatro ó cinco zapadores (para relevarse con frecuencia en el trabajo fuerte de dar á la manivela), podrá con la velocidad de 60 vueltas por minuto, avanzar en terrenos fáciles 12<sup>m</sup>,20 por hora, excavando una trinchera de 0<sup>m</sup>,61 de anchura por 0<sup>m</sup>,46 de profundidad; y que una máquina del segundo tipo podrá adelantar 36<sup>m</sup>,60 por hora, haciendo una excavacion de 1<sup>m</sup>,22 de ancho por 0<sup>m</sup>,92 de altura.

Pueden verse más detalles sobre este invento en la *Rivista di Artiglieria e Genio* de febrero y *Revue de l'artillerie* de junio. Por lo que se comprende de sus relatos, los mecanismos son ingeniosos aunque complicados, y de escasa aplicacion el sistema en

la mayor parte de los terrenos de nuestra península.

Sin embargo, creemos que para cada uno de los parques de nuestros regimientos vendria adquirir la máquina del primer tipo, y para el parque de sitio una del segundo, con objeto de experimentarlas, pues en casos dados podrian economizar sangre y tiempo.

Los dos periódicos arriba citados dán cuenta tambien de otra idea del mayor Armstrong, y es la de emplear planchas de hierro en lugar de cestones, para el revestimiento de los taludes interiores en las zapas y en ciertas fortificaciones de campaña.

Dichas planchas, con alguna inclinacion, se ligan fuertemente por medio de tirantes de hierro, con otras planchas que van horizontales ó con alguna contrapendiente, y á las cuales sirve de prisma de resistencia la tierra que llene el ángulo entre ambas planchas, y que tomará la masa cubridora.

Los bastidores de planchas se habrán de colocar previamente y despues se echará la tierra por encima del talud, como en las cestonadas.

Las ventajas del sistema serian: menor trabajo para la construccion del revestimiento, evitar los incendios posibles en las cestonadas, mayor resistencia á la fusileria, y empleo de un material ménos voluminoso. En cambio seria mucho más costoso y de mayor peso dicho material; y estos inconvenientes harán poco aplicable el sistema para nosotros, pero la idea de sustituir las cestonadas con otro material, deberia estudiarse en nuestras escuelas prácticas.

El primer regimiento del arma ha empezado en junio ultimo sus trabajos de escuela práctica. No se verifican, como en el año pasado, en punto distante de Burgos, sino sobre la misma ciudad, en el historico cerro de San Miguel que domina al castillo, y por esta circunstancia no podrán tener tanto desarrollo como en 1884.

MADRID:

En la imprenta del *Memorial de Ingenieros*

M DCCC LXXX V