

## MEMORIAL DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO.

REVISTA QUINCENAL.

## PUNTOS DE SUSCRICION.

Madrid: Biblioteca de Ingenieros, Palacio de Buena-Vista.—Provincias: Secretarías de las comandancias generales de ingenieros de los distritos.

1.º DE JUNIO DE 1883.

## PRECIOS Y CONDICIONES.

Una peseta al mes, en Madrid y provincias. Se publica los días 1.º y 15, y cada mes se reparte 40 págs. de memorias, legislación y documentos oficiales.

## SUMARIO.

*Las fortificaciones de Roma* (conclusion).—*Hierros angulares*, por D. Genaro Alas, comandante del cuerpo, retirado.—*Crónica*.—*Novedades del personal*.

## LAS FORTIFICACIONES DE ROMA.

## APLICACION DE LA FORTIFICACION PERMANENTE

## AL TERRENO.

(Conclusion del opúsculo del señor capitán Orilla.)

**M**AY, pues, en el día más latitud que antiguamente para amoldar la fortificación al terreno: por eso los que juzgan el caso con criterio mezquinamente técnico, piensan que se ha faltado á los preceptos del arte; y como la indeterminación de los principios es mucho mayor en los tratadistas modernos que lo era en los antiguos, vemos plenamente justificada la vaguedad de las acusaciones.

Los límites en que por necesidad nos hemos encerrado, nos vedan hacer citas extensas; por eso invitamos al lector curioso á hojear el libro *IV Dell'architettura militare del Papacino d'Antoni* (1) donde se ven explayadas (capítulo I de la sesión (sic) segunda y I de la sesión tercera) las «*máximas que han de observarse para trazar las fortalezas en parajes irregulares, y los principios y máximas que se han de observar en el estudio de los fuertes de montaña*.» Pero más bien que máximas, son recursos, que enunciados de una manera general y sin aplicarlos á casos determinados, adolecen de cierta vaguedad, que no compensa su considerable número, ántes por el contrario, produce gran confusión. Sin embargo, pueden servir de provechosa guía á los que nutridos de buenos estudios y expertos en la práctica quieran aplicarlos.

Tan sencilla como era entónces la teoría, resultaba fácil la práctica: citaremos á este propósito el frente septentrional de la plaza de *Civitavechia*, tan bien descrito é ilustrado por *Guglielmotti* (2). Fué proyecto de *Antonio da Sangallo* en 1515; pueden verse las trazas originales en la galería de los *uffizii* en Florencia, que dan testimonio de los tanteos que hizo el gran arquitecto para adaptar la fortificación al terreno. Tal es el origen de ciertos expedientes ingeniosos que, adoptados allí por lo angustioso de los accidentes locales, constituyeron andando el tiempo uno de los principales caracteres esenciales del sistema de *Sangallo*. El lado exterior del polígono medía 411 metros, intervalo entre las dos colinas sobre las cuales debió ó quiso el ingeniero emplazar los baluartes extremos. El alcance del mosquete no pasaba de 300 metros, y *Sangallo* vaciló entre varias soluciones, decidiéndose por fin á quebrar la cortina, demasiado larga, en dos puntos diferentes, añadiendo un segundo flanco á cada uno de los baluartes. Hé aquí planteado desde el año 1515 el sistema reforzado: hé aquí el origen de los flancos dobles (3).

(1) *Dell'Architettura militare per le regie scuole teoriche d'artiglieria e fortificazione del Commendatore Alessandro Vittorio Papacino d'Antoni, brigadiere di fanterie, etc.*—Torino, 1780.—Libro cuarto. *In cui si tratta della fortificazione irregolare.* (N. del T.)

(2) *Storia delle fortificazioni della spiaggia romana.*—Roma, 1880.

(3) Para cuando por disposición del ministro de la Guerra se proceda á demoler obra de tanto valor histórico, pedimos que se conserve al menos á la posteridad en una sencilla lápida el testimonio de la primacía en la arquitectura militar de este artista italiano, corrigiendo el error de *Maffei*, que creyó ver en el baluarte (verde) de Verona la primer manifestación del sistema moderno y quiso honrar la memoria de *Sammicheli* que lo construyó.

En los modernos autores de fortificación, todavía se trata con mayor vaguedad el asunto. *Brunner*, uno de los escritores más recientes del arte, al ocuparse de la fortificación en país montañoso, dice (1):

«Las fortificaciones en país de montaña ó muy quebrado, no difieren de las adaptables á terreno llano, más que por los puntos siguientes:

3.º Por la forma irregular que resulta, del lugar en que debe emplazarse la obra (*per lo impianto dell'opera*).»

¿Quién no vé en la indeterminación de la frase, la vaguedad del precepto? ¿Pero acaso puede dársele tan pomposo nombre? Para nosotros no pasa de ser la afirmación de un hecho, el que los fuertes construidos en terreno quebrado resultarán de forma irregular, sin que hayamos podido descubrir los principios que convenga observar para resolver el problema satisfactoriamente. Sólo se dice que resulta del *impianto dell'opera*, lo cual no acertamos á entender claramente; pero si acaso se quiere expresar que depende de la topografía del emplazamiento, ya hemos indicado y nos proponemos demostrarlo más adelante, que el paraje donde se establezca tiene limitada influencia, puesto que el trazado se determina, no por las condiciones del emplazamiento, sino por los accidentes de la zona que se ha de batir, cuyo radio no es menor de tres kilómetros alrededor de la obra.

En otro lugar dice *Brunner*:

«El relieve del parapeto sobre el terreno natural, se fijará de manera que los fuegos de artillería y fusilería del adarve (*ramparorenpart*) puedan ofender al enemigo, en el campo, sobre el glásis y dentro del camino cubierto, cuando lo haya.»

Ahora bien, en terreno quebrado podrá ocurrir que tales condiciones no se cumplan; algunas veces es tan rápida la pendiente que sobrepuja á la depresión máxima que puede darse á las piezas sobre sus montajes, y quizá sea también mayor que la inclinación que por razón de estabilidad ú otras exigencias técnicas puede alcanzar el declivio superior del parapeto ó masa cubridora de la infantería: cuando esto ocurra no podrán batirse desde el adarve, ni el camino cubierto, ni el glásis, ni el terreno exterior.

Por si no pareciese bastante la autoridad *Brunner*, aún reforzada con la de su ilustre maestro *Tunkler*, para aceptar sus dichos con entera confianza, nos place añadir otra, á todas luces incontestable, la de *Brialmont*.

El ilustre general belga al hablar del trazado en la página 114 de su obra de *La fortificación con fosos secos* (2), menciona entre las varias razones que lo determinan, la siguiente:

«La naturaleza del terreno sobre que ha de emplazarse la obra; pero cuando desciende á efectuar las aplicaciones, y quiere justificar el trazado de alguna de las que pone por vía de ejemplo, en las defensas de Lieja, no dá explicación alguna de la manera de cumplir con el precepto, limitándose á lo apuntado. Únicamente bajo el epígrafe de *Observaciones generales*, escribe: «Es preciso que el polígono que se trace sobre una elevación ó colina, siga, en cuanto ser pueda, el contorno de la meseta, ó en otros términos, que resulte casi horizontal.»

(1) *Guide pour l'enseignement de la fortification permanente.*—Edición francesa.—Paris, 1877.

(2) *La fortification á fosses secs.*—Bruxelles, 1872.—*Traité de fortification polygonale.*—Bruxelles, 1869.

Rogamos al lector que no olvide estas palabras, acerca de las cuales volveremos á llamar su atencion, y entretanto fijese en que si este principio se halla expuesto con la habitual lucidez de concepto del ilustre escritor, no puede generalizarse, porque no es un precepto, sino el consejo de una solucion, irrealizable cuando no haya meseta ó cuando su extension no permita emplazar una obra de la importancia apetecible, de manera que sea aplicable á su contorno el trazado que por razones tácticas hayan de afectar las baterías.

Esta deficiencia injustificada del precepto, resulta del exámen del libro de Brialmont, cuando deseando el autor aplicar la regla á un caso práctico, no halla otro medio de conciliar las exigencias técnicas con las tácticas, que desplazar algunos fuertes de los lugares escogidos al principio, para llevarlos á otros donde fuera posible hacer desaparecer el antagonismo. La cosa era posible en el ejemplo puesto por el autor, pero ¿y si acaso no lo hubiese sido? De todos modos, áun suponiendo, lo cual es absurdo, que pudiera apelarse siempre á este expediente, la cuestion pertenecería á la manera de elegir las posiciones defensivas.

Finalmente, en la página 122 añade Brialmont:

«Cuando la cara de una obra bordea una pendiente tan rápida que no sea posible batirla con las piezas del adarve, se procurará que su línea superior corresponda á la cresta del camino cubierto, resultando en este caso que la falda de la colina se convertirá en un glásis natural, barrido directamente por la fusilería de aquél.»

Aceptamos por completo la regla, que, más bien que precepto, es una solucion ocasional; pero creemos que el resultado puede obtenerse mejor por otros caminos en circunstancias determinadas.

Sin embargo, el consejo entraña un principio fecundo que nos proponemos explicar en ocasion propicia, cual es independencia entre la defensa próxima y la lejana.

Podíamos seguir espigando en los libros de fortificacion, para demostrar con citas fehacientes la exactitud de esta parte crítica de nuestro trabajo; pero juzgamos haber dicho lo bastante para evidenciar que es tan antigua como vaga é injustificada la acusacion que se imputa á los ingenieros militares de no saber aplicar la fortificacion al terreno, y que los preceptos relativos á esta rama del arte, tal y como se encuentran en los libros, ni pueden llamarse así, ni tienen la generalidad y precision apetecibles.

## II.

«En los asuntos de la guerra no pueden darse reglas fijas. Debemos meditar bien los principios, y acomodarlos segun convenga á las circunstancias en que te encuentres y al objeto que te propongas conseguir.»

Este aforismo de Francisco María de la Rovere nos servirá de tema para la parte didáctica de nuestro trabajo. No halláramos guía más experto que el ilustre general, que entre el carácter exclusivamente técnico que tenía el arte de fortificar en tiempo de Lorenzo el Magnífico, y el principalmente militar que despues tomó bajo la direccion de Federico de Montefeltro, supo guiarlo por el buen camino, moderando una cualidad con la otra y formando una pléyade de ingenieros distinguidos, entre los que descolló *Basilio della Scola* (1).

Hemos dicho que toda obra de fortificacion ha de considerarse bajo los puntos de vista estratégico y táctico, teniendo en cuenta tambien las exigencias técnicas que puedan armonizarse con aquéllos.

No es nuestro propósito discutir el valor estratégico de las fortificaciones: no puede haber, ó por lo ménos es difícil que haya antagonismo entre las cualidades estratégicas de una obra y los procedimientos técnicos que emplea la ingeniería, porque aquellas cualidades no se refieren á la obra, sino á su situacion; no al paraje limitado en que se halla construida, sino á la region que ha de proteger ó defender.

Así que esta fase del asunto no es enteramente del dominio de la ingeniería, sino que corresponde al arte de la guerra en su ma-

nifestacion más general é importante, y que con tanta amplitud y saber trata el docto Brialmont (1).

El problema cuya resolucion se pide al ingeniero es por lo general el siguiente: elegida la posicion que ha de prepararse para la defensa de una region determinada, escoger la manera más conveniente de fortificarla, asignar á cada obra su cometido y procurar los medios más fáciles para conseguirlo.

El objeto táctico de una fortaleza es impedir el avance de un ejército en los límites de su esfera de accion, prestando apoyo á otro de menor fuerza que haya de hostilizarlo.

La obra deberá, por lo tanto, batir las posiciones en que el enemigo pueda establecerse para apagar sus fuegos, abriendo así un portillo por donde salvar la cadena que le estorba ocupar la region fortificada. La aplicacion táctica de la fortaleza al terreno ha de perseguir este objetivo.

Las exigencias técnicas piden que esto se haga con el menor coste posible, organizando la defensa pasiva de manera que, aparte de las condiciones de estabilidad, base indispensable, resulten fáciles las comunicaciones interiores, cómodos los alojamientos y perfecta la distribucion interior.

Algo depende de la observancia de ciertas reglas generales la perfecta combinacion de todas estas cosas, pero únicamente pueden sacar airoso al ingeniero su mucha práctica y claro talento.

En las cosas de la guerra no caben principios inflexibles: para que esta verdad tan óbvia no pudiese tacharse de atrevida, hemos querido apoyarla con las máximas militares del duque de Urbino.

Pero no hay doctrina, ni talento, ni práctica, que baste en casos determinados para vencer las dificultades topográficas. Sin embargo, el ingeniero estudiará principalmente la cuestion del emplazamiento, eligiéndolo de modo que, dando preferencia á las condiciones tácticas y sacrificando las de menor importancia cuando no haya otro remedio, pueda conseguir la aplicacion técnica de la fortaleza al terreno, dentro de límites moderados en su presupuesto, asegurando la completa estabilidad de la obra, y despues las demás conveniencias de la mejor manera posible.

Desgraciadamente, al elegir los emplazamientos, hay que moverse entre límites muy estrechos. Depende la eleccion generalmente de premisas que desarmonizan con las exigencias de la aplicacion técnica de las obras al terreno. Por ejemplo, si el objeto de las obras es preservar á una poblacion del bombardeo, así como á establecimientos militares importantes (fábricas de pólvora, arsenales, parques, almacenes), queda desde luego determinada la distancia de aquéllas á éstos, y tambien la de unos fuertes á otros, por los accidentes del terreno (valles, colinas, barrancos, rios, caminos, etc.), relacionados con el alcance útil de las armas de fuego.

Dados estos antecedentes, un fuerte no puede adelantarse ni atrasarse mucho, sin que resulten en el polígono general entrantes y salientes muy pronunciados, que en ciertos casos pueden exponer á algunos de ellos á caer con mayor facilidad en poder del enemigo, haciendo perder á otros la eficacia contra los efectos del bombardeo. De un modo análogo, si los desplazamos lateralmente más de lo acostumbrado, distarán mucho de las obras inmediatas, que no podrán flanquear, y el terreno del frente no quedará batido con la misma eficacia por todas partes.

Puede, pues, acontecer que, por más cuidado que se ponga al designar los emplazamientos, el problema de aplicar la fortificacion al terreno se muestre erizado de dificultades, algunas que podrán vencerse con el talento y la práctica del arte, pero otras de todo punto insuperables. Saber distinguir las, y dominar aquellas que humanamente pueda, constituye el mérito del ingeniero militar.

De todos modos, no vaya á creerse que porque una obra se halle bien adaptada al terreno por el constructor más práctico, instruido é ingenioso, puede deducirse, como regla general, que una fortaleza en terreno quebrado tenga el mismo valor ofensivo y defensivo que otra análoga en terreno llano, ni que tampoco puedan batirse desde el parapeto alto todos los planos del glásis: verdad es que podía ser mínima la parte oculta, puesto que no es difícil conseguir que haya un trozo en prolongacion del declivio superior del

(1) A. GUOLTRIMOTTI.—*Storia della fortificazione*.—Roma, 1886.

(1) *Defense des Etats*.

parapeto, ligándolo á favor de un escarpe rápido con las pendientes del terreno exterior; mas de todas maneras, estos son inconvenientes que es forzoso aceptar.

Dilucidado ya el punto general de la cuestion, examinaremos las diferentes fases que puede ofrecer el problema, comenzando por el trazado.

Este depende principalmente:

1.º De la naturaleza y forma del terreno exterior, hasta el límite del alcance de las armas.

2.º De la posicion relativa de los objetos que es necesario batir (obras colaterales, caminos, puentes, desfiladeros, etc.).

3.º De la necesidad de sustraer las caras importantes al fuego de enfilada, dirigiendo sus prolongaciones á los fuertes colaterales, ó sobre parajes inaccesibles (pantanos, inundaciones, vericuetos, etc.).

Hemos transcrito las propias palabras de Brialmont (1) para consignar estos preceptos que aceptamos sin reserva, suprimiendo de intento el que dice: «La naturaleza del paraje en que se ha de emplazar la obra» por las razones que ántes hemos indicado y ahora vamos á explanar para que se comprenda bien nuestro pensamiento.

Nuestra opinion es que la topografía del emplazamiento ejerce escasisima influencia en las condiciones del trazado, salvo en algunos casos concretos, análogos al que vamos á exponer.

Determinada la direccion de una cara de modo que goce de toda su eficacia ofensiva, es decir, que pueda batir con tiros normales los puntos que el enemigo forzosamente ha de ocupar, puede chocar contra una dificultad técnica insuperable, como por ejemplo, que corte muchas curvas de nivel muy juntas, ó en términos vulgares, cuando venga á caer sobre una pendiente rápida. Podrá entónces desviarse de la direccion preestablecida un número de grados igual al ángulo completamentario que forma la magistral primitiva con el tiro más oblicuo en el plano horizontal que puedan hacer las piezas de la dotacion, conforme á la clase y forma de las cureñas, marcos ó plataformas en que estén montadas. No pretendemos elevar esta idea á la categoría de precepto; es un expediente como otro cualquiera y que en muchos casos podrá sustituirse por medios más eficaces.

Hemos tenido la fortuna de proyectar y dirigir bastantes obras de fortificacion, tropezando varias veces con la dificultad enunciada, que salvamos de distinta manera en el caso siguiente: la prolongacion del borde de la meseta sobre la cual debía situarse la fortaleza, formaba un ángulo de 50º próximamente con la de la línea que podía suponerse ocupada por el enemigo: no era posible por lo tanto colocar sobre el citado borde la magistral del fuerte. En la direccion táctica conveniente, el terreno descendía rápidamente; no pudiendo por lo tanto seguirse, ni tampoco salvaba la dificultad la escasa desviacion que permitía dar al trazado, la amplitud del sector de tiro. Entónces quebramos la línea de fuego retirándola sobre la meseta y disponiéndola en forma de dientes de sierra; y para que al emplear este recurso no se cayera en el inconveniente de dejar sin flanquear el talud exterior del parapeto, llevándolo paralelo al interior, se dejó en un solo plano en la direccion primitiva; claro es que el declivio superior resultó alabeado y de construccion engorrosa, pero sin defecto de gran monta; puesto que el que en algunos trazos tuviese ménos pendiente que la mayor depresion que podían alcanzar los tiros bajo el horizonte, se estimó sobradamente compensado este pequeño defecto táctico con las ventajas técnicas obtenidas.

Por lo demás, Brialmont propone en su *Fortificacion de los campos de batalla*, un expediente igual para casos análogos.

Otros muchos partidos pueden discurrirse y emplearse, sin que sean fáciles de indicar. La solucion de tales problemas es hija de la experiencia; pero el estudio de la localidad, el conocimiento perfecto de las condiciones que se quieren satisfacer, el sentimiento del deber y el temor de la responsabilidad moral que se arrostra, aguzan el entendimiento y sugieren combinaciones ingeniosas y felices.

No debe olvidarse que cuando se apela á estos medios irregula-

res y fortuitos, se ha de procurar que resulten libres de la enfilada, por lo ménos las caras principales.

Pero no es tan sólo el de ofender los puntos exteriores donde el enemigo puede establecer sus cañones, el objeto táctico de una obra de fortificacion; además ha de estar libre de un golpe de mano, y en casos dados, aunque raros, obligar á ponerle un sitio formal. En una palabra, los fuertes deben ejercer la doble accion ofensiva y defensiva. Respecto á la primera, el trazado ha de organizarse con relacion al terreno lejano; para la segunda, con arreglo á la naturaleza del próximo, y al querer combinar ambas exigencias es cuando por lo general se viene á tropezar con las dificultades técnicas.

Si violentando el trazado, como arriba se indica, se consigue proporcionar al parapeto principal la accion concomitante ofensiva y defensiva, habrá resuelto el ingeniero su problema del modo más acertado que pudiera desear.

Ahora bien, en los terrenos poco ondulados conviene considerarlos como horizontales, mejor que seguir sus repliegues con la fortificacion. Este partido, adoptado en muchos de los fuertes de Roma, y que ha parecido poco feliz á el MEMORIAL DE INGENIEROS, lo acepta Brialmont cuando dice: «que las líneas del trazado deben estar casi de nivel.» No es necesario extenderse en largas consideraciones para probar que en circunstancias análogas es la mejor manera de resolver el problema, y que si se quiere que el trazado siga en el plano vertical algunas de las principales inflexiones de semejantes terrenos, habrá de tropezarse con grandísimos escollos. Las rampas y taludes de conexion aumentarán considerablemente los gastos, así como las escaleras con que habrán de salvarse las diferencias de nivel, las dificultades de construccion, acreciendo los espesores y extension horizontal de la obra, sin que por esto se aumente ni un ápice su valor táctico. La distribucion interior será complicada, incómodos los alojamientos, las comunicaciones difíciles, y parecerá razonable que el ingeniero se meta voluntariamente en ese *dédalo* de dificultades, sólo por tener la *pueril satisfaccion de doblegarse á la tiranía del terreno?* Repetimos y hacemos nuestras las frases del artículo bibliográfico, que critica el MEMORIAL DE INGENIEROS.

Quando estos procedimientos no sean aceptables, y cuando la configuracion del terreno impida absolutamente que desde el adarve pueda batirse el inmediato, habrán de emplearse otros medios: uno es el propuesto por Brialmont, ya indicado, que consiste en batir el campo vecino desde el camino cubierto, y hay otros varios que no es fácil prever ni enumerar, porque son tan diferentes como diversas pueden presentarse las condiciones de localidad. En uno de los fuertes que hemos proyectado, donde no era posible batir el terreno colindante desde el parapeto principal, ni convenía hacer el camino cubierto que aconseja Brialmont, por creerlo arriesgado atendida la dificultad de ponerlo en comunicacion con el interior del fuerte, se proveyó á la defensa próxima con fuegos de flanco.

Los accidentes locales lo permitían, las curvas horizontales presentaban su concavidad hácia el campo, revolviéndose despues en corto espacio en sentido contrario: trazamos el foso tangente á la concavidad y convergente con la línea de fuego; y sobre la escarpa, al pié del talud exterior del parapeto, en el paraje en que las curvas variaban de direccion, se estableció un parapeto para piezas de campaña y fusilería, desde donde se batía el terreno en la concavidad de las curvas, oculta á los tiros directos de arriba. En el mismo fuerte hemos empleado otro recurso diferente y de aplicacion más general; pero como sería difuso y poco comprensivo el relato sin acompañar un diseño, que razones de conveniencia nos vedan publicar, prescindimos de ello.

La idea no nos pertenece, si no á un distinguido jefe de ingenieros, el coronel marqués De la Penne, á cuyas órdenes servíamos, pudiendo deducirse de ella un principio que enunciaremos así:

«Donde no sea posible confiar la defensa próxima al parapeto alto, conviene construir una obra especial destinada al objeto, ligada íntimamente con la principal.»

Este es el principio de la independencia entre las defensas próxima y lejana, y como consecuencia, entre el foso y la línea de fuego.

(1) *La fortification á fosses secs.*

No tenemos la pretension de haber enunciado un precepto enteramente nuevo, pero si algo de esto se vislumbra implícitamente en algunos libros didácticos, no tiene la precision y claridad que requiere un asunto de tamaña importancia. Algo más explícito contiene el artículo ya citado de los *Profesional Papers* (página 122), que consideramos pertinente transcribir:

«La distancia entre el adarve (*batteries*) y la escarpa depende de las circunstancias siguientes:

*a* La configuracion del lugar, de manera que el parapeto tenga la direccion más conveniente para la ofensiva, y la escarpa el trazado defensivo más perfecto.

*b* La distancia más conveniente de la cresta superior, para que las piezas puedan batir el terreno frontero.

*c* El intervalo entre los abrigos y los parapetos, para que éstos puedan guarnecerse con rapidez.

*d* El espacio indispensable para que la masa cubridora tenga el espesor mínimo que pueda admitirse.»

Hemos traducido literalmente, en cuanto lo permite la diversa índole de ambas lenguas; pero nos apresuramos á declarar, que quizá por falta de comprension de texto, no alcanzamos del todo la importancia de las cosas enumeradas (1).

Por ejemplo, en la letra *b* se hace referencia al terreno frontero, pero no se dice si se trata del lejano ó del inmediato. En el primer caso el precepto tendría una significacion harto problemática, y en el segundo huelga, porque no alcanzamos qué relacion puede haber entre el terreno lejano y la distancia que separa la escarpa del adarve.

Si acaso hemos entendido el primer precepto, se deduce de él lo expuesto acerca de la independencian entre la defensa próxima y la lejana.

El capitán Girard (2) ha estudiado con fruto y analizado las condiciones tácticas de los terrenos ondulados. Su trabajo se contrae á las aplicaciones de la fortificacion pasajera; pero las consecuencias que resultan son pertinentes hasta cierto punto para nuestro objeto. Examina los tres casos en que la posicion que se fortifique sea paralela, normal ó corte oblicuamente á las curvas de nivel, y en todos ellos determina con exactitud matemática la posicion y trazado de la línea defensiva, que forzosamente resulta independiente de la ofensiva.

Invitamos á nuestros lectores á estudiar el libro, porque el tratar de insertar un extracto, por ligero que fuese, de las citadas teorías, nos haría rebasar los prudentes límites que nos hemos impuesto.

Las conclusiones del capitán Girard no son del todo aplicables á los problemas que entraña la fortificacion permanente, áun cuando pueden servir de guía para determinar la posicion y trazado de las líneas defensivas; en la mayoría de los casos habrían de excavar los fosos á gran distancia del parapeto, cayendo en el inconveniente de ser muy difícil la vigilancia de los fosos, al mismo tiempo que exigirían mucho gasto las comunicaciones con éstos y con las caponeras ó disposiciones flanqueantes. Además los preceptos de Girard entrañan propósitos esencialmente tácticos, como corresponde al tratarse de obras de campaña; pero en los fuertes permanentes, si ha de darse la preferencia al trazado ofensivo, no sucede igual con el defensivo, siendo muy limitada su accion sobre la campaña hácia el frente. Por esta razon hay que subordinarse á las exigencias técnicas y principalmente tratar de no incurrir en el defecto de proyectar obras dispendiosas.

En los casos en que los citados preceptos no sean conciliables con un gasto moderado y demás condiciones técnicas, convendrá determinar con criterio diverso el trazado de la línea defensiva y por lo tanto la direccion de los fosos que dependen de ésta.

El procedimiento más racional, exige que su trazado corresponda á la cuerda ó á la tangente de una de las curvas de nivel, que se elegirá segun convenga, quedando determinada su distancia al terraplen:

(1) Confesamos ingenuamente que nos sucede lo mismo, y aprovechamos la ocasion para rogar al señor capitán Orilla nos perdone si por causas análogas no hemos acertado á interpretar con exactitud sus argumentos y conceptos, pues acaso se nos pudiera aplicar aquello de *Traduttore, Traduttore*. (N. del T.)

(2) H. GIRARD: *La fortification de campagne appliquée*.—Bruselas, 1876.

*a* Por el espacio que ocupen el parapeto y su talud exterior hasta su encuentro con el terreno natural.

*b* Por la amplitud de una berma ó faja sobre la cual pueda establecerse la masa cubridora de la línea defensiva, cuando no se pueda ó no se quiera situar ésta sobre la contraescarpa del foso.

*c* Por el talud de dicha masa cubridora, comprendido entre su arista exterior y la del muro de escarpa.

*d* Ultimamente, por la anchura del foso, más el talud interior del glásis.

Determinada así la línea defensiva, conviene reducir su polígono al menor número de lados que sea posible, para que al tratar de adaptarla al terreno no se necesiten muchas obras flanqueantes, procurando al mismo tiempo orientarlos de tal modo que protejan eficazmente los muros de escarpa, para que sea difícil batirlos en brecha.

Haciendo seguir al foso todas las inflexiones del terreno, se habría hecho una aplicacion técnica perfecta; pero semejante procedimiento daría lugar á inconvenientes irregularidades en la construccion, además de quedar ocultas muchas partes de aquél para las obras flanqueantes. No importa que el foso se plegue al terreno en sus principales y característicos accidentes, excavándolo, por ende, en planos muy inclinados, para que su fondo pueda ser visto desde los flancos y éstos á su vez resulten desenfilados.

Ahora vamos á explicar cómo ha de establecerse la masa cubridora de la línea defensiva.

Lo más sencillo será confiar al camino cubierto la defensa próxima, conforme aconseja Brialmont, y haciéndola así parece quedan mejor satisfechas las condiciones propias de un campo atrincherado, si se encargan de ella las tropas maniobreras con preferencia á las que guarnecen los fuertes permanentemente. Sin embargo, pueden hacerse muchas objeciones, como por ejemplo, la necesidad de desenfilarse la escarpa que impide la existencia del camino cubierto; la dificultad de hacer comunicar á éste con el interior de la obra, lo que dará mayor facilidad para las sorpresas; la menor dominacion de la línea de fuegos ó cresta del camino cubierto, y otras muchas dependientes de la topografía del emplazamiento en cada caso particular. El ingenio puede sugerir otras muchas soluciones, entre ellas la practicada por el coronel *De la Penne*, que hemos indicado más arriba, que consiste en establecer la masa cubridora sobre el muro de escarpa, es decir, al pié del talud exterior del parapeto. Teniendo en cuenta que semejante obra es enterrada, se comprenderá que siempre es posible batir el terreno exterior, lo mismo que sucede desde el camino cubierto hecho al borde de la contraescarpa.

En la práctica no será siempre posible, porque la masa cubridora defensiva debe acompañar al foso en todo su desarrollo planimétrico y altimétrico y hemos demostrado que el foso no puede adaptarse al terreno integralmente. Pero se comprende que tan relativa como puede ser la aplicacion del trazado del foso al terreno, lo mismo sucederá á la naturaleza de la masa y á su eficacia para defender el terreno exterior inmediato.

Todavía pueden señalarse muchos inconvenientes á este procedimiento: el exceso del desmonte sobre el terraplen y su enorme gasto improductivo, la posibilidad de arruinar la masa cubridora desde lejos y ántes de que haya podido entrar en accion, por causa del poco grueso que habrá de tener para no aumentar desmesuradamente la anchura de la obra; el que reventando los proyectiles en su estrecho terraplen lo hagan inhabitable, etc.

Tales defectos, sin perder nada de su valor absoluto, pueden compensarse en casos determinados, con ventajas de otro orden, cuya importancia tienen obligacion de echar en la balanza los ingenieros militares.

Hasta ahora sólo hemos considerado las condiciones del trazado en sentido horizontal; pero teniendo en cuenta el altimétrico, es más óbvio conseguir la aplicacion conveniente de la fortificacion al terreno. Ya hemos dicho, al hablar de los terrenos poco ondulados, el cúmulo de obstáculos con que se tropieza al tratar de mantener la cresta cubridora sensiblemente de nivel, pero hay circunstancias locales que obligan á afrontarlos de cualquier modo.

El procedimiento general es bien sencillo. Basta escalonar el mismo trazado, de manera que la dominacion de la cresta del pa-

rapeto conserve sobre el terreno las mismas condiciones tácticas que se quieren satisfacer, es decir, que no sea sensiblemente superior ó inferior á lo normal en cada caso concreto. Dónde deban hacerse los escalones, cómo ligarlos entre sí, qué variaciones resultarán en la masa cubridora, para la distribución de los alojamientos y para la disposición de las comunicaciones, etc., son otros tantos problemas más ó ménos áridos en su detalle, que no es posible sujetar á prescripciones demasiado taxativas, resolviéndolos con mejor criterio la práctica y el talento del ingeniero encargado del proyecto.

Aquí conviene trenzar los hilos dispersos, resumiendo en pocos aforismos todo cuanto llevamos expuesto hasta el presente.

1.º El arte de aplicar la fortificación al terreno obedece á principios estratégicos, tácticos y técnicos, tres cosas muy distintas.

2.º Las condiciones estratégicas se derivan de principios absolutos; las tácticas y técnicas son variables y dependen, más que de reglas preconcebidas, de expedientes que sugiere el talento natural y la práctica.

3.º Las exigencias tácticas varían tanto como la perfección del armamento, é influyen por consiguiente en el trazado, con relación á sus condiciones ofensivas y defensivas.

4.º El trazado ofensivo es, por lo general, independiente de las condiciones topográficas del emplazamiento de la obra; el defensivo depende exclusivamente de los accidentes locales.

5.º Ha de procurarse que una sola línea de fuego satisfaga cumplidamente á la doble exigencia ofensiva y defensiva, lo cual no será difícil conseguir en los terrenos poco ondulados.

6.º En los terrenos muy quebrados no habrá más remedio que hacer independiente la línea ofensiva de la defensiva.

7.º Bajo el punto de vista altimétrico, el trazado se mantendrá casi de nivel, salvo los casos de fuerza mayor.

8.º El arte de aplicar la fortificación al terreno no basta para conseguir, en ciertos casos, que una obra construida en terreno quebrado tenga el mismo valor táctico é iguales condiciones técnicas de otra semejante emplazada en paraje llano.

Aplicando las reglas susodichas á los fuertes de Roma, se verá que si no satisfacen á los ideales que exige la buena elección de los emplazamientos, quizá demasiado próximos al recinto, dejan poco ó nada que desear bajo los aspectos táctico y técnico.

Téngase presente, sin embargo, que el problema se planteó en los términos siguientes: preservar á la ciudad de un golpe de mano, con poquísimo gasto.

La forma de la mayoría de las obras es la de una luneta, y no podía ser de otra manera.

Aquellos fuertes (que como los construidos en país llano) que no tenían objetivo especial, debían batir el frente del campo atrinchado, que por lo general no ofrece accidentes reparables, conservando el carácter general de ondulaciones suaves, y, por lo tanto, componerse de un frente y dos flancos, además del atrinchamiento de la gola. Únicamente la necesidad de desfilarse ha podido obligar á quebrar aquél en dos líneas en varios de ellos. ¿Qué razón asiste á los críticos para decir que no se ha adaptado la fortificación al terreno? ¿Basta para justificar la censura el hecho singular de que en algún fuerte se haya hecho alguna parte mínima del foso, no en terraplen como se dice, sino con escaso desmonte, rellenando el resto de la escarpa y contraescarpa?

También se propala que por el empeño de amoldar sobre emplazamientos irregulares, fuertes con trazados convenientes para terreno llano, se han malgastado enormes sumas. No excede de 50.000 liras lo que ha costado el establecimiento de cada pieza de artillería. ¿Parece mucho?

Respondan por nosotros los que hayan dirigido muchas obras de fortificación, y sean competentes para medir con la equidad prudente de su práctica, la exactitud de ciertas afirmaciones.

¿Bastarán nuestras palabras para devolver á las calumniadas fortificaciones de Roma el valor y eficacia que, aunque sólo fuera por razones de justicia y patriotismo, jamás debió ponerse en duda? Mucho lo dudamos: la humanidad es propensa á admitir con mayor facilidad el mal que el bien; en los acusadores vé siempre celosos y ardientes apóstoles de la verdad; en quienes se defienden, supone miras interesadas cuando no malévolas. Por eso vemos

que cosas dignas de alabanza, siquiera algo defectuosas, concluyen por desacreditarse. Si el trabajo censurado injustamente es de aquellos que por su índole especial pueden los hechos inmediatos demostrar su excelencia, debe acogerse la crítica con una sonrisa. Si únicamente el tiempo puede justificar los hechos, busque el autor en los serenos pliegues de su conciencia y en el sentimiento del deber cumplido, la fuerza necesaria para despreciar la acusación.

Pero cuando la satisfacción de los demás es uno de los principales factores del éxito del trabajo realizado; cuando no proporcionan ventajas materiales á su autor, por más que redunde en bien de la patria común, tan cara á los acusadores como á los acusados, no basta que éstos deploren la escasa prudencia con que se emiten juicios ligeros, tanto más graves cuanto más infundados resultan, y cualquiera que haya tenido parte en la labor, por pequeña que sea, cumple con un deber imprescindible al rechazarlos y justificarla.

Esto es lo que ha sucedido con las fortificaciones de Roma: la nación y el ejército pueden confiar en su eficacia y fortaleza; los hechos que entraña lo porvenir jamás defraudarán sus esperanzas.

Roma, marzo de 1883.—E. ORILIA, capitán de ingenieros.

(Traducción de J. M. A.)

## HIERROS ANGULARES.

### I.

**E**N las cubiertas completamente metálicas, uno de los elementos más costosos son las correas; particularmente cuando las fábricas se encargan de los proyectos, admira ver con qué facilidad acumulan toneladas de hierro angulares, ú otros, para sostener techumbres ligeras. Para corregir estos excesos técnico-económicos en tres proyectos de armaduras importantes, hemos tenido que hacer recientemente un ligero estudio de las condiciones de resistencia de las escuadras de brazos iguales, y un resumen de tan sencillo trabajo es lo que ofrecemos á nuestros antiguos jefes y compañeros, como recuerdo y muestra de gratitud. Solamente merece la pena de que se publique, por el tiempo que puede ahorrar en la redacción de proyectos, pues la verdad es que al aplicar á las escuadras de brazos iguales la teoría semi-empírica de la flexión, aceptada generalmente, se encuentra uno con que el factor  $\frac{Y}{V}$  no está calculado en los manuales y obras de consulta más conocidas; al ménos nosotros no lo hemos encontrado en ninguna de las que poseemos y conocemos, y con el mismo inconveniente tropezó el difunto coronel Eguino al redactar su concienzudo *Proyecto de reedificación del parque de artillería de Cartagena*, publicado en el MEMORIAL del año 74.

Los cálculos laboriosos á que tan ilustrado jefe se entregó en dicha ocasión, pueden evitarse en las análogas.

### II.

Designemos por  $a$  la longitud exterior de los brazos iguales de la escuadra, por  $d$  su grueso; la longitud interior será  $b = a - d$ .

El centro de gravedad (figura 1) se obtiene observando que la sección es la diferencia de los dos cuadrados  $a^2$  y  $b^2$ ; siendo  $g$  y  $g'$  los centros de éstos, y  $G$  el de la escuadra, tendremos:

$$Gg(a^2 - b^2) = gg' \times b^2; \quad gg' = \frac{a - b}{\sqrt{2}}$$

de donde

$$l = Gg = \frac{b^2}{\sqrt{2}(a + b)}; \quad l' = Gg' = \frac{a^2}{\sqrt{2}(a + b)}$$

Siendo la bisectriz eje de simetría, uno de los ejes de la cónica central de inercia corresponde á dicha bisectriz, y el otro

Fig. 1ª

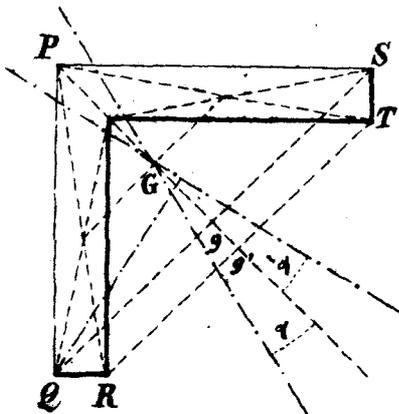


Fig. 2ª

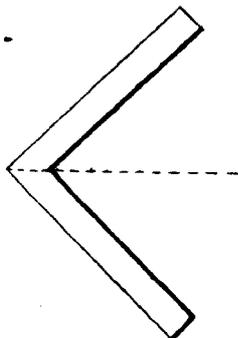


Fig. 3ª

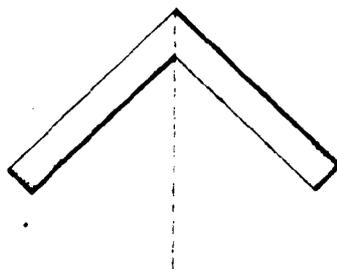
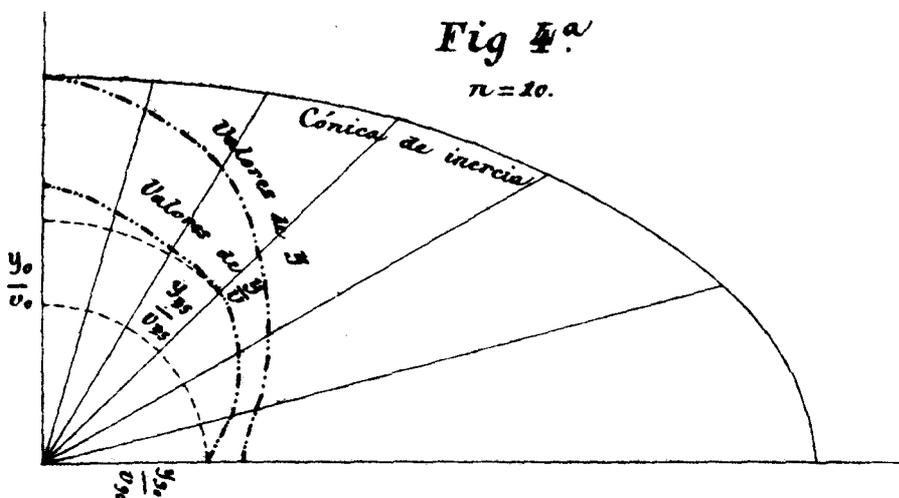


Fig 4ª

n = 10.



generalidad vemos que pueden serlo cualquiera de los cinco vértices P, Q, R, S, T.

Tomando como origen de coordenadas G, y como ejes la bisectriz y su perpendicular, tendríamos la ecuacion general para un eje de inercia  $y = x \text{ tang } \alpha$ ; y para coordenadas de los cinco vértices:

$$P \begin{cases} \frac{b^2 - ab - a^2}{\sqrt{2}(a+b)}; \\ 0 \end{cases}$$

$$Q \begin{cases} \frac{b^2}{\sqrt{2}(a+b)}; \\ \frac{a}{\sqrt{2}} \end{cases}; \quad R \begin{cases} \frac{a^2}{\sqrt{2}(a+b)}; \\ \frac{b}{\sqrt{2}} \end{cases};$$

$$S \begin{cases} \frac{b^2}{\sqrt{2}(a+b)}; \\ \frac{a}{\sqrt{2}} \end{cases}; \quad T \begin{cases} \frac{a^2}{\sqrt{2}(a+b)}; \\ \frac{b}{\sqrt{2}} \end{cases};$$

los valores de las perpendiculares bajadas desde estos vértices al eje de inercia en el caso general y en los particulares, son los siguientes:

á la perpendicular; el momento de inercia con relacion á la bisectriz es muy fácil de calcular, pues es la diferencia de los momentos de dos cuadrados, y será:

$$[1] \quad Y_0 = \frac{1}{12} (a^2 - b^2).$$

Si ahora por G trazamos una recta que forme con la bisectriz el ángulo  $\alpha$ , y la tomamos por eje de inercia, observaremos: que esta recta ya no pasa por g ni g'; pero como la cónica de inercia de un cuadrado es una circunferencia, resulta que el momento de inercia de la escuadra es:

$$[2] \quad Y_\alpha = \frac{1}{12} a^4 + a^2 l \text{ sen}^2 \alpha - \frac{1}{12} b^4 - b^2 l' \text{ sen}^2 \alpha = Y_0 - \frac{a^2 b^2 - a^2 b^2}{2(a+b)^2} \text{ sen}^2 \alpha = Y_0 - R \text{ sen}^2 \alpha.$$

Como  $R > 0$ , vemos que el momento de inercia máximo corresponde á la bisectriz (figura 2), el mínimo (figura 3) corresponde á  $\alpha = 90^\circ$ , y es

$$[3] \quad Y_{90} = Y_0 - R;$$

y para la posicion de la figura 1, ó sea  $\alpha = 45^\circ$ , el momento será

$$[4] \quad Y_{45} = Y_0 - \frac{R}{2}.$$

Pasemos á calcular V, ó sea la distancia de las fibras extremas al eje de inercia. Consideradas las escuadras como correas de una armadura, las posiciones límites que puede tener su seccion respecto á la horizontal del centro de gravedad serán tales que los puntos más lejanos de esta horizontal no podrán ser sino Q ó S (figura 1); pero tratando el problema con más

Puntos	Valores generales de V.	Idem para $\alpha=0$	Idem para $\alpha=45^\circ$ .	Idem para $\alpha=90^\circ$ .
P.	$V_p = \frac{(a^2 + ab - b^2) \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$	$V_p = 0$	$V_p = \frac{a^2 + ab - b^2}{2(a+b)}$	$V_p = \frac{a^2 + ab - b^2}{\sqrt{2}(a+b)}$
Q.	$V_q = \frac{a^2 + ab + b^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$	$V_q = \frac{a}{\sqrt{2}}$	$V_q = \frac{a^2 + ab + b^2}{2(a+b)}$	$V_q = \frac{b^2}{\sqrt{2}(a+b)}$
S.	$V_s = \frac{a^2 + ab - b^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$	$V_s = \frac{a}{\sqrt{2}}$	$V_s = \frac{a^2 + ab - b^2}{2(a+b)}$	$V_s = \frac{b^2}{\sqrt{2}(a+b)}$
R.	$V_r = \frac{b^2 + ab + a^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$	$V_r = \frac{b}{\sqrt{2}}$	$V_r = \frac{b^2 + ab + a^2}{2(a+b)}$	$V_r = \frac{a^2}{\sqrt{2}(a+b)}$
T.	$V_t = \frac{b^2 + ab - a^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$	$V_t = \frac{b}{\sqrt{2}}$	$V_t = \frac{b^2 + ab - a^2}{2(a+b)}$	$V_t = \frac{a^2}{\sqrt{2}(a+b)}$

De donde sacamos los siguientes valores máximos:

Para  $\alpha = 0 \quad V_q = V_s = \frac{a}{\sqrt{2}}$

Para  $\alpha < 45^\circ \quad V_q = \frac{a^2 + ab + b^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$

Para  $\alpha = 45^\circ \quad V_q = V_r = \frac{a^2 + ab + b^2}{2(a+b)}$

Para  $\alpha > 45^\circ \quad V_r = \frac{b^2 + ab + a^2 \text{tg } \alpha}{\sqrt{2}(a+b)} \cos \alpha$

Para  $\alpha = \text{arc tg } \frac{a+b}{a-b} \quad V_r = V_p = \frac{a^2 + ab - b^2}{\sqrt{2}[(a+b)^2 + (a-b)^2]}$

Para  $\alpha = 90^\circ$  
$$V_p = \frac{a^2 + ab - b^2}{\sqrt{2}(a+b)}$$

Así, pues, el factor  $\frac{Y}{V}$  tendrá que ser calculado según el ángulo que forme la línea de las fibras neutras, ó eje de inercia, con la bisectriz, por una de las tres fórmulas siguientes:

Para  $\alpha = 0$  
$$\frac{Y}{V} = \frac{Y_0 - R \operatorname{sen}^2 \alpha}{(a^2 + ab + b^2 \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha} \quad [4]$$

Para  $\alpha = 45^\circ$  
$$\frac{Y}{V} = \frac{(Y_0 - R \operatorname{sen}^2 \alpha) \sqrt{2}(a+b)}{(b^2 + ab + a^2 \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha} \quad [5]$$

Para  $\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a+b}{a-b}$  
$$\frac{Y}{V} = \frac{(Y_0 - R \operatorname{sen}^2 \alpha) \sqrt{2}(a+b)}{(a^2 + ab - b^2) \operatorname{sen} \alpha} \quad [6]$$

Vemos, pues, que así los cálculos que nos han conducido á las fórmulas, como la aplicacion de éstas á la práctica, son mucho más sencillos que los análogos del proyecto citado.

Mientras se trate solamente de hallar el valor de  $\frac{Y}{V}$  para escuadras que hagan de correas de armaduras basta la fórmula [4], cuyo resultado, como no podía ménos de suceder, es idéntico al hallado por el coronel Eguino, en el caso particular por él tratado; si algun lector quisiera hacer la comprobacion, recordáremos que al ángulo  $\alpha = 30^\circ$  de las fórmulas de Eguino, corresponde en las nuestras  $\alpha = 15^\circ$ .

III.

Obtenidas las fórmulas que en la ecuacion  $M = \frac{R Y}{V}$  nos permiten calcular  $R = M : \frac{Y}{V}$ , ó sea el esfuerzo máximo á que esté sometido el hierro en una seccion dada, conviene ver en qué posicion  $\frac{Y}{V}$  es lo más grande posible, para que  $R$  sea lo menor posible.

Al efecto observáremos que las fórmulas [4] y [5] dán iguales resultados para  $\alpha = 45^\circ$ , y que las [5] y [6] dán tambien resultados iguales para  $\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{a+b}{a-b}$ ; y lo mismo sucede con las derivadas, lo que nos dice que si para hallar los valores gráficos de  $\frac{Y}{V}$  formáramos curvas cuyas ordenadas fueran estos valores y las abscisas los arcos rectificadas, las tres curvas [4], [5] y [6] tendrían respectivamente una tangente comun en los puntos correspondientes á  $45^\circ$  y al arco cuya tangente fuera  $\frac{a+b}{a-b}$ ; por lo tanto, hay continuidad en los valores de  $\frac{Y}{V}$  á pesar de que el valor de  $V$  tiene que tomarse en puntos distintos. Como al hacer nosotros este ligero estudio nos guiaba un interés práctico y apremiante, no quisimos engolfarnos en la investigacion analítica completa de la cuestion, que nos llevaría necesariamente á cálculos largos y complicados; en efecto,  $\frac{Y}{V}$  es funcion de dos variables  $\alpha$  y  $b$ , y por lo tanto, habría que buscar el máximo de tres funciones de dos variables, y despues comparar estos máximos entre sí; al cálculo sustituimos el procedimiento gráfico, ménos elegante y preciso, pero más rápido.

Al efecto trazamos varias escuadras, en que  $b$  variaba desde  $\frac{9}{10} a$  hasta cero, tomando los valores  $\frac{9}{10}, \frac{8}{10}, \dots, \frac{1}{10} 0$ ; para

cada una de estas escuadras formamos la cónica de inercia por medio de los valores  $\frac{1}{Y_0}$  y  $\frac{1}{Y_{00}}$ ; en seguida los semi-diámetros, tomados de cinco en cinco grados en la cónica, nos sirvieron para hallar los valores de  $Y_\alpha$  por medio de la proporcion gráfica  $d_\alpha : 1 : Y_\alpha$ ; conocido  $Y_\alpha$ , y obtenido también gráficamente  $V_\alpha$  (según el vértice más lejano en cada caso), formamos la nueva proporcion  $V_\alpha : Y_\alpha :: 1 : x$ , obteniendo  $x = \frac{Y_\alpha}{V_\alpha}$ . La figura 4 es el resultado correspondiente al caso de  $b = \frac{9}{10} a$ ; la curva llena es la cónica de inercia; la de puntos exterior es la polar de los momentos, ó sea  $Y = f(\alpha)$  en coordenadas polares; la de puntos interior es  $\frac{Y}{V} = \varphi(\alpha)$  para los tres valores distintos de  $V$ , y también polar. Como puede verse, el máximo es  $\frac{Y_0}{V_0}$  y el mínimo  $\frac{Y_{00}}{V_{00}}$ ; decreciendo constantemente  $\frac{Y}{V}$  entre estos límites; lo mismo sucede para los demás valores de  $b$ , á excepcion de  $b = 0$ , sin que haya cambio cuando  $b = \frac{a}{2} (\sqrt{5} - 1)$ , caso que dibujamos expresamente, por corresponder á la seccion en que el centro de gravedad está precisamente en el vértice interior de la escuadra.

Podemos, pues, deducir como consecuencia de alguna importancia, que mientras la pendiente de la cubierta no exceda á  $45^\circ$ , es económico colocar la rama superior de las correas paralela á la vertiente, en vez de ponerla, como hemos visto algunas veces, horizontal, y que lo mejor es en todos los casos adoptar cojinetes en cuña que mantengan la bisectriz horizontal; la economía no es despreciable.

IV.

Una vez en conocimiento de que  $\frac{Y_0}{V_0}$  es el valor máximo, cualquiera que sea la relacion de  $a$  y  $b$ , parece natural investigar cuál debe ser esta relacion, para que con una misma área de seccion se obtenga el mayor valor posible de  $\frac{Y_0}{V_0}$ ; ó en otros términos, para que un valor necesario de esta cantidad se obtenga con una seccion mínima.

Llamando  $n = \frac{a}{a-b} = \frac{a}{d}$ , el área de la seccion será:  

$$A = a \times d + (a-d) \times d = d^2 (2n-1); \quad d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{2n-1}} \quad [7]$$

[8] 
$$\frac{Y}{V} = \frac{\sqrt{2} a^2 - b^2}{12 a}; \quad \frac{Y}{V} = \frac{\sqrt{2} A^2}{12 (4n^2 - bn^2 + 4n - 1) n^{-1} (2n-1)^{-\frac{3}{2}}}$$

Derivando dos veces esta funcion, en que  $A$  es constante, se halla que el máximo de  $n$  para valores mayores que la unidad corresponde á  $n = \infty$ , lo que nos dice que la cantidad geométrica  $\frac{Y}{V}$  crece indefinidamente, según que para una misma seccion de la escuadra hagamos menor el grueso de los brazos; pero esta deducción tiene una aplicacion limitada en la mecánica de las construcciones; para buscar un límite mecánico á este valor de  $n$ , creciente indefinidamente como cantidad geométrica, hemos recurrido á las siguientes consideraciones.

Los dos brazos de la escuadra se mantienen unidos, gracias al trabajo de la cohesion en la seccion de union, y es preciso que este trabajo no supere al coeficiente que se considere pru-

dente adoptar. Haciendo secciones perpendiculares á la longitud de la correa de milímetro en milímetro, consideraremos cada una de éstas como un sólido de longitud  $a - d$ , cargado oblicuamente en su extremo y empotrado en su extremidad;

en la fórmula  $P l = \frac{R' Y'}{V'}$  tendremos:

$P =$  peso que corresponde á un milímetro de correa.

$$l = \frac{a - d}{\sqrt{2}} = \frac{d \times n - 1}{\sqrt{2}} \text{ en milímetros.}$$

$R' = \frac{M u}{Y'}$ , siendo  $M =$  al momento de flexion de la escuadra que corresponde á su posición en el conjunto;  $Y'$  el momento de inercia de la escuadra;  $u$  la distancia al eje de fibras neutras de la escuadra desde el punto más alto de la interseccion de los dos brazos. (Con esto queremos que el trabajo de cohesion transversal sea igual al de cohesion longitudinal; en realidad debiera ser menor.)  $R'$  se refiere al milímetro cuadrado.

$$Y' = \frac{1}{12} d^3 \text{ en milímetros.}$$

$$V' = \frac{d}{2} \text{ en milímetros.}$$

Podemos, pues, plantear las dos ecuaciones siguientes:

$$d = \frac{b P (n - 1)}{\sqrt{2} \times R'} \quad [9]$$

$$\frac{Y'}{V} = d^3 \frac{4 n^3 - b n^3 + 4 n - 1}{n} \quad [10]$$

en las cuales, sabiendo el valor que necesitamos para  $\frac{Y'}{V}$ , no habrá más que dos incógnitas  $n$  y  $d$ ; obtenidos los valores de éstas queda determinado  $a$ , y por lo tanto, conoceremos la escuadra que nos conviene adoptar en cada caso.

Como las hipótesis que hemos hecho para plantear el problema están muy lejos del rigorismo científico de la teoría de la elasticidad, sobre todo por la falta de simetría de la seccion, no creemos que el resultado merezca el trabajo que exige; en la práctica convendrá proceder de otro modo, que en nuestra opinion es el siguiente: empezar escogiendo para  $n$  un valor comprendido entre 15 y 8, números entre los que hemos hallado comprendidos los obtenidos resolviendo algunos casos de [9] y [10], tanto mayores cuanto mayor sea la seccion de la escuadra: como conocemos  $\frac{Y'}{V} = \frac{M}{R}$ , de la

ecuacion [10] podemos sacar fácilmente el valor de  $d$ , y con  $d$  y  $n$  determinamos por la [9]  $R'$ , con lo cual veremos si el trabajo de cohesion en la union de los dos brazos, en sentido lateral, es admisible, pudiendo variar  $n$  hasta que por un par de tanteos obtengamos un valor de  $R'$  conveniente.

Por si á nuestros compañeros extraña que á tal cuestion hayamos dedicado tanta atencion, repetiremos que el motivo ha sido un caso práctico, en el que una fábrica de hierros, queriendo *corregir* un proyecto de antemano revisado por nosotros, hacía, solamente en correas de las armaduras, un aumento de más de 20.000 pesetas en un presupuesto que no llegaba á 100.000.

Oviedo, 8 de mayo de 1883.

GENARO ALAS.

### CRÓNICA.

UNA comision de jefes del cuerpo visitó á los ingenieros militares portugueses que formaban parte del séquito de S. S. MM. FF. en su reciente estancia en Madrid, para ofrecerles nuestras afectuosas simpatías, y al mismo tiempo nues-

tra compañía, si deseaban visitar los establecimientos y obras de ingenieros, tanto en esta córte como en Guadalajara.

Desgraciadamente las ocupaciones oficiales y de cortesía de dichos señores, no les han permitido dedicarse á estudiar de cerca el cuerpo de ingenieros español, como nos manifestaron que deseaban; pero al ménos habrán podido observar el buen espíritu de compañerismo de que nos sentimos todos animados respecto del ilustrado cuerpo de ingenieros del ejército lusitano.

Correspondieron á nuestra visita, presentándose cortésmente en nuestra direccion general, en nombre suyo y de los demás ingenieros, los señores vizconde de Seisal, mayor de ingenieros, par del reino y oficial de órdenes de S. M. F., y D. Fernando E. de Serpa Pimentel, teniente de ingenieros y ayudante del Excmo. señor ministro de la Guerra, caballeros ámbos muy distinguidos é ilustrados.

### DIRECCION GENERAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

NOVEDADES de la oficialidad del cuerpo, notificadas durante la segunda quincena de mayo de 1883.

Grado	Empleos del Ejército.	Cuerpo.	NOMBRES.	Fechas.
<b>CONDECORACIONES.</b>				
<b>Orden del Mérito militar.</b>				
<i>Cruz blanca de segunda clase.</i>				
T.C.	C. <sup>e</sup>		D. Pedro Pedraza y Cabrera, como recompensa reglamentaria de el primer plazo del profesorado. . . . .	Real órden 21 May.
<b>SUPERNUMERARIOS.</b>				
C. <sup>1</sup>	C. <sup>e</sup>		Sr. D. Federico Vazquez y Landa, por pase á la Academia general militar. . .	
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Lorenzo Gallego y Carranza, por id. á la id. id. . . . .	
	C. <sup>n</sup>		D. Francisco de la Torre y Luxán, por id. á la id. id. . . . .	
	C. <sup>n</sup>		D. Pablo Parellada y Molas, por id. á la id. id. . . . .	Real órden 12 May.
	C. <sup>n</sup>		D. Nemesio Lagarde y Carriquiri, por id. á la id. id. . . . .	
C. <sup>n</sup>	T. <sup>e</sup>		D. Enrique Valenzuela y Sanchez-Muñoz, por id. á la id. id. . . . .	
	T. <sup>e</sup>		D. Luis Iribarren y Arce, por id. á la id. id. . . . .	
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Juan Lizaur y Paul, á peticion suya. . . . .	Real órden 10 May.
<b>DESTINOS.</b>				
C. <sup>1</sup>	C. <sup>e</sup>		Sr. D. Federico Vazquez y Landa, á la Academia general militar, como jefe de estudios. . . . .	
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Lorenzo Gallego y Carranza, á id. id. como profesor. . . . .	
	C. <sup>n</sup>		D. Francisco de la Torre y Luxán, á la id. id. como id. . . . .	
"	C. <sup>n</sup>		D. Pablo Parellada y Molas, á la id. id. como id. . . . .	Real órden 12 May.
	C. <sup>n</sup>		D. Nemesio Lagarde y Carriquiri, á la id. id. como id. . . . .	
C. <sup>n</sup>	T. <sup>e</sup>		D. Enrique Valenzuela y Sanchez-Muñoz, á la id. id. como ayudante de id. . . . .	
	T. <sup>e</sup>		D. Luis Iribarren y Arce, á la id. id. como id. id. . . . .	
T.C.	C. <sup>n</sup>		D. Juan Roca y Estades, al detall de la comandancia de Cádiz. . . . .	Orden del D. G. de 25 May.
	C. <sup>n</sup>		D. Luis Gomez de Barreda y Salvador, al primer batallon del segundo regimiento. . . . .	Orden del D. G. de 26 May.
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Juan de Liñan y Martinez-Alonso, al primer batallon del segundo regimiento. . . . .	Orden del D. G. de 28 May.
<b>LICENCIAS.</b>				
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Pedro Vives y Vich, cuatro meses por enfermo para Saratoga (Estados Unidos) . . . . .	Real órden 12 May.
<b>EXCEDENTE QUE ENTRA EN NÚMERO.</b>				
C. <sup>e</sup>	C. <sup>n</sup>		D. Juan de Liñan y Martinez-Alonso, en la vacante de D. Juan Lizaur. . . . .	Real órden 19 May.

MADRID:

En la Imprenta del Memorial de Ingenieros  
M DCCC LXXX III