MEMORIAL

DE INGENIEROS.

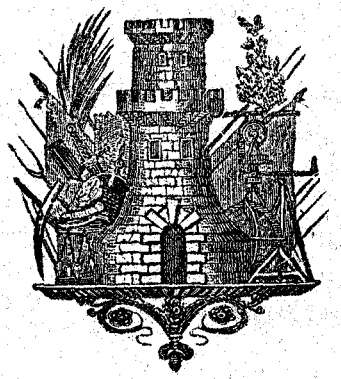
MEMORIAS, ARTICULOS Y NOTICIAS

INTERESANTES AL ARTE DE LA GUERRA EN GENERAL

Y A LA PROFESION DEL INGENIERO EN PARTICULAR.

AÑO DE 1870.

TOMO XXV.



MADRID.
Imprenta del Memorial de Ingenieros.

1870.

INDICE

de las obras sueltas y artículos de Miscelánea que comprenden los números del Memorial de Ingenieros publicados en el año de 1870.

OBRAS SUELTAS.

ARROQUIA. *Tratado sobre las escalas gráficas en general y sus aplicaciones al dibujo geométrico, por el Coronel de Ingenieros D. Angel Rodriguez de Quijano y Arroquia.—Tercera parte: desde la página* 337 *á la* 514 *y* 9 *láminas, ó sea desde la* 30 *á la* 38 *inclusives.*

OLAÑETA. *Guerra de los Estados-Unidos.—Estudios sobre Artillería, Fortificacion y Marina militar, presentados por el Comandante de Infantería, Capitan del Cuerpo de Ingenieros, D. José de Olañeta: desde la página* 205 *á la* 332 *y* 7 *láminas, ó sea desde la* 13 *á la* 19 *inclusives.*

CERERO. *Ante-proyecto para el hospital militar de la plaza de Cádiz, por el Coronel graduado, Comandante de Infantería, Capitan de Ingenieros, D. Rafael Cerero: consta de* 63 *páginas y* 1 *lámina.*

ROJÍ. *Estudios sobre la aplicacion del hierro á las construcciones, traducido del inglés por D. Antonio Rojí, Capitan de Ingenieros: consta de* 101 *páginas y* 2 *láminas.*—(Se continuará.)

Coleccion de circulares y demás disposiciones emanadas del Consejo de redencion y enganches del servicio militar: consta de 40 *páginas, ó sea desde la* 181 *á la* 220.—(Se continuará.)

Páginas.

Omnimetro de Eckhold. 3
Invencion de un fieltro para neutralizar los efectos de las nuevas armas. 9
Artículo del periódico The Engineer *sobre el folleto titulado* Deberes del Oficial de Ingenieros. 10
Ocupacion de los soldados en los oficios de la profesion. . 14
Espedientes sometidos á la discusion de la Junta Superior Facultativa del Cuerpo en 1869. 17
Horno anular de Hoffmann, con 1 *lámina.* 20
Apertura del Canal de Suez. 31
Cimientos hechos en terrenos pantanosos. 50
Conservacion de las maderas. 52
Prosperi y Montalembert. 55
Exámen crítico del armamento francés. 65
Caperuza de chimenea de Jackson } *con* 1 *lámina.* . . . 74
El Aritmómetro. . . . . . }
Ventilacion por aspiracion. 78
Manera de determinar el espesor del blindaje de hierro que puede atravesar un proyectil, conocido que sea el peso de éste, su calibre y velocidad. 80
Orden de 3 *de Junio de* 1869, *sobre pensiones á las viudas y huérfanos de los que mueren en campaña.* 82
Dinamita. 85
Nueva materia esplosiva llamada Dualina. 88
Orden de 26 *de Junio de* 1869, *aprobando la nueva division territorial para el servicio de Ingenieros.* 89
Id. de 15 *de Julio, concediendo á los Celadores de Ingenieros el uso de divisas como las de los Oficiales de Administracion.* 91
Id. de 21 *de Octubre, aprobando una nueva clasificacion y*

Páginas.

empleo de las pólvoras de guerra, propuesta por la Junta Superior de Artillería. 91

Orden de 26 *de Marzo de* 1870, *aclarando la condicion* 13 *del Decreto de* 15 *de Febrero de* 1856 *sobre el trasporte de tropas por los ferro-carriles.* 114

Id. de 17 *de Enero, dictando várias disposiciones relativas á la residencia de los supernumerarios.* 117

Id. de 11 *de Mayo, prefijando los documentos que deberán acompañarse con las instancias de pension, de trasmision, de tocas y de casamiento.* 118

Relaciones que manifiestan el resultado del 5.° *al* 12.° *sorteo de libros correspondientes á* 1868, *y del* 1.° *al* 12.° *de* 1869, *celebrados en la Academia de Ingenieros.* 44 á 50 84

ESCALAS GRÁFICAS.

TERCERA PARTE.

ESCALAS DE PROYECCION.

ESCALAS GRÁFICAS.

CUADRO DE LA TERCERA PARTE.

1.°—DEFINICION DE LAS ESCALAS DE PROYECCION.
Empleo en la descripcion de la esfera celeste y globo terráqueo.
Diferencia entre los planos topográficos, las cartas y los mapas.

2.°—PRELIMINARES.
Puntos y lineas de referencia.
Estrellas.—Constelaciones.
Movimiento celeste.
Meridianos y paralelos.

3.°—ESFERA CELESTE.
Globo terrestre.

4.°—FIGURA DE LA TIERRA.
Dimensiones.

5.°—ZONAS Y LINEAS CAPITALES DE LA ESFERA.

6.°—PROYECCIONES GRAFICAS.

7.°—CONSIDERACIONES FISICAS Y MATEMATICAS SOBRE LOS MAPAS.
Clasificacion y aplicaciones.

ESCALAS DE PROYECCION.

DEFINICIONES.

Siguiendo la série de escalas gráficas que nos hemos propuesto describir y analizar, despues de haber recorrido las escalas de proporcion y las especiales, las escalas de perspectiva y las de intensidad de sombras, réstanos otra clase interesantísima, de la cual vamos ahora á ocuparnos.

Llamamos escalas de proyeccion, á esa especie de cuadrículas formadas á intervalos desiguales por la interseccion mútua de líneas de diferente curvatura, que constituyen por sí solas el esqueleto de las esferas celestes y de

los globos terrestres, y sin cuyo auxilio seria imposible describir ni comprender las unas ni los otros.

Todos sabemos, que estas cuadrículas están formadas por los meridianos y paralelos celestes ó terrestres, sirviéndonos para determinar la posicion relativa y absoluta de los puntos que comprenden entre sus líneas, además de proporcionarnos el medio de medir las distancias y las magnitudes superficiales; todo lo cual las constituye en verdaderas escalas, si bien de un órden elevado.

El exámen abstracto de estas líneas, su determinacion y procedencia de que vamos á ocuparnos, es sin duda la base sobre que estriba tanto la construccion de las cartas celestes y marinas y mapas terrestres bajo sus diferentes aspectos, cuanto su inteligencia y análisis; pues sin semejante convencion, no seria posible ni establecer ni deslindar estas complicadas imágenes del cielo y de la tierra.

Sabemos que, tanto la esfera celeste como el esferóide terrestre, no pueden ser representados exactamente sino por medio de globos materiales: su volúmen embarazoso siempre ha hecho reducir su diámetro, haciéndolos aptos únicamente para las descripciones generales; esto y la consideracion de que quedaria inútil una gran parte del globo construido, cuando solo tratásemos de describir una sola estension determinada, ha dado origen á las proyecciones planas, que no son otra cosa que una imitacion de los globos, semejante á los planos topográficos, aunque en circunstancias muy diferentes y especiales.

Sabemos que, la superficie de la esfera no es desarrollable sobre un plano; esto es, que no puede ser estendida sin que resulten dobleces y aberturas, las cuales necesariamente han de alterar la posicion, direccion y superficie, tanto relativa como absoluta, de los puntos las líneas y espacios trazados en dicha superficie.

En los globos materiales, si bien exentos de este inconveniente, aun encontraríamos una gran dificultad para formarlos y leerlos, sino empleásemos otros medios de orientacion y de trazado que los conocidos en los planos top gráficos.

Es cierto, refiriéndonos para simplificar á la superficie de la tierra, que un plano topográfico es la espresion fiel de una cierta estension de la misma superficie no desarrollable y que considerada la cuestion en abstracto, se hallan en el mismo caso que los mapas: sin embargo, existe una gran diferencia, que proviene justamente de sus magnitudes. Los planos topográficos abrazan solo una cortísima estension de la superficie terrestre con relacion á toda ella, y aunque es exacto el anterior aserto, hablando rigorosamente, no lo es en cuanto al resultado práctico, pues entre ciertos límites esta diferencia es tan pequeña, que se escapa á nuestros instrumentos gráficos aun supesto el empeño de consignarla, siendo solo perceptible al entendimiento y únicamente posible el determinarla por el cálculo.

Vamos á demostrarlo: un plano topográfico no es otra cosa que la proyeccion de los puntos ú objetos que existen

en una cierta estension de la superficie terrestre, hecha sobre el plano tangente que pasa por el punto central del espacio proyectado; la proyeccion será exacta, siempre que el error no esceda de los límites en que pueda ser gráficamente apreciado, esto es, siempre que el plano tangente referido se confunda visiblemente con la misma superficie curva que sustituye.

Sea *O* (lámina 30, figura 1) el centro de la tierra supuesta esférica y *T* el punto de tangencia; la diferencia entre *T A* y *S B*, ó entre la tangente y el seno, será siempre mayor que la que exista entre la tangente y el arco. Si suponemos el arco *B T B'* igual á un grado sexagesimal, el valor de la tangente de su mitad *B T* ó de 30′ será 872,69 y el del seno correspondiente, 872,65, siendo el radio de 100.000, cuya diferencia es de 0,04. Para referir esta diferencia al radio del globo terrestre que tiene seis millones de metros próximamente, será preciso multiplicar 0,04 por 60, lo que la eleva á 2,40 metros. La diferencia pues, entre la doble tangente *A A'* y el doble seno *B B'* será de 4,80 metros y por consiguiente la del arco y la tangente será aun menor. Resulta de aquí, que tomando el círculo cuyo radio es *A T* por la proyeccion del casquete esférico cuya cuerda es *B B'*, que abraza un grado ú 11 miriámetros, no llega á cometerse un error de 5 metros sobre la dimension total; cantidad bien inferior á los errores inevitables en las operaciones del levantamiento de una estension tan considerable.

Suponiendo en efecto que es apreciable en la escala del plano una distancia gráfica de $\frac{1}{4}$ de milímetro, ó una milésima de pie, seria preciso descender á la escala de $\frac{1}{20.000}$, ó sea un pie por legua, para poder consignar la referida diferencia.

Es, pues, evidente que suponiendo dividida una cierta estension de la superficie de la tierra en facetas, cuya magnitud fuera la indicada de 1°, ó bien otra menor, podríamos colocarlas desarrolladas y convenientemente orientadas, unas al lado de las otras, sin temor de cometer error y apreciar las distancias y superficies por medio de una escala de proporcion comun á todas ellas; sobre todo si la escala fuese la de $\frac{1}{80.000}$, como hemos supuesto para el mapa topográfico de España.

Pero considerada la cuestion en general, tendremos que suponer engendrada la superficie de una esfera, por la rotacion de un polígono regular inscrito ó circunscrito á uno de sus círculos máximos: la superficie estará entonces formada por la reunion de una porcion de troncos de cono unidos por un cilindro, cuyas superficies desarrolladas producirán para cada hemisferio una proyeccion convencional estendida sobre un plano.

Las circunferencias de las bases de los troncos de cono quedarán desarrolladas en arcos de círculo de radio desigual, segun la distancia á que los lados del polígono generador fuesen cortando prolongados al eje de rotacion, variables por consiguiente de curvatura hasta degenerar en

una línea recta, perpendicular á la proyeccion del eje supuesto, que será al mismo tiempo el desarrollo de la base del cilindro de union de que hemos hablado anteriormente.

Si además trazamos algunas de las generatrices pertenecientes á las diferentes superficies cónicas que hemos desarrollado, estas cortarán transversalmente á las líneas circulares anteriores, quedando formada una especie de cuadrícula que constituirá propiamente la escala de proyeccion de la superficie esférica que hemos considerado en general, pero muy diferente á la parcial que suponemos hecha sobre un plano tangente en los planos topográficos.

Sin embargo, no siéndonos posible fijar en la proyeccion general anterior, tan arbitraria como la hemos supuesto, la posicion verdadera de los puntos situados en el hemisferio; no pudiendo tampoco por la inversa, determinar desde luego y de una manera absoluta la orientacion correspondiente, se sigue naturalmente la poca utilidad real de una proyeccion semejante, por no envolver relaciones esplícitas y determinadas ni en su conjunto ni entre sus partes, para los diferentes usos á que tratemos de aplicarla.

Percíbese, pues, fácilmente que para que estas escalas de proyeccion sean realmente útiles, dándonos desde luego la indicacion verdadera de la posicion y orientacion de los puntos, es preciso que sus líneas sean la espresion fiel de otras realmente trazadas en la superficie del globo, con el auxilio de datos inmutables que radiquen en la naturaleza

y que puedan reconocerse y comprobarse desde cualquier punto de la proyeccion, en que nos consideremos situados.

Emprendamos, pues, la série de consideraciones indispensables al objeto, y el estudio y análisis de todas ellas, pues si bien son de un órden elevado, no por eso son de tal naturaleza que cueste esfuerzo el comprenderlas.

PRELIMINARES. (1)

Cuando elevamos la mirada al cielo en una de esas hermosas noches de verano, limpia la atmósfera, sin nubes que detengan la vista hasta penetrar en el terso azul del firmamento, quedamos admirados del prodigioso número de puntos luminosos más ó menos brillantes que lo tapizan, y que conocemos bajo el nombre de estrellas.

Las estrellas no son otra cosa que cuerpos diseminados en el espacio y aislados los unos de los otros; á primera vista todos nos parecen inmóvibles, pero despues de haberlos observado atentamente, nos apercibimos bien pronto que están por el contrario animados de un movimiento bien perceptible. Coloquémonos de manera que podamos observar una estrella en la direccion de una veleta ó de otro objeto fijo cualquiera: si esperamos sin cambiar de lugar que haya trascurrido una media hora,

(1) En la parte doctrinal seguiremos á Mr. Delaunay en su notable *Curso elemental de Astronomía.*

una hora, se verá que al cabo de este tiempo la estrella no está ya en la direccion en la que se la habia visto anteriormente, se observará que se ha separado una cantidad bien apreciable y tanto mayor, cuanto la observacion haya durado más tiempo.

Acabamos de decir que las estrellas están animadas de un movimiento bien perceptible y este aserto merece una aclaracion terminante: este movimiento es aparente y de ningun modo real ni efectivo. La tierra sabemos que es una masa aislada en el espacio, animada de un movimiento de rotacion al rededor de un eje fijo. Si nos fijamos entre otras razones en la prodigiosa velocidad de rotacion que seria preciso atribuir á la esfera celeste, para que se efectuára la vuelta entera que diariamente se verifica al rededor del eje de la tierra, atendida la inmensurable distancia de sus puntos luminosos á nosotros, nos seria imposible desconocer la evidencia de que semejante movimiento era un absurdo, solo debido á una apariencia óptica, efecto del movimiento de rotacion diurno de la tierra. A la manera como cuando vamos embarcados por un rio ó caminamos por un camino de hierro, y olvidándonos de que estamos en movimiento nosotros mismos, nos hacemos la ilusion de que son los objetos que encontramos al paso los que se mueven, del mismo modo, no percibiendo nosotros sensiblemente el movimiento de la tierra, se nos figura que es la esfera celeste la que gira, aun cuando esto no sea más que una apariencia.

Sin embargo de esto, continuaremos hablando del movimiento de las estrellas como de una realidad, diremos que aparecen, que se ponen, que atraviesan el meridiano, etc., porque este lenguaje, conforme con el adoptado generalmente por los astrónomos, no se refiere en ningun caso sino á las apariencias; y hecha esta salvedad haremos sin inconveniente más perceptible cuanto espongamos, estando en armonía las palabras con la impresion directa de nuestros sentidos.

Digimos anteriormente que si observábamos una estrella desde un punto fijo en la direccion de otro fijo tambien, notaríamos desde luego su movimiento; esta observacion tan sencilla, puede repetirse con relacion á diferentes estrellas y nos convencerémos bien pronto que todas ellas están animadas de un movimiento más ó menos rápido, notando, sin embargo, algunas cuya traslacion es tan pequeña que se escaparia á nuestra vista, sino tuviésemos para comprobarlo instrumentos especiales.

Observando las estrellas durante varias horas consecutivas, se las vé marchar con un movimiento progresivo ocupando posiciones muy diversas con relacion al horizonte. Si nos volvemos hácia el Mediodía observamos que se levantan y ponen de una manera análoga al mismo sol; si miramos hácia la parte opuesta, esto es, hácia el Norte, las vemos moverse idénticamente á las anteriores, á escepcion de algunas que parece tienen movimiento inverso, por

no ocultarse jamás, describiendo curvas cerradas cada una de diferente amplitud, hasta aparecer una de ellas inmóvil á la vista, todo á la manera como si girasen todas al rededor de un eje fijo, pero inclinado con relacion al punto en que nos hallamos, levantándose hácia el Norte y deprimiéndose hácia la parte opuesta.

A pesar de este movimiento tan marcado de las estrellas, se observa que guardan entre sí la misma posicion relativa, esto es, que las figuras que resultan de unirlas de dos en dos por medio de líneas rectas permanecen siempre las mismas.

No parece sino que las estrellas están incrustadas en la bóveda del cielo y que es el movimiento uniforme de este el que las arrastra todas á la vez, sin que varíen en ningun modo sus distancias respectivas.

Solo existe un corto número de astros que sea escepcion á esta regla, y que moviéndose próximamente como las estrellas que los avecinan, se mueven con un poco más de velocidad ó de lentitud que ellas mismas; de manera que se aproximan á algunas primeramente, dejándolas despues para acercarse de nuevo á otras que estaban más distantes, á la manera como si marchasen al través de las estrellas que consideramos anteriormente.

Nace de aquí una division de los astros en dos grandes secciones diferentes: la primera comprende toda esa multitud de puntos brillantes que conservan las mismas posi-

ciones los unos respecto de los otros, y á los cuales se les designa con el nombre de *estrellas fijas* ó simplemente con el de estrellas, comprendiendo la segunda los astros que ocupan sucesivamente diferentes posiciones en medio de las estrellas fijas, y á los cuales se les ha dado el nombre de *planetas*.

Como las estrellas no son todas igualmente brillantes, se ha aprovechado esta circunstancia para clasificarlas, en de primera, segunda, tercera, etc., magnitud, á medida que su fulgor es más vivo: esta denominacion no quiere decir precisamente que las de tercer órden sean mayores ó de más volúmen que las de sexto, sino que se ven mejor, circunstancia que puede provenir de que las primeras estén más próximas á nosotros que las otras.

Para designar cada estrella en particular, se concibe que seria preciso atribuir á cada una un nombre diferente; esto no se ha hecho sino con algunas muy notables tal como Sirius, la Cabra, Wega, etc., porque se comprende la con fusion que esto originaria tratándose de la multitud que comprenden las 16 magnitudes diferentes en que generalmente se dividen, y cuyas secciones crecen en número sucesivamente, y con tal rapidez que no siendo sino 20 las de primera, llega ya á 140.000 el catálogo de las de novena.

Se ha recurrido, pues, á otro medio que data desde la más remota antigüedad y que se conserva actualmente, en razon de su sencillez. Como las distancias relativas de unas

á otras estrellas son invariables, se ha imaginado la superficie entera de la esfera celeste cubierta de figuras de hombres, de animales, ó de otros objetos cualesquiera. Estas figuras, contiguas las unas á las otras, dejan dividida la esfera en otros tantos espacios de magnitudes diferentes y de figuras más ó menos caprichosas. El conjunto de estrellas comprendidas en cada uno de estos espacios aislados, se supone que forman un grupo particular, ó segun la espresion consagrada por el uso una *constelacion*, dándole á esta constelacion el nombre de la figura que representa el contorno; así se han formado y se distinguen las constelaciones de Orion, del Cochero, del Leon, de la Osa mayor, de la Osa menor, de la Lira, etc., etc.

Siguese de aquí que indicada la constelacion de la cual una estrella forma parte, no resta para designarla completamente, sino distinguirla de las otras que entran en la misma constelacion. Para esto se ha recurrido á las letras y á los números, empezando por el alfabeto griego, siguiendo con el usual, y acabando con números, de tal suerte que la primera letra α espresa la estrella más brillante en cada constelacion, β la que lo es despues de la primera y así sucesivamente.

El conocimiento de las constelaciones es muy poco complicado; tan poco que puede hacerse el estudio por uno mismo, en presencia de una esfera: basta para esto conocer una cualquiera de ellas para pasar sucesivamente de unas á otras.

La constelacion de la Osa mayor, por ejemplo, se reconoce en el cielo con la mayor facilidad por la disposicion de las siete estrellas brillantes que la componen. Está situada al Norte, siempre sobre el horizonte y tan pronto cerca de él como lejos ó alta, tomando diferentes posiciones segun la hora á la que se la observe.

Esta constelacion, representada en la figura 2, es de las más notables, pues sus estrellas son de segunda magnitud á escepcion de la δ que es de tercera.

Las tres estrellas η, ζ y ε forman la cola de la Osa.

Tambien se le dá á esta constelacion el nombre de Carro, bajo el cual es conocida vulgarmente y en este caso se dice que α, β, γ, δ, son las ruedas, y ε, ζ, η son los caballos, figurando el conductor una estrella sumamente pequeña situada cerca del caballo ζ.

El conocimiento de esta constelacion nos sirve ya para descubrir otras.

Si se tira una línea recta por las estrellas β y α prolongándola por la parte de α una cantidad igual á cinco veces la distancia $\beta\alpha$, ó bien á la que hay entre α y η se encuentra la estrella *Polar*, cuya denominacion tiene un gran significado que luego esplicaremos.

La Polar, estrella de tercera magnitud, forma la estremidad de la cola de la Osa menor, constelacion formada por siete estrellas principales, que están dispuestas próximamente de la misma manera que las de la Osa mayor, pero en inverso sentido.

Uniendo la δ de la Osa mayor á la Polar con una recta y prolongando esta línea una cantidad igual á su distancia, se encuentra la constelacion de Casopéa, que contiene cinco estrellas de tercera magnitud dispuestas en la forma de una *M* abierta. Si á estas cinco estrellas se junta la pequeña estrella η se forma la figura de una *silla*, nombre que se le dá algunas veces á esta constelacion, siendo α y 6 los pies, γ η el asiento y δ y ε él respaldo.

Las dos líneas rectas que unen las estrellas α y δ de la Osa grande con la Polar, comprenden entre si el carro de Pegaso, formado por cuatro estrellas de segunda magnitud. Tres de estas estrellas pertenecen á la constelacion del Pegaso, la cuarta hace parte de la constelacion de Andrómeda. Próximamente en la prolongacion de la diagonal del cuadrado que pasa por α de Pegaso y por α de Andrómeda, se encuentran 6 y γ de Andrómeda y en seguida la α de Perseo todas tres de segunda magnitud. El conjunto de estas tres estrellas y de las cuatro del carro de Pegaso, forma una gran figura que tiene mucha analogía con la de la Osa mayor.

No seguiremos adelante en este género de investigaciones: esto nos llevaria fuera de nuestro propósito, para el que basta lo espuesto.

Ocupémonos del estudio de las leyes del movimiento general, al cual hemos visto están sujetas las estrellas.

MOVIMIENTO CELESTE.

Digimos en otro lugar que mirando hácia el *Mediodía*, veíamos las estrellas que quedaban á nuestra izquierda, elevarse más y más sobre el horizonte y marchar al mismo tiempo de izquierda á derecha; despues de cierto tiempo dejan de subir volviendo despues á bajar hácia el horizonte, continuando siempre su camino en la direccion indicada. Cada una de ellas, segun lo hemos hecho notar anteriormente, se mueve próximamente de la misma manera que el Sol, al cual vemos todos los dias en el Oriente para ponerse al Occidente, despues de haberse elevado más ó menos en el horizonte durante su carrera.

Si colocamos un teodolito en un parage desde donde pueda descubrirse una gran porcion de cielo, tanto á la derecha como á la izquierda del Mediodía, y despues de nivelado dirigimos el eje del anteojo del círculo vertical sobre una estrella situada á la izquierda por ejemplo, y fijamos el anteojo en esta posicion, percibiremos bien pronto que la coincidencia deja de existir, y que la estrella se aparta más y más del eje óptico, elevándose al mismo tiempo gradualmente.

Pero bien pronto la estrella cesa de ascender y empieza á aproximarse otra vez al horizonte, marchando siempre hácia el Occidente.

Concíbese, pues, que siguiendo su marcha, habrá un momento en que bajará lo bastante para encontrarse á la misma distancia del horizonte, que estaba cuando la dirigimos el anteojo: de suerte que, si hacemos girar la parte superior del teodolito alrededor de su eje vertical sin cambiar la inclinacion del anteojo, podremos, esperando el momento oportuno, determinar una nueva coincidencia de la imágen de la estrella con el eje del anteojo.

Supongamos (figura 3) que para la primera observacion la estrella está situada en *E* sobre la esfera celeste, cuyo centro *O* ocupa el teodolito; dirigido el anteojo segun *O E*, formará con el horizonte *H H'*, un cierto ángulo *E O H*: despues continuará su ascension, situándose en *e*, luego en *C* empezando á descender hácia *e'*, aproximándose otra vez al horizonte hasta que podamos observarla otra vez en un punto *E'*, para el cual el ángulo *E' O H'* es igual al *E O H*.

El ángulo *H O H'*, que ha debido trazar horizontalmente el círculo vertical del teodolito al girar sobre su eje, para pasar de la primera posicion á la segunda, puede leerse en el círculo azimutal ó limbo horizontal. Conocido este ángulo, se hará girar el círculo vertical otra vez, hasta tanto que su plano *Z O M*, lo divida en dos partes iguales; inclinando despues el anteojo hácia la tierra, se colocará en su direccion una señal, una luz por ejemplo, la cual en union con el punto *O* de observacion, determinará la línea *O M* traza del plano vertical *C O M*. Conservando la traza precedente, se puede empezar otra operacion semejante, con

otra estrella cualquiera, pero desde el mismo punto de observacion.

Por grande que sea el número de operaciones que hagamos de este modo, hallaremos siempre una misma direccion para el plano, tal como el *Z O M*, que divide en dos partes iguales el ángulo de los planos verticales tirados por el punto *O* y por las dos posiciones en que la estrella observada, sea cual sea, estaba á una misma altura sobre el plano del horizonte.

Dedúcese de aquí necesariamente: 1.° que el camino aparente *E e C e' E'* recorrido por cada estrella, es una curva simétrica con relacion á un plano vertical *C O M*, que pasa en consecuencia por el punto más elevado *C* de la curva; 2.° que este plano de simetría de la curva descrita por cada estrella, es el mismo para todas ellas observadas desde el mismo punto.

Este plano simétrico, que contiene todos los puntos *culminantes C* de las estrellas, se llama el *plano meridiano*, ó simplemente el *Meridiano* del lugar en que han sido hechas las observaciones.

Hasta ahora no hemos hablado sino de las estrellas situadas á la parte del Mediodía; pero si nos volvemos hácia el Norte y sin cambiar de posicion el centro del teodolito, nos ponemos á observar con el anteojo las estrellas que se encuentran en esta otra region del cielo, verificaremos de la misma manera que el plano meridiano, tal cual acabamos de definirlo, es tambien un plano de simetría para

las curvas descritas por estas estrellas, y que no solamente contiene sus puntos culminantes, sino que pasa tambien por los puntos más bajos de las curvas cerradas, que recorren las que nunca se ocultan bajo el horizonte.

La refraccion atmosférica no tendrá influencia sobre estas observaciones, pues tratándose de visuales tiradas á igual altura sobre el horizonte para cada estrella, la densidad de las capas del aire será la misma en ambos casos, y no habrá diferencia en el resultado, á no ser que supongamos que cambian notablemente la temperatura y la presion del aire en el transcurso de las dos observaciones.

Estando ya determinado el plano meridiano conforme á lo que acabamos de decir, podemos hacer girar toda la parte superior del teodolito, de manera que su círculo vertical se halle situado exactamente en este plano, fijándolo invariablemente en esta posicion. En tal estado, si hacemos girar el anteojo al rededor del centro de este círculo, su eje óptico no saldrá del plano meridiano, dentro del cual podrá tomar todo género de posiciones. Podremos, por ejemplo, dirigir el anteojo hácia una estrella en el momento en que, en virtud de su movimiento, pasa por el plano meridiano y hallaremos fácilmente lo que se llama la *distancia cenital*.

Supongamos que hacemos estas observaciones sobre las estrellas que están situadas á la parte del Norte y que no se ocultan jamás. Cada una de estas estrellas atraviesa el meridiano en dos puntos diferentes de la curva que re-

corre, esto es, cuando se encuentra en el punto más alto y más bajo de la curva.

Si se determina (figura 4) la distancia cenital de una de estas estrellas en el momento de su paso superior en *E* por el meridiano, y despues á su paso inferior en *E'*; si se corrige cada uno de estos ángulos del efecto de la refraccion, que en este caso es diferente por atravesar las visuales á distinta altura las capas atmosféricas; se hallará tomando la semisuma de los resultados así obtenidos, el ángulo *Z O P* que la vertical *O Z* forma con la línea *O P* tirada en el plano meridiano; entre las dos posiciones *E* y *E'* de la estrella y á igual distancia de ambos puntos.

Si se opera lo mismo sobre varias estrellas que estén en semejantes condiciones, se hallará siempre el mismo valor para el ángulo *Z O P*: se concluirá, pues, que existe en el plano meridiano una línea *O P* que goza de la propiedad de dividir en dos partes iguales todos los ángulos, tales como el *E O E'*, comprendidos por las dos direcciones, segun las cuales, se vé una misma estrella, á su paso superior é inferior por el meridiano. Esta línea se llama *línea de los polos*; se llaman *polos* los dos puntos *P* y *P'* diametralmente opuestos en que encuentra esta línea la esfera celeste. El centro de esta esfera, estando en el lugar mismo de la observacion, y por consiguiente sobre el plano horizontal que le corresponde, los dos polos están situados el uno por encima y el otro por debajo del horizonte, al menos, que nos supongamos situados para las observacio-

nes en ciertos puntos escepcionales. El *polo* que se encuentra sobre nuestro horizonte, y en general sobre toda *Europa*, se le llama *polo Boreal.* El otro polo, que ocupa una region del cielo constantemente invisible en Europa, se llama *polo Austral.* Comunmente se designa con el nombre de *eje del mundo* la línea de los polos.

El *polo Boreal* está sumamente próximo á una estrella cuya posicion indicamos anteriormente como perteneciente á la constelacion de la Osa menor y á la cual se da por esta razon el nombre de *estrella polar* ó simplemente de *Polar*, considerándose en el lenguaje usual, que por ella y por el punto á donde nos hallamos, pasa el eje de la esfera.

La propiedad que hemos observado en el movimiento de las estrellas, de que los arcos *E P* y *E' P* que miden su distancia al polo, tomada en el meridiano con relacion al punto más alto y más bajo de la curva cerrada que describe, no se limita solo á este plano sino que es peculiar á todos los planos que pasen por la línea de los polos cualquiera que sea su inclinacion: de manera que los arcos *e P* y *e' P* pertenecientes á otra posicion, son tambien iguales, resultando además que todos estos arcos que miden, en último resultado, la distancia al polo, en cada una de las posiciones que toma una estrella en su movimiento, son exactamente iguales entre si.

Los resultados á que hemos llegado nos manifiestan, pues, de una manera palpable, que la esfera celeste gira

al rededor de la línea de los polos como sobre un eje. Este movimiento es en efecto el único, en virtud del cual puede verificarse, que todas las estrellas se mantengan á una distancia invariable del polo Boreal; comprendiéndose ahora perfectamente el por qué á la línea de los polos se le dá tambien el nombre de *eje del mundo*, y el por qué el plano meridiano puede ser definido muy fácilmente diciendo que el meridiano de un lugar, es el plano que pasa por la vertical del mismo y el eje del mundo.

Réstanos aun una observacion muy interesante para completar el conocimiento del movimiento de las estrellas. Si observamos el tiempo que transcurre mientras que una estrella recorre arcos iguales de su camino, tales como los eE y $e'E'$ ó eE' y $e'E$, veremos que este tiempo es siempre el mismo, de donde se deducirá que la esfera celeste gira con un movimiento uniforme al rededor de su eje, ó lo que es lo mismo, que gira siempre con una velocidad constante.

El tiempo que la esfera celeste emplea en hacer una revolucion entera al rededor de la línea de los polos, es de veinticuatro horas próximamente, lo cual hace que al movimiento de las estrellas se le llame *movimiento diurno*. Jamás ha llegado á reconocerse la menor diferencia entre la duracion de las rotaciones sucesivas de la esfera celeste; la duracion, pues, de una rotacion, esto es, el tiempo que la esfera celeste tarda en dar una vuelta completa, es emi-

nentemente propio para servir de unidad para la medida del tiempo; se le dá el nombre de *dia sideral* derivado del genitivo latin *sideris*, que significa estrella, para distinguirlo del dia medio, que es el usado civilmente, y el cual es un poco mayor, siendo su diferencia de cuatro minutos. Se divide el dia sideral, lo mismo que el ordinario, en veinticuatro horas, la hora sideral en 60 minutos y cada uno de estos en 60 segundos. El tiempo valuado en dias siderales, ó por medio de sus subdivisiones, se llama *tiempo sideral*.

Cualquiera que sea el paraje de la tierra en el cual se efectúe la série de operaciones que hemos indicado para llegar á descubrir las leyes del movimiento diurno, se encuentra siempre el mismo resultado: el conjunto de las estrellas parece siempre animado de un movimiento de rotacion uniforme al rededor de la línea de los polos, definida para cada punto como lo hemos hecho últimamente.

Es bien claro, sin embargo, que la línea de los polos que resulta para un punto de la tierra, no es la misma que se encuentra para otro; y por otra parte, es evidente que la rotacion diurna de las estrellas no puede verificarse á la vez al rededor de varios ejes diferentes: se sigue, pues, que la identidad de los resultados que se obtienen, relativamente al movimiento diurno, cualquiera que sea la distancia entre sí de los parajes de la tierra en que nos situemos para hacer las observaciones, no puede ser esplicada sino admitiendo, que las dimensiones de la tierra son suma-

mente pequeñas en comparacion de la distancia que existe entre ella y las estrellas: ó lo que es lo mismo, que la distancia á la cual se coloca el observador, del eje de rotacion, es tan insignificante con relacion á la gran distancia á que están de él las estrellas, que las cosas pasan de la misma manera que si se hubiesen situado precisamente en el eje verdadero.

Podemos, pues, mirar las diversas líneas al rededor de las cuales los diferentes observadores ven girar la esfera celeste, como paralelas á este eje de rotacion tiradas por los puntos en que están colocados, pues si por el contrario supusiéramos que las dimensiones de la tierra no eran como nulas al lado de la distancia de las estrellas, las apariencias que presenta el movimiento diurno serian necesariamente diferentes, segun lo observásemos desde un punto ó desde otro. La distancia de las estrellas á nosotros, es en efecto tan enorme, que solo ha podido llegarse á determinar la de unas pocas, quedándonos muy cortos en la apreciacion, cualquiera que sea la idea que por las anteriores consideraciones nos hayamos formado de su distancia.

Las dos únicas estrellas, entre las pocas á las que ha llegado á descubrirse paralage que ha podido ser medida con bastante exactitud, para que nos sea posible decir que nos es conocida próximamente su distancia á la tierra, pertenecen á la constelacion del *Cisne*, la una es la α llamada tambien *Wega* y la otra la designada con el número 61. La

distancia encontrada que las separa de nosotros es tan sumamente grande, que sabiéndose que la luz marcha con una velocidad próximamente de 77.000 leguas por segundo, tarda nueve años en recorrer la distancia que nos separa de la 61, y doce para la de Wega.

Reasumiendo, vemos claramente que la distancia infinita á que estamos de las estrellas, nos permite suponer que todas ellas están como incrustadas en una sola esfera de radio arbitrario, tan grande como queramos considerarlo, y que el movimiento uniforme y aparente de la esfera celeste, se efectúa al rededor de la línea de los polos de direccion invariable, por lo cual constituye el eje del mundo; que las diferentes estrellas describen en su movimiento aparente, círculos menores cuyos planos son perpendiculares á este eje y están situados en la misma superficie esférica supuesta; y finalmente, que podemos concebir una série de círculos máximos distintos, que pasen por el eje del mundo y los diferentes puntos de observacion, los cuales estarán en planos perpendiculares á los descritos por las estrellas.

ESFERA CELESTE.

Si construimos, pues, una esfera material *O P E P' E'* (figura 5) y la atravesamos por un eje efectivo *P P'* que descanse sobre dos puntos fijos, podremos hacerla girar al

rededor de este eje, obteniendo un movimiento análogo al que efectúa la esfera celeste. Si colocamos el eje *P P'*, con la misma inclinacion que tiene el eje del mundo respecto á nuestro horizonte *H H'*, y suponemos que todas las estrellas están situadas en la referida superficie esférica, todas ellas describirán círculos tales como los *R R'*, *E E'*, *S S'*, perpendiculares al eje, los cuales todos serán *menores*, á escepcion del *E E'* que pasa por el centro *O* que será un círculo *máximo*. Si suponemos además, diferentes planos que pasen por el eje *P P'*, estos cortarán á la esfera segun círculos máximos tambien, tales como los *P M P' P M' P'*, *P m P' P m' P'*, los cuales cortarán en sentido normal á los anteriores, dividiendo la esfera en cuadriláteros curvilíneos tales como los *m M*, *m' M'*.

Los puntos *P P'* representarán los polos del mundo, siendo *P'* el *Boreal* y *P* el *Austral*. Los círculos menores *R R' S S'* se llaman *paralelos*, y el máximo *E E'* el *ecuador celeste*. La esfera queda dividida por este último en dos partes iguales: la que contiene el polo Norte, se distingue con el nombre de hemisfério Boreal, siendo el Austral el opuesto. Los círculos máximos, tales como el *P M P'*, se llaman círculos de *declinacion*, y como los planos que los contienen todos pasan por el eje, girarán naturalmente con él, viniendo sucesivamente á coincidir en el movimiento de rotacion de la esfera, con el *meridiano* del lugar en que el observador se encuentra, llamándose tambien por esta razon *planos horarios*. El meridiano de un lugar de la tierra,

tiene una posicion completamente determinada para cada punto de observacion; no participa, pues, del movimiento diurno, y mientras permanece inmóvil, todos los círculos de declinacion de la esfera vienen á coincidir con él sucesivamente, para abandonarlo despues continuando su movimiento; es preciso por lo tanto, fijarse bien en la diferencia de ambas denominaciones, que suelen confundirse por la paridad que existe entre los círculos horarios y el plano meridiano de un lugar, en el momento de la coincidencia.

Esto supuesto, nada más fácil ya que fijar la posicion de un astro en una esfera preparada del modo que hemos esplicado, sea el *X* por ejemplo. Supongamos un momento dado: el punto *X* estará situado en la interseccion del círculo menor ó paralelo *R R'* que recorre el astro, con el círculo de declinacion ú horario correspondiente *P' X M P*. Si tomamos en el ecuador como orígen un punto cualquiera *Z*, la posicion del astro *X* quedará completamente fija respecto *al punto referido*, una vez determinada la amplitud de los arcos de círculo máximo *Z M* y *M X*, los cuales constituyen, el *Z M* lo que se llama *ascension recta* de un astro, y el *M X* su *declinacion*.

Si suponemos fijo el punto *Z* de partida, y operamos análogamente á lo hecho con el astro *X*, con otro cualquiera, midiendo su *ascension* y *declinacion* respectiva, su posicion en la esfera quedará igualmente determinada.

Como toda circunferencia de círculo se considera dividida en 360 grados, estos en 60 minutos, etc., etc., si su-

ponemos que el ecuador $E\,E'$ está graduado á partir del punto Z y que lo está tambien otro círculo máximo perpendicular, tal como el $P'\,Z\,P$, podremos enunciar en grados de ascension y declinacion de un astro su posicion fija en la esfera. Los grados de ascension recta indicarán la amplitud del arco $Z\,M$, ó lo que es lo mismo, el punto por donde pasa el círculo de declinacion que contiene el astro, contándolos sobre el ecuador, y los grados de declinacion ó los de amplitud del arco $M\,X$, contados en el círculo $Z\,P$, nos indicarán el punto por donde pasa el paralelo $R\,R$, que tambien lo contiene, determinando por consiguiente su interseccion X, el punto de su posicion verdadera.

Réstanos una observacion que hacer, que si bien la ascension exacta de un astro puede contarse hasta 360 grados á partir del punto adoptado por orígen, por medirse en el ecuador marchando de Occidente á Oriente, no sucede lo propio con respecto á la declinacion del mismo, pues tratándose de dos emisferios totalmente iguales separados solo por el ecuador, la declinacion, ó lo que es lo mismo, la distancia al ecuador del paralelo en que se encuentra el astro, no puede pasar de 90 grados, debiendo por consiguiente designarse, además de los grados que contiene aquella, si es Austral ó Boreal para espresar al mismo tiempo el emisferio á que corresponde el astro.

La determinacion material en grados, minutos y segundos, tanto de la ascension recta como de la declinacion de un astro, no ofrece dificultades. Digimos que la esfera ce-

leste tardaba un dia sideral ó veinticuatro horas siderales en dar una vuelta completa al rededor del eje del mundo, ó lo que es lo mismo en describir el círculo del ecuador con uno de sus puntos, y que este círculo se supone dividido en grados, minutos y segundos; si tenemos, pues, un reloj perfectamente arreglado al tiempo sideral, de modo que una manecilla marque las horas, otra los minutos y la tercera los segundos siderales, tendremos que durante una hora sideral la esfera celeste habrá recorrido $\frac{1}{24}$ de 360 grados ó lo que es lo mismo 15°; en un minuto sideral recorrerá un arco 60 veces más pequeño ó lo que es igual de 15 minutos; análogamente de 15 segundos en un segundo sideral.

Esto supuesto, si nos situamos en un paraje cualquiera de observacion, y determinamos su plano meridiano, que como sabemos es invariable por pasar por el punto elegido y el eje del mundo, marcando este plano materialmente por medio del eje de un anteojo que se mueva verticalmente en el referido plano, tendremos los elementos necesarios para hacer las investigaciones que deseamos.

Fijémonos primero en la determinacion de la ascension recta de un astro; esto está reducido á encontrar el número de grados, minutos y segundos que su círculo de declinacion dista del punto que elijamos de partida. Supongamos que este punto sea el determinado por una estrella de primera magnitud, *Sirius*, por ejemplo, en su paso por el meridiano ya determinado: el instante de este paso se ha-

llará por medio del anteojo preparado; si notamos la hora del reloj, y en seguida esperamos á que el plano de declinacion del otro astro coincida á su vez con el mismo meridiano, lo que nos hará ver el mismo anteojo, observando el número de horas, minutos, segundos y fraccion de segundo, tiempo sideral transcurrido entre las dos coincidencias, multiplicándolo por 15 tendremos reducida á grados, minutos y segundos, por lo espuesto anteriormente, la ascension recta que buscábamos.

Respecto á determinar la declinacion del mismo astro, es igualmente sencillo. El problema estará reducido á encontrar el número de grados, etc. del arco $E\,X$ (figura 6) situado en el meridiano $E\,P'\,E'\,P$ del lugar de observacion y á partir del ecuador $E\,O\,E'$. Este arco $E\,X$ es como se ve el complemento del $X\,P'$ que forma la visual $O\,X'$ al astro con el eje del mundo $P\,P'$. Si dirigimos, pues, primeramente el anteojo en sentido del eje espresado, y despues lo elevamos hasta visar el astro en X' á su paso por el meridiano, podemos leer en el limbo vertical el número de grados, etc., del arco $X\,P'$ complementario del ángulo $E\,O\,X$ que buscábamos.

Hemos recorrido ya una gran parte del camino que nos habiamos propuesto seguir, y esto sin grande esfuerzo, poniéndonos en el caso de analizar las ideas que avanzamos al principio, y de marchar sin dificultad en adelante.

Podemos en efecto, ya al presente, apreciar la importancia de las líneas que hemos determinado, no solo para la formacion, sino para la inteligencia y lectura de los globos de que hemos tratado, pudiéndose tambien inferir el gran papel que deberán representar estas mismas líneas desarrolladas, para formar el esqueleto de las cartas ó mapas y el por qué las hemos llamado escalas de proyeccion de los mismos.

Echase de ver desde luego la gran facilidad y precision con que podemos, por los medios esplicados, reunir los datos necesarios para la formacion de un globo celeste, y la suma sencillez del método para consignarlos en él gráficamente. Si los comparamos ahora con los métodos seguidos en la topografía elemental, vemos claramente no solo la insuficiencia de estos para llegar al resultado, sino hasta la imposibilidad material de conseguirlo.

Dada, por consiguiente, una esfera real y efectiva, de carton por ejemplo, lo primero que nos es indispensable hacer para transformarla en un globo celeste, es determinar la posicion de los polos, y á partir de estos puntos, trazar gráficamente sobre la superficie la cuadrícula curvilínea que resulta, por la interseccion mútua de los paralelos y meridianos de la esfera, antes de marcar la posicion verdadera de los astros; é inversamente cuando se trata de estudiar un globo ya construido, enterarse lo primero de la disposicion en él de esta cuadrícula, pues de lo contrario seria lo mismo que tratar de deslindar y utilizar un

plano sin medios de orientacion y sin conocer su escala.

El modo de trazar en un globo dado esta cuadrícula, ó lo que es lo mismo, su escala de proyeccion, es sumamente sencillo; nos basta para esto atravesarlo por un eje efectivo, apoyado en sus estremos de manera que la superficie esférica pueda girar libremente, y graduar una plantilla curva igual á la semicircunferencia del círculo generador de la esfera. El cero deberá estar en el centro ó punto medio de la plantilla, creciendo la graduacion hasta 90° por una y otra parte.

Si colocamos la plantilla precedente de modo, que sus dos estremos coincidan con los polos y aplicamos una punta ó un tiralíneas en el punto *cero*, y hacemos girar la esfera al rededor de su eje, la punta trazará exactamente el ecuador sobre la superficie; si trasladamos la punta á otro sitio de la graduacion de la plantilla que diste del *cero* cinco grados por ejemplo, trazaremos del mismo modo uno de los paralelos y así sucesivamente. Para graduar el ecuador trazado, no habrá que hacer sino arrimarle la plantilla haciendo coincidir el *cero* con el punto que ha de servir de orígen á la proyeccion ulterior, y trasladar las divisiones. Una vez graduado el ecuador, si queremos que las trazas de los planos de declinacion disten entre sí de 5 en 5° como los paralelos, aplicaremos la misma plantilla de modo que sus estremos estén fijos siempre en los polos, y que su punto medio vaya apoyándose sucesivamente en la graduacion del ecuador, con el intervalo convenido, haciendo

resbalar á lo largo la punta ó el tiralíneas en cada una de de las posiciones determinadas. El plano de declinacion que pase por el punto cero del ecuador, se graduará del mismo modo que este, pues puede representar al mismo tiempo el meridiano fijo de partida, con lo cual quedará el globo preparado para proyectar en él los puntos que corresponden á los diferentes astros segun los datos obtenidos. En la práctica, las graduaciones del ecuador y del meridiano, no se hacen sobre el globo mismo, sino que se utilizan para esto por mayor comodidad los círculos que forman el armazon del globo y que sirve para sostenerlo.

De esta manera el meridiano permanece invariable, viniendo sucesivamente á coincidir con él los círculos de declinacion ú horarios, y conservando su verdadero movimiento al girar con la esfera al rededor de la línea de los polos.

GLOBO TERRESTRE.

Suspendamos ahora este género de investigaciones, y pasemos á examinar las circunstancias en que se encuentra el globo terrestre, relativamente á las que hemos observado en la esfera celeste, para entrar despues con seguridad en el estudio de las escalas de proyeccion de los mapas.

Sabemos que la tierra es redonda, y que está completamente aislada en el espacio; cuando decimos en general,

superficie terrestre, entendemos la superficie convexa de los mares, supuesta prolongada al través y por bajo de los continentes, porque las desigualdades que estos comprenden, aun refiriéndonos á las más elevadas montañas y á los valles más profundos, apenas son comparables por su pequeñez, con relacion al diámetro de la tierra, á las asperezas que presente en su superficie la cáscara de una naranja: debemos, pues, prescindir de ellas cuando se trate solamente de hacer investigaciones sobre la forma general de la tierra.

La manera como aparecen sucesivamente, ó se ocultan, los navíos y las costas sobre la superficie de los mares, desde el momento que se empieza á distinguirlos en el horizonte hasta que aparecen en toda su magnitud, conduce desde luego á reconocer que la masa acuosa del globo es convexa en todos sentidos. Los viajes hechos alrededor del mundo, tanto por mar como por tierra, confirman en todas sus partes las consecuencias de esta primera observacion, poniéndonos de manifiesto que la tierra al menos del Este al Oeste es un globo aislado en el espacio. Si bien los hielos acumulados hoy en dia hácia los polos han impedido dar la vuelta al globo de Sur á Norte, la convexidad general que se advierte en todo el espacio que ha podido recorrerse, la aparicion sucesiva de nuevas estrellas cuando se vá desde un polo á otro, la proyeccion curva y limitada de la sombra de la tierra sobre el disco de luna, son más que suficientes para establecer el anterior aserto.

Es, pues, un hecho irrevocable que la tierra es un globo aislado por todas partes en el espacio.

Segun las precedentes observaciones, lo natural desde luego era pensar que la tierra era esférica: así se ha considerado desde la más remota antigüedad, hasta la época de Huyghens y de Newton. En fuerza de las indicaciones de estos dos hombres estraordinarios, la cuestion de la figura de la tierra ha sido examinada con más detenimiento habiéndose reconocido que no es exactamente esférica.

Dos caminos se presentan pues, que tenemos que recorrer para llegar á nuestro propósito de determinar las líneas que investigamos, el uno bajo la hipótesis de que la tierra sea esférica y el otro, considerándola bajo su forma real y efectiva despues que la hayamos consignado.

Supuesta la tierra esférica, es evidente que podemos proceder por analogía para estas investigaciones, aplicando á la superficie de la tierra cuanto hemos dicho sobre la esfera celeste, con ligeras modificaciones.

Una recta paralela al eje de rotacion de la esfera celeste tirada por el centro de la tierra, cortará la superficie de está última esfera en dos puntos que se llaman *polos* de la tierra. Estos dos puntos vueltos respectivamente hácia los dos polos de la esfera celeste, toman la misma denominacion especial que estos últimos: el *polo Boreal* de la tierra es el que corresponde con el *polo Boreal* del cielo, y análogamente el *polo Austral* de la misma con el *polo Austral* de este.

Un plano que pase por el centro de la tierra, perpendicularmente á la línea de los polos, cortará su superficie segun un círculo máximo, que será el *ecuador terrestre.*

Todo plano, igualmente perpendicular á la línea de los polos que corte la superficie de la tierra, pero sin pasar por su centro, determinará en ella un círculo menor que será un *paralelo terrestre.*

Todo plano tirado por la línea de los polos, cortará la superficie de la tierra segun un círculo máximo: los diferentes círculos obtenidos de este modo, análogos á los círculos de declinacion de la esfera celeste, se llaman *planos meridianos.* Si este plano indefinido, que pasa solo por la línea de los polos y que por consiguiente puede tomar una infinidad de posiciones alrededor de esta línea, se le sujeta á pasar por la vertical de un punto de la superficie de la tierra, resultará el *meridiano,* no solamente del lugar por donde pase la vertical, sino tambien el de todos los puntos de la circunferencia de interseccion del referido plano con la superficie de la tierra, puesto que supuesta esta exactamente esférica, todas las verticales tiradas por los puntos espresados serán rádios del círculo meridiano que cortarán en el centro la línea de los polos, debiéndose tener bien presente esta circunstancia.

Fijadas ya estas denominaciones en su verdadero significado, es evidente que estamos en el caso de trazar sobre una esfera que represente la superficie de la tierra, análogamente á lo que hemos hecho con la esfera celeste,

la escala de proyeccion que haya de servirnos para situar todos sus puntos, una vez conocida su situacion respectiva; sin embargo, vamos á avanzar un poco más, pues en razon de la posicion diferente en que nos encontramos, con relacion á las observaciones que podemos hacer en la tierra, respecto á las del cielo, resultan diferencias en el modo de obtener los datos para la proyeccion de los puntos que es importante consignemos.

Los arcos de círculo máximo que con respecto á un astro hemos llamado, al tratar de la esfera celeste, su ascension recta y su declinacion, con relacion á un punto de la tierra toman el nombre de *longitud* y de *latitud geográficas*, de manera que la longitud se cuenta sobre el ecuador, á partir de un punto fijo, y la latitud sobre un meridiano.

Estas denominaciones nos vienen de la antigua Roma, pues no siendo conocida entonces como sabemos, sino una parte del globo terrestre, y siendo esta mucho más estensa de Poniente á Oriente que de Sur á Norte, ó lo que es lo mismo, en sentido del ecuador que en el de los meridianos, llamaron *longitudo* las distancias contadas á partir de un punto dado, en la direccion de la mayor estension de la tierra conocida, y *latitudo* las que se referian hácia su menor anchura.

La latitud de un lugar, como la declinacion de un astro, se cuenta desde 0° á 90°, y es boreal ó austral segun que el lugar se encuentre situado sobre el uno ó el otro emisferio.

En cuanto á la longitud, que es equivalente á la ascension recta de un astro, en lugar de contarla siempre en un mismo sentido á partir de 0 á 360°, se cuenta á un lado y otro del punto designado por orígen de modo que no pueda pasar de 180°, haciéndose indispensable el indicar en consecuencia, si debe ser tomada al Este ó al Oeste.

El orígen fijo, á partir del cual se cuentan las longitudes geográficas, puede ser elegido á arbitrio sobre el ecuador terrestre, del mismo modo que el orígen de las ascensiones rectas podia serlo en el ecuador celeste. Lo conveniente fuera, que se hubiera fijado un punto que sirviendo de orígen para todos al contar las longitudes, no hubiese sido lícito variarlo; sin embargo, á pesar de que todos los astrónomos han dado el ejemplo, estando acordes en tomar el mismo punto del Ecuador celeste para orígen de las ascensiones rectas, cual es una de sus intersecciones con el plano de la *ecliptica* ó círculo máximo que el sol describe aparentemente sobre la esfera celeste, punto que se designa con el nombre de equinoccio de primavera, no se ha conseguido lo mismo respecto de las longitudes geográficas.

El cielo es un terreno neutral en el que la eleccion de tal ó cual punto como orígen de las ascensiones rectas, importaba poco al amor propio de las naciones, habiéndose podido, por lo tanto, elegir el más conveniente: sobre la tierra, por el contrario, cada nacion quiere hacer partir las longitudes, del punto en que el ecuador terrestre es

cortado por el meridiano de uno de los lugares principales de su país. En vano ha sido el intentar durante largo tiempo el hacer adoptar á todos los pueblos el meridiano de la isla del Hierro, la más occidental de las Canarias, como punto de partida para contar las longitudes: el orgullo nacional ha vencido. En Francia, las longitudes se cuentan á partir del meridiano del Observatorio de París; en Inglaterra se cuentan tan pronto desde el meridiano del Observatorio Greenwich como desde el de la iglesia de San Pablo en Lóndres: análogamente sucede en España, que á pesar de ser nuestra la isla del Hierro, de haber fijado posteriormente D. Narciso Lopez como el primer meridiano el pico de Teyde en Tenerife, montaña de las más notables del globo y de contarse desde muy antiguo en España desde el meridiano de Toledo, contamos las longitudes unas veces desde el meridiano del Observatorio de San Fernando (Cádiz) y otros desde el de Madrid, á pesar de los inconvenientes que esto trae y complicaciones que introduce, ya en el lenguaje, ya para las reducciones.

La determinacion de la latitud de un lugar de la tierra, no presenta dificultad alguna. Sea *A* (figura 7) el punto que se considere; *P E Q E'* su meridiano y *E E'* la interseccion del ecuador con este meridiano. El arco *E A*, ó lo que viene á ser lo mismo, el ángulo *E O A*, representará la latitud que buscamos. Siendo recto el ángulo *P O E*, esta latitud forma el complemento del ángulo *A O P*: pero el ángulo *A O P* es igual á la distancia zenital *Z A P'* del polo de la

esfera celeste para un observador situado en *A*, puesto que *P Q* es una paralela al eje del mundo *A P'*, tal como hemos visto se obtiene por las observaciones astronómicas hechas en un lugar cualquiera de la tierra. La latitud geográfica del punto *A*, es, pues, el complemento de la distancia cenital del polo en este punto: más como la altura *P' A H* del polo sobre el horizonte *A H* es tambien el complemento de la misma distancia cenital *Z A P'*, se sigue tambien que la latitud geográfica de un lugar, es igual á la altura del polo sobre su horizonte.

Se ve, pues, que la determinacion de la latitud de un lugar se reduce á medir el ángulo cenital del polo en este punto y hallar su complemento. Esta medida se efectúa del modo que hemos esplicado anteriormente para determinar el eje del mundo; esto es, se hallan las distancias cenitales de una estrella de órbita completa, á su paso *superior* é *inferior* por el meridiano del lugar, y despues de haber corregido estos dos ángulos de los efectos de la refraccion, se toma el término medio, lo que da precisamente el centro de la órbita ó el ángulo cenital del polo. No queda, pues, otra cosa que hacer sino restar esta distancia cenital de 90° para obtener la latitud que buscábamos. Como la estrella polar *P'* está tan inmediata al polo verdadero que aparece casi fija, se sigue que la latitud de un punto *A* de la tierra se hallará directamente con mucha aproximacion determinando la visual *A P'* y midiendo su ángulo *P' A H* con el horizonte.

La longitud de un lugar, hemos visto que es el ángulo comprendido entre el meridiano del mismo y el meridiano de partida que sirve de orígen para contar las longitudes. La semejanza que existe entre la ascension recta de un astro y la longitud de un lugar, nos hace comprender la analogía que debe haber, entre la manera de determinar la longitud y el modo como hemos deducido la medida de la ascension recta de un astro.

En virtud del movimiento aparente de la esfera celeste, los planos de sus diferentes círculos de declinacion, vienen sucesivamente á coincidir con el plano de cada uno de los meridianos terrestres. Para hallar, pues, el ángulo comprendido entre dos de estos meridianos, bastará determinar el tiempo que tarde un mismo plano de declinacion para pasar del uno al otro, esto es, observar el intervalo de tiempo comprendido entre los pasos de una misma estrella por el uno y el otro meridiano.

El problema de determinar la longitud de un lugar, está, pues, reducido á saber la diferencia de hora, en un momento dado, entre el punto fijo correspondiente al meridiano de partida y el punto cuya longitud queremos encontrar.

Conocido este tiempo en horas, minutos, segundos y fraccion de segundos siderales, se reducirá sin trabajo á grados, minutos y segundos de círculo multiplicándolo por 15 como hicimos ya precedentemente.

El dia sideral principia á contarse en cada parte, en el

momento preciso que el punto fijo del ecuador celeste, desde el cual empiezan á contarse las ascensiones rectas, pasa por el meridiano del lugar y que como digimos corresponde á uno de los puntos de interseccion del ecuador con la ecliptica; semejantemente á la manera como contamos el dia solar, diciendo que son las doce al paso del sol por el meridiano del lugar en que nos encontramos.

Si suponemos, pues, dos relojes perfectamente arreglados, uno en el Observatorio de Paris y otro en el de Madrid, y por medio del telégrafo eléctrico marcamos instantáneamente el momento en que debe leerse la hora que es en cada una de las dos partes, la diferencia de hora que resulte reducida á grados nos dará desde luego la medida de la diferencia de longitud entre los dos Observatorios.

Si los dos lugares estuviesen próximos, *un cohete* que se elevase en los aires lanzado desde un punto intermedio, podria dar la señal para leer las horas y conducirnos al mismo resultado.

Análogamente, una señal que se produzca en el cielo, en virtud de un fenómeno celeste, como un eclipse de luna ó mejor uno de sol, la *ocultacion* de una estrella detrás del disco de la luna, ó de los satélites tras de su planeta, serán medios escelentes para resolver el problema de que nos ocupamos, sobre todo cuando se trata de grandes distancias.

Otro método que puede servir en todas circunstancias espondremos finalmente, por ser el más cómodo y el em-

pleado esclusivamente en la marina. Consiste en tener un *cronómetro* perfectamente arreglado con relacion al reloj del meridiano de partida, el del Observatorio de Cádiz, por ejemplo. Si notamos la hora precisa á la cual una estrella dada pasa constantemente por el anterior meridiano y nos alejamos con nuestro cronómetro, no tendremos que hacer sino observar en él la hora que es, al paso de la misma estrella por el meridiano del lugar en que nos encontremos, sea cual sea, pues la diferencia de hora entre la que marca el cronómetro y la que sabemos es, á la que la estrella referida debe pasar por el meridiano de partida, reducida á grados, nos dará á conocer la longitud á que nos hallamos.

FIGURA DE LA TIERRA.

Hemos marchado hasta aquí bajo la hipótesis de que la superficie de la tierra era exactamente esférica; no lo es, sin embargo, como veremos, resultando de aquí modificaciones importantes que nos es indispensable introducir en la manera de definir y entender las líneas que hemos llamado meridianos y paralelos, bajo el anterior supuesto.

La observacion de la diferente longitud que era preciso dar á la varilla del péndulo, para que oscilase segundos en cada uno de los diferentes lugares de la tierra, hizo sospechar la falta de regularidad en su superficie.

Nótose que marchando desde los polos hácia el ecuador, era preciso acortar más y más su longitud, lo que hizo á Huyghens sospechar que la atraccion terrestre era menor hácia este círculo que en los polos, y que podia estar la superficie de la tierra más levantada en este sentido que el otro, y por consiguiente más distante del centro.

Sospechóse si seria la causa de esta variacion en el péndulo, la fuerza centrífuga engendrada necesariamente en virtud del rápido movimiento de rotacion de la tierra, que obra como es consiguiente en sentido opuesto á la pesantez y con tanta más intensidad cuanto mayor es la distancia al eje de rotacion, pero se encontró que esta influencia era mucho menor que lo que se habia creido, y lo que era necesario acortar la longitud del péndulo.

Newton, planteando el problema *á priori*, bajo el supuesto de ser fluida la tierra en un principio, halló por las leyes de la mecánica en virtud de las fuerzas que obran sobre su masa, supuesta homogénea, que no podia ser otra cosa sino que la tierra estuviese inflada hácia el ecuador ó deprimida hácia los polos, resultando la forma de un elipsóide de revolucion cuyo semieje menor ó línea de los polos, difiriese del radio del ecuador, en $\frac{1}{230}$ de la longitud total de esto último: resultado conforme con lo que se habia ya observado respecto de la luna y tambien con relacion á los planetas, caya diferencia respectiva entre el eje de rotacion y el diámetro de su ecuador, es tanto más considerable dando mayor depresion, cuanto el mo-

vimiento de rotacion al rededor de aquel eje es en ellos más acelerado. Para Júpiter es $\frac{1}{13}$ y para Saturno $\frac{1}{14}$.

A partir de esta base puramente teórica, tres métodos esencialmente distintos han sido empleados para verificar y determinar la curvatura verdadera de la tierra. El primero, por la medida directa de diferentes arcos, correspondientes á líneas trazadas en su superficie y por el conocimiento de la amplitud de sus grados; segundo, por las observaciones del péndulo, comparando su longitud diferente para que oscile segundos en cada uno de los diversos parajes de la tierra; y tercero, por lo que se llama las desigualdades lunares, ó perturbaciones observadas en el movimiento de la luna en longitud y latitud, siendo de notar que todos estos tres métodos han producido resultados, si no iguales, á lo menos análogos.

Entre estas tres maneras de determinacion de la curvatura de la tierra, la tercera es la que ofrece más confianza en razon de entrar en las otras dos como causa de error y no como dato, las variaciones parciales de densidad en las capas de la tierra, como haremos notar más adelante.

Esplanaremos estas ideas; bajo el supuesto de que la tierra fuera un elipsóide de revolucion tal como el hallado por Newton, deberá verificarse que la magnitud de los grados terrestres no será la misma para toda la estension de un meridiano, debiendo por el contrario ser cada vez mayores en estension, segun se avance hácia los polos partiendo desde el ecuador.

En efecto, supongamos (figura 8) que $P\ P'$ sea la línea de los polos y $P\ E\ P'$ la semielipse generadora del elipsóide de revolucion que constituye la superficie terrestre, y que representa al mismo tiempo uno de sus meridianos. Si las verticales que pasan por los puntos de este meridiano, tales como las $P\ O$, $E\ O$, $S'O$, etc., pasasen todas por el centro O del elipsóide, se verificaria lo contrario de lo que hemos enunciado, pues como demuestra la figura, la magnitud de los grados iria creciendo desde los polos al ecuador. Pero esto no puede suceder, puesto que la vertical ó línea á plomo perteneciente á un punto cualquiera de la superficie de la tierra, es la normal en aquel punto á su curvatura, y por consiguiente perpendicular á todas las líneas de su horizonte. Siendo variable la curvatura de la elipse y diferente en todos sus puntos, las normales á la curva meridiana $E\ R\ P$, lejos de ir á parar todas al centro O de la tierra, se cortarán dos á dos en puntos muy diferentes, si bien todos pertenecientes á un mismo plano.

Así es, que las verticales $r\ r''$ y $r'\ r''$ pertenecientes al arco $r\ r'$ próximo al ecuado $E\ E'$, se cortarán en r'', al paso que las $R\ R'$ y $P\ R'$, se cortan en R'. Ahora bien, si suponemos que los ángulos tanto el $R\ R'\ P$ como el $r\ r''\ r'$ son iguales, esto es, cada uno de 10°, se verificará necesariamente que los arcos $r'\ r$ y $R\ P$, serán desiguales como interceptados por líneas de igual abertura á diferentes distancias de sus puntos de interseccion r'' y R', siendo el $r'\ r$ el menor en razon de su mayor proximidad á su centro

de curvatura. Queda, pues, demostrado, que bajo el anterior supuesto de ser elípticos los meridianos terrestes, la magnitud absoluta de un grado debe aumentar sucesivamente á partir del ecuador, sitio de su mayor curvatura conforme se aproxima á los polos.

Esta propiedad de la elipse, general á todas las líneas de curvatura variable, nos proporciona el medio de verificar ó más bien de describir la figura de la tierra por medio de medidas efectuadas directamente sobre su superficie.

En efecto, si bajo la anterior hipótesis suponemos trazado sobre la tierra el meridiano *P R E* y trasladándonos al polo *P* primero, y despues al punto *R*, medimos la direccion del hilo á plomo en cada uno de los puntos espresados, ó lo que es lo mismo, si determinamos el ángulo que forma aquella direccion con el horizonte, es evidente que nos será conocido el punto *R'* de mútuo encuentro de estos radios, siéndonos por lo tanto conocida en grados la amplitud del arco *P R*; si medimos, pues, materialmente el arco espresado, supuesto de 10°, y dividimos por 10 el número de metros que resulta de la medicion, obtendremos indudablemente la magnitud real de un grado terrestre tomado en la inmediacion del polo. Si operamos del mismo modo con respecto al arco *r r'* inmediato al ecuador, nos resultará tambien el valor del grado en esta otra parte de la tierra. Si comparamos estos dos valores numéricos, es evidente que si fuesen iguales, la tierra seria

esférica; si desiguales, siendo mayor el grado en r que en R, que la tierra era un elipsóide aplanado hácia el ecuador; pero nada de esto se verifica, pues conforme en un todo el resultado práctico con la teoría de Newton, siempre ha sucedido, que las magnitudes halladas para los grados próximos al ecuador, son menores que las pertenecientes á los que se acercan á los polos, quedando verificada, por consiguiente, la asercion del achatamiento de la tierra hácia los estremos de su eje de rotacion.

Un resultado análogo se ha obtenido por medio del péndulo, como hemos indicado, y lo mismo se ha verificado astronómicamente, recurriendo á las perturbaciones del movimiento de la luna.

Nos detenemos un poco sobre el problema de la figura de la tierra, no solo por convenir así á nuestro propósito primero, sino tambien porque los esfuerzos hechos para su resolucion han sido grandes en todos los tiempos, trayendo en pos de sí notables adelantos para las ciencias y su aplicacion á las artes. El empleo de los métodos indicados ha conducido, en efecto, por caminos sorprendentes á la perfeccion de los instrumentos de medida de toda especie; ha dado lugar á perfeccionar en astronomía la teoría de los movimientos de la luna, y en mecánica la del péndulo oscilatorio en un medio resistente, pudiendo decirse tambien, que han obligado estas investigaciones á abrir nuevas vías á los cálculos y al análisis.

Hemos marchado hasta aquí bajo el supuesto de que la tierra era un elipsóide de revolucion, pero se comprende bien que para que esto se verificase, era preciso que la magnitud para un grado de meridiano tomada á la misma latitud, fuese la misma para todos, puesto que los meridianos no son otra cosa que las diferentes posiciones que tomaria la elipse generadora al rededor del eje de rotacion; debiéndose verificar al mismo tiempo que la magnitud de los grados de un mismo paralelo fuesen tambien iguales entre sí.

Sin embargo, la multitud de medidas de este género que se han llegado á realizar, si bien siempre han puesto de manifiesto la ley de decrecimiento de los grados, nunca han llegado á coincidir, habiendo resultado diferentes á distintas longitudes, ó lo que es lo mismo, al cambiar de meridiano, si bien estas diferencias afortunadamente, y como podia preverse por las consideraciones teóricas de Newton, no son muy considerables.

La tierra no es, pues, hablando con exactitud, un elipsóide de revolucion, aunque su figura se aproxima bastante á esta superficie: es sí realmente un esferóide ó sea una masa redonda más ó menos irregular en su forma, segun parajes determinados, pero siempre marcadamente achatada hácia los polos.

El admitir esta complicacion en la superficie de la

tierra, envuelve desde luego cierta resistencia, considerando la sencillez con que obra siempre la naturaleza y que es el sello de todos sus actos. Pero la sencillez de la naturaleza no debe ser medida siempre por la facilidad en nuestras concepciones. Infinitamente variada en sus efectos, la naturaleza no es simple sino en sus causas, y su economía consiste en producir un gran número de fenómenos, frecuentemente muy complicados, por medio de un pequeño número de leyes generales. La superficie real de la tierra es uno de los resultados de estas leyes, que modificados por mil circunstancias, pueden separarla sensiblemente de las superficies rigurosamente geométricas. En una palabra, nuestra geometría convencional ó abstracta, no es, como hemos dicho ya en otro lugar, la geometría de la naturaleza.

Cuando consideremos la tierra como una esfera, todas las normales á un meridiano terrestre, ó sean las verticales ó líneas á plomo que pasen por los puntos de esta curva, están en el mismo plano y van á parar al mismo centro. Bajo el supuesto de ser un elipsóide de revolucion, las normales referidas tienen dos á dos diferente centro consideradas inmediatamente próximas, pero sin salir del mismo plano meridiano, en el cual están todas comprendidas; pero no sucede lo mismo cuando dando un paso más, consideremos la tierra como un esferóide de curvatura variable en todos sus puntos, pues entonces las normales de

todos ellos estarán en una especie de desórden, no solo sin tener centro fijo á donde dirigirse, pero ni aun existiendo en un mismo plano sino dos á dos, y esto bajo el supuesto de estar sus puntos de partida infinitamente próximos.

Siguese de aqui necesariamente que el plano general que hemos llamado meridiano y que debia pasar por la línea de los polos de la tierra y la vertical del lugar, no existe en semejante ruperficie, puesto que la vertical espresada estará por lo regular en un plano diferente que el eje referido, y no llegará á cortarlo en parte alguna, no siendo, por lo tanto, posible sujetarlo á la condicion precedente.

Hácese, pues, preciso desterrar la denominacion de plano meridiano para designar con propiedad la curva contínua que constituye lo que llamamos un meridiano terrestre, en el caso de que consideremos la tierra como una superficie que no sea de revolucion, y sí de otra especie; un esferóide, por ejemplo.

Es, pues, natural el preguntar qué debemos entender por longitud y latitud de un lugar, desde el momento que consideramos la tierra como una superficie que no es exactamente de revolucion.

Definida la latitud de un lugar, diciendo que es igual á la altura angular del polo sobre el horizonte del mismo, tendremos un enunciado independiente de la figura de la

tierra; del mismo modo, diremos que por longitud se entiende, el ángulo comprendido entre el plano meridiano del lugar que se considere y el plano meridiano particular, tomado como origen de las longitudes.

La curva meridiana, ó *la meridiana terrestre*, será, pues, una cosa muy diferente del plano meridiano ó del meridiano de un lugar determinado, debiendo contener aquella todos los puntos de la tierra que tengan una misma longitud, ó lo que es lo mismo, aquellos cuyos planos meridianos particulares formen el mismo ángulo con el plano meridiano, particular tambien, del punto fijo de partida.

Ecuador terrestre será la línea trazada sobre la superficie de la tierra que pase por los puntos cuya latitud sea cero.

Los paralelos terrestres serán las líneas que pasen por todos los puntos cuya latitud sea la misma.

Siendo, finalmente, los polos de la tierra los dos puntos cuya latitud es de 90 grados.

Como el plano meridiano del punto, á partir del cual han de empezarse á contar las longitudes, es precisamente invariable una vez establecido, se sigue que los planos meridianos correspondientes á los diferentes puntos de la meridiana terrestre han de ser todos paralelos entre sí, pues de otro modo no podrian formar con él el mismo ángulo, ni por consiguiente dar la misma longitud para los puntos de la tierra á que se refieren.

Si queremos, pues, determinar en la superficie terrestre la curva meridiana que comprenda á un punto determinado, deberemos empezar hallando el plano meridiano de este punto y el ángulo que forma con el meridiano fijo de partida, ó lo que es lo mismo, su longitud, pasando despues á investigar los demás puntos de la tierra en que se verifique que las verticales correspondientes sean paralelas á este plano, pues los planos meridianos que determinen lo serán tambien, marcando, por consiguiente, la série de puntos en los que la longitud es la misma.

Como el plano meridiano perteneciente á un punto de la tierra coincide con el meridiano celeste para el mismo, podemos decir que la meridiana terrestre está formada por los pies de todas las verticales paralelas á un meridiano celeste; y como los puntos de este meridiano están situados á una distancia infinita de la tierra, podemos considerar que todas estas verticales paralelas tienen su cénit en dicho meridiano, pudiendo definir tambien la curva meridiana terrestre, diciendo que está formada por la union de los pies de las verticales terrestres cuyo cénit se encuentra en la circunferencia de un mismo meridiano celeste, cuya definicion será la más general, puesto que la referida curva meridiana se hallará toda entera en este mismo plano cuando se considere la tierra como un sólido de revolucion, separándose más ó menos del plano referido en cualquier otro caso, viniendo en consecuencia á formar una línea de doble curvatura.

Los raciocinios que acabamos de hacer, están consignados gráficamente en la figura 9.

Supongamos que la curva irregular $B'\ P'\ E'$, sea la interseccion del esferóide terrestre con un plano vertical $B\ E$. Valiéndonos del método general de proyeccion para las superficies irregulares por medio de sus secciones horizontales, supondremos establecida la proyeccion horizontal de un hemisferio terrestre segun espresa la figura.

Sea $B\ E$ el plano meridiano correspondiente al punto de la tierra, ó bien el plano que pasa por la vertical en B y el polo del mundo, y tomemos este meridiano como de partida para contar las longitudes de los demás puntos de la superficie. Sea A otro punto elegido, y $A\ E''$ su meridiano correspondiente y tendremos, que el ángulo $B\ P\ A$ espresará la diferencia de longitud entre los puntos B y A.

Ahora bien, si queremos trazar la curva meridiana que pase por el punto A, deberemos hallar todos los puntos de la tierra en los que se verifique, que la longitud con respecto al B, sea la misma que la del A.

Para esto, notaremos que el punto A está situado sobre la seccion horizontal (2—2), y por consiguiente que la tangente $A\ C$, es una línea de su horizonte, debiéndose proyectar su vertical segun la traza del plano normal $A\ E''$.

Si suponemos pues, un cilindro circunscrito al esferóide terrestre, cuyas generatrices sean horizontales y paralelas á la $A\ C$, estas estarán proyectadas en las líneas tales

como la *R r*, tangentes á sus secciones respectivas, verificándose precisamente, que las verticales como las *R R'*, existirán en planos paralelos al *A E''*, siendo igual por consiguiente la *longitud* para todos estos puntos, puesto que los ángulos tales como *B P A*, *B R' R* son todos iguales.

Si miramos ahora la recta *A E''* como la proyeccion del meridiano celeste que pasa por el cénit del punto *A*, las verticales, como *R* por ejemplo, le son paralelas, yendo á encontrar al infinito al espresado meridiano, resultando formada la curva meridiana terrestre por la linea *M P M'* que une los pies de todas las verticales en las que concurre la precedente circunstancia.

Se vé evidentemente, que la curva *M P M'* es de doble curvatura, puesto que cada uno de sus elementos está en un plano distinto, y se concibe bien que esta curva resultaria plana si la superficie supuesta un esferóide, hubiese sido de revolucion, pues entonces todos los puntos de tangencia, tales como los *M*, *R* y *A*, estarian proyectados en una misma línea recta, en razon de que todas las secciones horizontales serian círculos concéntricos.

Los dos planos estremos tangentes al esferóide, y perpendiculares á la direccion del eje del mundo, nos darian en sus puntos de contacto con la superficie, los dos polos de la tierra, pues su latitud ó ángulo del horizonte con el polo seria de 90°, y por consiguiente, quedará determinado su eje natural de rotacion.

Un cilindro circunscrito á la misma superficie y cuyas generatrices fuesen paralelas á este eje, nos daria en su línea de contacto la curva del ecuador terrestre, puesto que entonces la latitud es cero para estos puntos; curva que segun se comprende, seria tambien de doble curvatura, pues estaria en el mismo caso que las curvas meridianas halladas, con solo suponer hecha la proyeccion del esferóide por medio de secciones paralelas al eje de la tierra ó línea de los polos, en vez de suponerlas perpendiculares á él, como en la figura precedente.

Efectuada esta segunda proyeccion, se concibe desde luego, que de la misma manera podríamos determinar un paralelo de la superficie que pasase por un punto dado, ó bien la curva segun la cual se verificase que todos los puntos tenian igual latitud, pues estaria dada por la curva de contacto con el esferóide de la superficie cónica, cuyas generatrices formasen con el eje un ángulo igual á la latitud del punto designado, produciendo en consecuencia un paralelo tambien de doble curvatura.

Sin duda que nos hemos remontado demasiado, invadiendo el terreno de la alta geodésia, pero no creemos por esto haber hecho una cosa inútil, pues es el único camino para que lleguemos á formarnos una idea completa del asunto que nos ocupa.

Felizmente para la práctica, todos estos resultados, si bien perceptibles en las especulaciones teóricas y segun

ellas diferentes, se apartan en realidad tan poco los unos de los otros, que podemos prescindir sin inconvenientes de estas complicaciones.

El único hecho en efecto, que queda en pie cuando sea necesario proceder con toda precision en la práctica, es el achatamiento en los polos de la superficie terrestre, deducido como hemos visto de la comparacion de la magnitud de los grados terrestres, variable á diferentes latitudes. Esto solo puede conducir, sin embargo, á considerar la superficie de la tierra como un elipsóide de revolucion, engendrado por una elipse que gire al rededor de la línea de los polos, tomada esta como su eje menor. A lo más á que puede llevarse la cavilosidad, es á sustituir en cada parage de la tierra, á una cierta estension de su verdadera superficie, un elipsóide particular que se aproxime á ella todo lo que deseemos, esto es, á determinar el elipsóide osculador en aquella parte, una vez conocida su verdadera curvatura en dos sentidos principales, por medio de mediciones reales efectuadas sobre ella.

El achatamiento mismo de la tierra, ó la diferencia entre su eje y el diámetro del ecuador, es en sí tambien tan poco considerable con relacion á la longitud del radio terrestre, como veremos bien pronto, que puede mirarse sin inconveniente su superficie en la mayor parte de los casos, como completamente esférica prescindiendo de aquella circunstancia, á la manera como hemos dejado á un lado las desigualdades que producen las montañas sobre la superfi-

cie terrestre, al tratar de su figura general, por su insignificancia relativa comparada con el radio.

Aun hay más, para poder apreciar en su justo valor práctico las teorías desenvueltas. Hemos dicho que la idea de considerar la tierra como un esferóide, ha nacido de no haberse encontrado igual en todos los meridianos la magnitud de los grados para una misma latitud, deduciéndose de aquí, que las elipses meridianas tenian por lo menos ejes diferentes, y que por lo tanto no pertenecian al mismo elipsóide de revolucion ni acaso á superficie regular alguna; pero si consideramos que la base de estas operaciones siempre parciales, ha sido el péndulo, ya oscilando para hallar la amplitud de sus oscilaciones y deducir el decrecimiento de atraccion hácia el ecuador, ó ya quieto ó inmóvil para medir el ángulo de las verticales al estremo de un arco, para determinar el número de sus grados; y reflexionamos sobre la grande influencia que tienen sobre este instrumento los cambios accidentales, nacidos de la diferente estructura y densidad de las capas terrestres, deduciremos que si eran ya pequeños los resultados de diferencia, por la comparacion de las medidas de los grados, tales como habian resultado en las diversas localidades aisladas, cuánto más lo serán ahora, añadidas estas causas de incertidumbre en las operaciones.

En efecto, si suponemos (figura 10) que un arco que tratemos de medir está trazado de modo que uno de sus estremos (a) se apoya en una llanura, y el otro (a') se apro-

xima á una cadena de montañas, el hilo á plomo en (*a*) tomará la posicion verdadera, al paso que en el otro estremo en (*A*) no será la exacta (*a'*), pues influirá sobre ella, desviándole hasta (*A*), de su verdadera direccion, la masa que tiene contigua.

Doble error resultará, si la montaña está intermedia ó bien si hay una á cada estremo.

Y no quiera decirse que esto puede evitarse, puesto que podemos alejarnos de estos parages, porque no es esto razon bastante concluyente: la diversa densidad de las capas terrestres puede producir los mismos resultados, aun supuesta su superficie unida y sin montañas, como indica la figura 11.

Idéntica conclusion deduciremos aun, bajo el supuesto de que tomásemos al efecto la superficie de los mares. Por las mismas causas enunciadas se concibe desde luego, que las aguas atraidas desigualmente, formarán en virtud de su movilidad, elevaciones y depresiones, manteniendo su superficie perpendicular en cada punto á las desviaciones que tomaria el hilo á plomo por lo dicho anteriormente.

Estos errores parciales, si bien son bastantes y como tal están aducidos, para tener cada vez en menos la deduccion de la esferoicidad de la tierra, no tienen sin embargo influencia real sobre el resultado general obtenido en su achatamiento; pues si bien es cierto que pueden modificar en algo los resultados parciales, no así la ley general de decrecimiento de los grados, que siempre se verifica, ade-

más de la comprobacion puramente astronómica que enunciamos, por las perturbaciones de los movimientos lunares y obtenida por Laplace.

Debemos, pues, mirar la tierra como de figura esférica en gran número de casos, y cuando más como un elipsóide de revolucion, cuyo eje menor coincida con la línea de los polos, idea en la que nos afirmaremos cuando hayamos comparado entre sí las dimensiones reales de nuestro globo, de las cuales vamos á ocuparnos, y mucho más aun, cuando descendamos á la investigacion del uso que es posible hacer y que se hace efectivamente en la práctica, y á lo que quedan reducidas en último término todas estas teorías, cuyo verdadero campo son las especulaciones científicas.

DIMENSIONES DE LA TIERRA.

Si consideramos la tierra como esférica, es evidente que medida realmente la estension de un arco de círculo máximo cuya amplitud fuese de 1°, determinada por la inclinacion del hilo á plomo ó las normales estremas; multiplicando por 360, número de grados de la circunferencia, la longitud en metros hallada, tendremos la estension total del espresado círculo máximo, pudiendo deducir desde luego la magnitud del diámetro, el radio, superficie, etc., etc., de la esfera de la tierra.

Bajo la hipótesis de ser la tierra un elipsóide de revolucion, todos los meridianos serán elipses iguales. La curvatura de una elipse, si bien es variable, decrece ó aumenta segun una ley fija y conocida; de manera que si hallamos la magnitud en metros de dos arcos de 1°, por ejemplo, situados en dos puntos dados de una curva de esta especie algo distantes, quedará determinada la elipse única á que corresponden, y por consiguiente el elipsóide de revolucion correspondiente. Bien se vé tambien que siendo iguales para un elipsóide de revolucion todas las elipses meridianas, no es indispensable que la medida de estos arcos sea tomada precisamente sobre una misma elipse, pudiéndose medirlos en cualquier parage de la superficie de la tierra por diferente que sea su longitud, pues con solo que nos sean conocidas sus latitudes, podremos hacer la comparacion de las curvaturas; procediendo de la misma manera que si perteneciesen los dos arcos á un mismo meridiano terrestre.

Sea, por ejemplo, el arco *A B* (figura 12, lámina 31) el que nos proponemos medir, supuesto de corta amplitud; en vista de lo poco que difiere la tierra de la forma esférica, podemos considerar que el arco referido corresponde á un círculo máximo, pues esto nos proporcionará el hallar, una vez medida la longitud de *A B*, la magnitud del grado correspondiente, dividiéndola por el número de los que abrace el arco, en razon de ser todos iguales bajo el anterior supuesto.

La determinacion del número de grados que comprende el arco *A B* medido, hemos dicho que depende de la observacion del ángulo que forman entre sí las dos verticales tiradas en *A* y *B* que son sus estremos. El ángulo referido puede hallarse con suma precision, pues siendo el *A O B*, es igual á la diferencia de los ángulos *Z O P* y *Z' O P*, que las verticales forman con el eje de la tierra. Estos ángulos son iguales á los *Z A P''* y *Z' B P'* que miden las distancias cenitales de los puntos *A* y *B*, ó bien los complementos de la altura sobre sus horizontes, del polo del mundo; luego el ángulo *A O B* buscado, es igual á la diferencia entre las latitudes de los dos puntos *A* y *B* estremos del arco que queremos medir.

Tampoco es indispensable, para ejecutar la medida del arco *A B*, el aplicar el metro en su direccion verdadera, ni tampoco en toda su longitud: basta medir una base *V V'* (figura 13) en el paraje que sea más conveniente, y á partir de ella, establecer una red de triángulos que atraviese el meridiano como demuestra la figura, midiendo exactamente todos sus ángulos desde los puntos sucesivos de estacion, y además el ángulo (α) que forma el arco *A B* de meridiano que queremos medir, con un lado *E V* de uno de los triángulos.

Conociendo en un triángulo la longitud de uno de sus lados y la magnitud en grados de sus ángulos contiguos, es sabido que el triángulo queda determinado.

En este caso se halla el primer triángulo *V V' A* y uno

despues de otro todos los demás, mirando como bases los lados tales como el *A V'*, cuyas magnitudes vayamos determinando sucesivamente.

Conocida así la red de triángulos, á partir de los datos tomados en el terreno, puesto que conocemos tambien el ángulo (α) que forma la direccion *A B* con el lado *E V*, podremos hasta trazarla, á partir del punto *A*, vértice del primer triángulo, hallando por medio del cálculo la longitud que tenga la línea *A B* entre los dos puntos determinados. Si las verticales en *A* y *B* forman entre sí un ángulo de 3°, por ejemplo, será la tercera parte de la magnitud encontrada para *A B* el valor de un grado en el paraje de la tierra á donde hayamos hecho las observaciones.

Bien se deja conocer que esta esplicacion no la hemos dado sino para hacer formar idea de la solucion que tiene este problema, y otros semejentes de medir geodésicamente las líneas sobre la superficie de la tierra.

Una vez hallada la magnitud del arco de un grado en dos parajes diferentes, y determinada en su virtud la elipse meridiana, se vé que la diferencia entre los dos semiejes dará la medida de lo que hemos llamado achatamiento de la tierra.

Uno de los primeros arcos continuos de meridiano que han sido medidos para llegar al objeto precedente, ha sido el comprendido entre el paralelo de Greenwich y la isla Formentera, pasando por Dunckerque, París y Barcelona, y cuya amplitud es de 12° próximamente, habiendo tenido

parte en la operacion los sábios astrónomos españoles, señores Chaix y Rodriguez.

Este gran arco basta por sí solo para indicar el crecimiento en magnitud de los grados terrestres hácia el polo, ó lo que es lo mismo, el achatamiento de la tierra. La tabla siguiente, en efecto, manifiesta los resultados que se encuentran cuando se le divide en seis porciones, hallando aisladamente la longitud del arco de un grado para cada una de ellas, segun hemos esplicado anteriormente, y en la cual hemos conservado la toesa como unidad de medida por haber esta servido para la medicion referida.

La relacion de la toesa y la vara, segun D. Jorge Juan, es de 3 : 7.

Nombre de las estaciones.	Latitud media.	Longitud del arco de un grado.
Formentera.	40° 0′ 49″	56.955t,38
Monjuich.	42° 17′ 19″	56.960 ,46
Carcasona..	44° 41′ 49″	56.977 ,36
Evaux.	47° 30′ 46″	57.069 ,31
Pantheon.	49° 56′ 28″	57.087 ,68
Dunkerque.	51° 15′ 25″	57.097 ,62
Greenwich. . . .		

Como era natural, debió pensarse en comprobar más directamente el achatamiento terrestre, hallando y com-

parando la magnitud de los grados más lejanos entre sí que pudieran medirse, eligiendo los cercanos al ecuador y los más próximos posible á los polos.

Dos espediciones de sábios partieron al efecto, una al Perú y otra á la Laponia, distinguiéndose en la primera los eminentes españoles D. Jorge Juan y D. Antonio de Ulloa.

La tabla siguiente presenta el resultado de estos trabajos, tomando para Francia y España la magnitud del grado en la latitud media del gran arco de Greenwich á Formentera, y conservando por igual razon la misma unidad de medida.

Nombre de las localidades.	Latitud media.	Longitud del arco de un grado.
Perú.	1° 31′ 1″	56.736^t,81
Francia y España. .	46° 8′ 6″	57.024,64
Laponia.	66° 20′ 10″	57.196,16

Determinando la elipse correspondiente á estos datos, por ejemplo, la de los arcos del Perú y Francia-España, se halla que su semieje mayor ó el radio del ecuador terrestre es de 3.271985^t,33 y que la diferencia entre este y el semieje menor, esto es, entre el radio del ecuador y el semieje de la tierra es de 10.631^t,14. De manera que la relacion que existe entre esta diferencia y el semieje mayor, relacion que es lo que se llama *achatamiento*, tiene por valor $\frac{1}{307,77}$.

Si tomamos ahora los otros dos arcos de un grado, el de Francia-España y el de Laponia, y operamos de la misma manera, hallaremos que el semieje mayor es de 3.271749^{t},24, y que la diferencia entre este y el semieje menor es de 10.236^{t},87 resultando en consecuencia un valor para el achatamiento igual á $\frac{1}{319,60}$.

Como se ve, esta segunda combinacion ya no dá el mismo resultado que la primera, y lo mismo ha sucedido siempre, cualesquiera que hayan sido los datos de que se haya partido. En efecto:

POR LA MEDIDA DIRECTA Ó GEODESICAMENTE.

Lo Comision francesa de pesas y medidas partió del achatamiento... . . . . $\frac{1}{334,29}$

Puissant, corrigiendo los cálculos de esta Comision, halló.. . . . . $\frac{1}{309,67}$

El mismo opina que el valor medio seria próximamente, segun todos los datos conocidos. .. . . $\frac{1}{305}$

Para la nueva carta de Francia se ha adoptado el.. $\frac{1}{308,64}$

Jefferson Cram, halló.. . . . . $\frac{1}{318}$

Bowdtch, en sus primeros cálculos encontró. . . $\frac{1}{312}$

Despues por otro método enteramente suyo.. . . $\frac{1}{310}$

Walbeck, halló en 1819.. . . . . $\frac{1}{302,78}$

Schmidt, en 1829.. . . . . $\frac{1}{297,48}$

Bessel, teniendo en cuenta las correcciones de Puissant y despues de haber comparado y calculado por los métodos más exactos *once* medidas de grados de las cuales *tres* en Europa, *una* en el Perú y *dos* en las Indias Orientales, ha hallado por resultado la relacion, que pasa por una de las más aproximadas. . . . . $\frac{1}{299,15}$

Comparando las medidas efectuadas para la nueva carta de la Rusia con las de otras partes resulta, segun el Coronel D. Celestino del Piélago. . . $\frac{1}{288}$

Los cálculos de Airy, establecidos en 1849, producen. . . . . $\frac{1}{299,33}$

Y últimamente los del Coronel de Ingenieros James, dan con los datos conocidos hasta 1863.. . . . $\frac{1}{294,36}$

POR MEDIO DEL PÉNDULO Ó FISICAMENTE.

Sabine, como resultado general de su gran espedicion (1822 á 1823) desde el ecuador hasta 80° de latitud Norte, dió. . . . . $\frac{1}{288,7}$

Freycinet. . . . . $\frac{1}{286,2}$

Forster. . . . . $\frac{1}{289,5}$

Duperrey. . . . . $\frac{1}{266,4}$

Lütke, en 1836 por once estaciones. . . . . $\frac{1}{269}$

Mathieu, por las observaciones entre Formentera y Dunkerque. . . . . $\frac{1}{298,3}$

Bert, por otras entre Formentera y la isla de Unst. $\frac{1}{304}$

Bowditch, por 44 observaciones del péndulo obtuvo primero.. . . . . $\frac{1}{297}$

y despues por la aplicacion del método debido á Boscovich. . . . . $\frac{1}{301}$

POR LAS DESIGUALDADES LUNARES Ó ASTRONOMICAMENTE.

Laplace obtuvo primero haciendo uso de las antiguas tablas de Bürg. . . . . $\frac{1}{304,5}$

Mas tarde teniendo en cuenta las observaciones y discusiones de Burckhardt y Bouvard. . . . . $\frac{1}{299,1}$

Bowditch, traductor de la *Mecánica celeste*, opina que se aproxima más á la verdad. . . . . $\frac{1}{301}$

Tomando, pues, el valor de Bessel $\frac{1}{299,15}$ como el más próximo al termino medio de estas fracciones, para designar el achatamiento de la superficie terrestre, y calculando por él las dimensiones de la tierra bajo el supuesto de ser un elipsóide de revolucion, resulta que:

	Metros.
El cuadrante ó cuarta parte de la elipse meridiana será de.	10.000.856
El semieje mayor de esta elipse ó lo que es lo mismo el radio del ecuador terrestre, será de..	6.377.398,1
El semieje menor ó bien el radio terrestre que va desde el centro al polo. . .	6.356.079,9
Siendo su diferencia de.	21.318,2

Al presente es ya fácil formarse idea de lo que es realmente el achatamiento de la superficie terrestre y de su pequeña influencia en la práctica: en efecto, si imaginamos construido un globo que represente exactamente la figura elipsoidal de la tierra y cuyo diámetro en el ecuador sea de un metro, el diámetro que vaya desde un polo al otro no deberá diferir del anterior sino en $\frac{1}{299}$ de metro, esto es, en un poco más de tres milímetros; deduciéndose de aquí que solo habrá milímetro y medio de diferencia entre el mayor y menor radio de la tierra, ó sean sus semiejes.

Y si esto es así respecto al achatamiento, júzguese cuál será la diferencia entre un elipsóide de revolucion y el esferóide de que antes hemos hecho mérito, tratándose en este caso, no ya del valor absoluto de las fracciones precedentes, sino de las diferencias respectivas.

Análogamente podemos formarnos idea de cuán poca es la diferencia que debe resultar, de considerar para la mayor parte de los casos prácticos, la figura de la tierra como realmente esférica, tomando como radio el término medio entre los dos semiejes elípticos espresados.

	Metros.
El valor del radio será entonces.	6.366739
El de la circunferencia.	40.003400
El cuadrante.	10.000850
El grado de.	111120,6
El minuto sexagesimal de.	1852
Y el segundo idem de.	30,87

Compréndese tambien fácilmente, sentados todos estos precedentes, cuán infundada ha sido la pretension de hacer adoptar la medida longitudinal llamada *metro* como base de un sistema general de medidas, bajo el supuesto de radicar esta dimension en la naturaleza, puesto que sabemos que el metro debia ser para esto la 10 millonésima parte exacta del cuadrante del meridiano terrestre, y hemos visto que no existen dos meridianos iguales, siendo diferentes todos los valores hallados para el achatamiento.

Por esta razon, es por la que el cuadrante de la elipse meridiana que hemos apuntado anteriormente difiere en 856 metros de los que debia tener en el anterior supuesto, porque la longitud asignada al metro, resultado de los datos que se tomaron, es menor de la que corresponde á este caso, pudiendo decirse lo mismo de todos los restantes.

El metro no es, pues, en la actualidad otra cosa que un tipo de medida como otro cualquiera, deducido con más ó menos trabajo y con más ó menos inconvenientes, habiendo fallado la base sobre que estribaba su importancia científica.

No hubiéramos dicho esto, sin embargo, si no cumpliese á nuestro propósito llamar nuevamente la atencion sobre la notable magnitud de nuestra antigua legua española, de 20.000 pies de Castilla, la cual, sus múltiplos y divisores, tienen una relacion evidente con las dimen-

siones terrestres, siendo admirable además la sencillez con que se presentan.

En efecto, dijimos que la idea de suponer la tierra como un esferóide, debia dejarse solo para las altas especulaciones científicas, pudiendo decirse lo mismo respecto del elipsóide osculador determinado para un paraje de la tierra, debiéndose solo llevar la aproximacion en la práctica á considerarla como un elipsóide de revolucion, en los casos de desear una precision grande en los resultados, y esférica en todos los demás.

La conveniencia exige, y el uso, como no podia menos de ser, ha consagrado el enunciar las dimensiones terrestres en grados, minutos y segundos, sobreentendiéndose para estos, magnitudes determinadas. Si suponemos la tierra como un esferóide, la dimension de sus grados es diferente, ó más bien es indeterminada. Si la miramos como un elipsóide, la magnitud del grado es de todo punto variable. Si consideramos la tierra como un elipsóide de revolucion, la longitud de los grados será distinta entre sí en el sentido de un meridiano, por ser estos elípticos, siendo análoga en todos ellos, y solo será fija y determinada para el ecuador por ser un círculo exacto en virtud de la generacion supuesta á la superficie: y si miramos finalmente la tierra como esférica, la magnitud de sus grados será constante, tanto en sentido de los meridianos como del ecuador, pues todos estos círculos serán iguales entre sí, como círculos máximos de la esfera, que-

dando solo la diferencia de magnitud de los grados para los distintos paralelos, como sucede en toda superficie de revolucion, puesto que dividiéndose toda circunferencia en el mismo número de grados, estos deberán ser tanto menores en estension, cuanto menor sea el desarrollo de los círculos á que pertenezcan.

Como con respecto al globo terrestre, lo que más nos interesa es la medida de las distancias en su superficie, y estas se espresan tan fácilmente en grados cuando la tierra es esférica, hé aquí por qué esta hipótesis es la más conveniente en la práctica para el mayor número de casos.

Aun considerada la tierra de otra figura, la tendencia general es designar desde luego la longitud del grado medio terrestre, lo cual no es más sino determinar el grado correspondiente á la esfera que mayor relacion tenga con la hipótesis de que se haya partido.

Por este motivo, el valor de 111120,6 metros, asignado precedentemente al grado de la esfera de radio medio entre los dos semiejes del elipsóide de revolucion, corresponde á lo que se llama grado medio terrestre.

Vemos, pues, que lo que se entiende en último resultado por grado terrestre, es la magnitud de un grado del ecuador ó $\frac{1}{360}$ de la longitud de esta circunferencia, siendo esta magnitud la unidad más á propósito para espresar las dimensiones terrestres, por ser la más fija, al mismo tiempo que es tambien la manera más general de darlas á conocer, sobre todo cuando la tierra se supone esférica.

Si la magnitud del grado medio es la unidad de medida más conveniente para espresar las dimensiones terrestres, se sigue que las medidas que tengan una relacion más sencilla con la indicada magnitud, serán las más á propósito para dar las referidas dimensiones.

La espresion del valor del grado terrestre por medio de metros, kilómetros ó miriámetros, no es sencilla ni conveniente; pues en metros resulta un número grande y por lo tanto complicado, como podemos ver por el valor del anteriormente apuntado; si es en kilómetros, es preciso despreciar 120 metros para espresar por un número largo tambien, pero en cifras redondas, la magnitud indicada; y si esto se hace en miriámetros, á pesar de que el número de 111 que resulta no es tan sencillo como debiera y puede ser, es preciso despreciar 1120 metros, cantidad sumamente considerable, como se comprende desde luego.

Tomando el elipsóide de revolucion cuyo achatamiento es el de Bessel ó $\frac{1}{299,15}$, el radio del ecuador, es en metros como hemos visto de. 6.377398,1
La circunferencia del mismo será. . . . 40.070373,3
Y el valor del grado. 111306,5

Ahora bien, si dividimos por 20 el valor del grado precedentemente encontrado, resultarán 5565,3 metros, que reducidos á pies de Castilla, nos darán 19973,5 pies, ó lo que es lo mismo, una legua española, con la diferencia de 26 pies 5 décimas: diferencia ya en sí bastante

pequeña tratándose de dimensiones tan grandes, y más aun si se considera que hemos partido para hallarla, de un término medio entre las fracciones de achatamiento conocidas, y que oscilando estas fracciones entre $\frac{1}{266}$ y $\frac{1}{318}$ podemos decir que existe un achatamiento no lejano al que hemos empleado, y por consiguiente muy admisible, para el cual esta diferencia se reduzca á cero.

Segun el Coronel D. Francisco Coello, en su *Reseña geográfica de España*, á partir de los datos más recientes y exactos en 1859, la legua precedente de $\frac{1}{20}$ de grado del ecuador, vale 5565,522 metros.

Si tomamos para el cálculo el achatamiento de James, la legua asciende á 5566,055, lo cual reduce ya á 24 pies la diferencia, que seria nula, supuesto el pie disminuido en la cantidad inapreciable de $\frac{1}{3}$ de milímetro.

Podemos, pues, establecer que el grado del ecuador vale 20 leguas españolas.

La sencillez de este número, y las relaciones con el tiempo que distinguen á esta unidad de medida, comprueban cuanto hemos dicho acerca de su escelencia para espresar las dimensiones terrestres.

Si se considera ahora que nuestra milla marina es la tercera parte de la legua ó de 60 al grado, igual á la veneciana y á la inglesa, se hallará otra nueva prueba de lo escrito, pues podremos decir que un minuto de grado equivale á una milla marina.

Si comparamos el valor del grado dado en leguas con el mismo valor en medidas métricas, la ventaja está desde luego por la legua española, aun teniendo en cuenta la diferencia encontrada, pues si contamos la estension del grado en kilómetros, habremos de despreciar 306,5 metros, cuando la máxima diferencia de 26,5 pies por legua encontrada solo produce 143. La comparacion en miriámetros es aun más concluyente.

Y no quiera decirse que esto proviene de no seguirse la division centesimal de los grados en la circunferencia, pues si bien es cierto que entonces el número de 100175,9 metros que resultaria para el valor del grado, se presta con suma sencillez á ser espresado en kilómetros ó miriámetros, tambien lo es que la legua española puede aun sostener la comparacion, puesto que resultarian 18 al grado bajo el tipo enunciado, además de que el punto de partida no es admisible, habiéndose abandonado la division centesimal espresada casi totalmente, en razon de no guardar relacion alguna con el modo general que se usa para medir el tiempo, cosa que es imposible variar ni sujetar á este sistema.

Podemos, pues, establecer con la mayor sencillez y precision las dimensiones probables del ecuador terrestre, y en consecuencia hacernos cargo con gran aproximacion de las demás magnitudes de la tierra, haciendo uso de las medidas de Castilla.

El círculo del ecuador contendrá .	48.000000 varas.
El grado valdrá.	20 leguas.
El minuto: $\frac{1}{3}$ de legua será de. . . .	1 milla.
El segundo de 111 pies ó de. . . .	37 varas.

Estas mismas dimensiones serán aplicables á todos los meridianos bajo la hipótesis de considerar como esférica la superficie de la tierra, quedándonos solo por determinar la magnitud de los grados pertenecientes á los paralelos, los cuales han de ir siendo cada vez menores en estension, á medida que se alejen del ecuador como pertenecientes á círculos sucesivamente de menos desarrollo, divididos siempre en el mismo número de grados.

Esta determinacion, la única que nos falta ya para completar las medidas referentes á la superficie terrestre, no ofrece tampoco dificultades.

Supongamos que el círculo *E P E'* (figura 14) represente la esfera terrestre, *E O E'* el ecuador, *O P* el eje y *p o' p'* un paralelo.

Sabemos que las circunferencias de círculo guardan entre sí la misma relacion que sus radios, luego la circunferencia del ecuador será á la de un paralelo *p p'* como el radio *E O* es al radio *P O'*, y como el radio es una parte alícuota homóloga, en toda circunferencia la magnitud del grado del ecuador será á la de un paralelo *P O'* como el radio *E O* es al *p o'*: si conocemos, pues, la relacion que hay entre las líneas *E O* y *p o'* nos será tambien cono-

cida la que existe entre la magnitud de los grados pertenecientes á las circunferencias que describen en la esfera, pudiendo, por consiguiente, representar gráficamente aquella relacion por los radios *E O* y *p o'*: pero estos radios no son otra cosa sino los cosenos del arco *E P* segun sus crecimientos sucesivos desde 0° á 90°, siendo este al mismo tiempo la espresion de la latitud, pódemos, pues, decir finalmente, que las magnitudes de los grados de los paralelos están dadas, por la relacion entre los cosenos de las latitudes á que pertenecen.

Si suponemos ahora, que la misma figura representa gráficamente las tablas trigonométricas, y atribuimos al radio *E O* ó lo que es lo mismo, al coseno de latitud *cero* el valor de 20 leguas ó 60 millas, que es el del grado en el ecuador, la magnitud del grado en el paralelo *p o'*, será la parte *S O* del radio equivalente al coseno de *E P*, latitud del espresado paralelo; la escala nos dará apreciada en leguas ó millas, la magnitud que buscamos. Si el arco *E P* fuese de 60°, el grado en *p o'* valdrá 10 leguas ó 30 millas por valer 10 la mitad supuesta de *E O*. Este procedimiento como se vé desde luego, será solo aproximado por la falta de exactitud que envuelve siempre toda construccion gráfica relativamente al cálculo numérico, pero puede llegarse al resultado con toda precision haciendo uso de las tablas trigonométricas.

De esta manera se ha calculado la siguiente tabla, en la cual están espresados los valores en estension de cada

grado de paralelo segun su latitud, ó lo que es lo mismo, el decrecimiento de los grados de longitud por cada grado de latitud, espresado aquel en millas de 60 al grado del ecuador.

TABLA.

Latitud. — Grados.	Grados de longitud. — Millas.	Latitud. — Grados.	Grados de longitud. — Millas.	Latitud. — Grados.	Grados de longitud. — Millas.
0	60,00				
1	59,99	31	51,43	61	29,09
2	59,96	32	50,88	62	28,17
3	59,92	33	50,32	63	27,24
4	59,85	34	49,74	64	26,30
5	59,77	35	49,15	65	25,36
6	59,67	36	48,54	66	24,41
7	59,56	37	47,92	67	23,44
8	59,42	38	47,28	68	22,48
9	59,26	39	46,63	69	21,50
10	59,09	40	45,97	70	20,52
11	58,89	41	45,28	71	19,53
12	58,69	42	44,59	72	18,54
13	58,46	43	43,88	73	17,54
14	58,22	44	43,16	74	16,54
15	57,95	45	42,43	75	15,53
16	57,67	46	41,68	76	14,52
17	57,38	47	40,92	77	13,50
18	57,06	48	40,15	78	12,48
19	56,73	49	39,36	79	11,45
20	56,38	50	38,57	80	10,42
21	56,02	51	37,76	81	9,38
22	55,63	52	36,96	82	8,35
23	55,23	53	36,11	83	7,32
24	54,81	54	35,27	84	6,28
25	54,38	55	34,41	85	5,23
26	53,93	56	33,55	86	4,18
27	53,46	57	32,68	87	3,14
28	52,96	58	31,79	88	2,09
29	52,47	59	30,90	89	1,05
30	51,96	60	30,00	90	0,00.

ZONAS TERRESTRES.

Tenemos ya una porcion de ideas y de datos que podemos utilizar, para llevar á cabo la construccion de las escalas de proyeccion de los globos y mapas, segun nos habíamos propuesto.

Antes de llegar, sin embargo, á tratar de este nuestro primordial objeto, vamos á recordar la division particular en *zonas* que se establece en los globos, independiente de la geométrica que hemos examinado, y que se consigna generalmente en todos ellos y en los mapas que abrazan grandes estensiones.

Clasificamos al principio los astros en dos grandes secciones: aquellas que parecen como incrustadas en la bóveda celeste por girar aparentemente al rededor del eje de la tierra con un movimiento uniforme, y que llamamos por esta razon estrellas fijas; formando la segunda los que ocupan sucesivamente distintas posiciones á través de las estrellas, y que designamos con el nombre de planetas, á cuya seccion corresponden tambien sus satélites y aun los cometas.

Esta segunda seccion, que para mayor facilidad en la esplicacion, se considera como independiente de la primera, es lo que llamamos nuestro sistema solar ó planetario.

Los planetas giran en efecto al rededor del sol, describiendo órbitas elípticas, de las cuales ocupa aquel uno de los focos.

La tierra es uno de estos planetas, que como todos ellos está animada de un movimiento de traslacion, independiente del de rotacion al rededor de su eje que ya conocemos.

La tierra, al describir su órbita elíptica al rededor del sol, conserva siempre el paralelismo de su eje particular de rotacion y se separa y se acerca alternativamente á este astro. En *T* (figura 15) está más próxima á él que en cualquiera otra posicion, puesto que este punto es el vértice de la elipse más cercano al foco *S* en que está el sol situado. Este punto *T*, se le llama *perihelio* de la tierra, llamándose *aphelio* el vértice *T'* opuesto.

La tierra tarda 365 dias y $\frac{1}{4}$ en recorrer su órbita, asi como tarda 24 horas en dar una vuelta completa al rededor de su eje: el plano en que esta curva se halla situada, se llama el plano de la *ecliptica*, el cual forma con el del ecuador un ángulo de 23° 28'.

Como el centro de la tierra es el que va describiendo su órbita, se sigue que el plano de la ecliptica pasa siempre por él, cualquiera que sea el punto á donde se encuentre la tierra, produciendo, por consiguiente, en el globo terrestre una interseccion *A B C D* (figura 16) cuyo ángulo con el ecuador *E E* será de los 23° 28' espresados, verificándose que cada uno de los puntos de esta interseccion

A B C D corresponderá con otros de la órbita efectiva y tambien con otros más lejanos que serán las estrellas ó constelaciones situadas en la interseccion del plano de la eclíptica con la esfera celeste, por estar estas tres curvas en el mismo plano.

Refiriéndonos, pues, por sencillez á la espresada interseccion *A B C D* del plano de la eclíptica con el globo de la tierra, observaremos que corta en dos puntos diametralmente opuestos *A* y *C* al ecuador terrestre; á estos puntos se les da el nombre de *equinoccios*. El punto *A* es el equinoccio *Primavera*, el opuesto *C* es el equinoccio de *Otoño*, puntos en que aparentemente el sol pasa del uno al otro hemisferio.

Los dos puntos *B* y *D*, situados en medio de cada una de las semicircunferencias *A B C* y *A D C* se llaman los *solsticios*: el primero, que corresponde al hemisferio Boreal, es el *solsticio de verano*; el segundo *D*, es el *solsticio de invierno*.

Además de los cuatro puntos *A*, *B*, *C* y *D* que dividen el plano de la eclíptica en cuatro cuadrantes principales, se han imaginado otros que con los anteriores dividen el círculo entero en doce partes iguales: estos puntos, que van á corresponder con sus homólogos en la esfera celeste, son los que llamamos *signos* de la ecliptica, sirviéndonos para designar el parage que ocupa la tierra segun el punto en que se halle de su órbita. La amplitud del arco que separa dos de estos signos es de 30°, conteniendo tres de ellos cada

cuadrante de la eclíptica. Estos signos han recibido nombres particulares segun las constelaciones situadas á su inmediacion. Estos nombres son ordenadamente, partiendo desde el equinoccio *A* de primavera y marchando hácia *B* á dar la vuelta, *Aries*, *Táuro*, *Géminis*, *Cáncer*, *Leo*, *Virgo*, *Libra*, *Escorpion*, *Sagitario*, *Capricornio*, *Aquario* y *Piscis*.

Hemos dicho que todos los planetas giran al rededor del sol formando un mismo sistema con la tierra, pero no por eso debemos creer que los planos de sus órbitas respectivas coinciden con el de la eclíptica. Sus ángulos, sin embargo, son tan pequeños, que si tomamos á un lado y otro de la eclíptica un arco de 8° formando una faja en la esfera de 16° de amplitud, en medio de la cual quede la eclíptica, estarán comprendidos en ella todos los desvíos de los planos de las órbitas planetarias. A esta zona, que tendrá la misma inclinacion con respecto al ecuador terrestre que tiene la eclíptica, se le ha dado el nombre de *Zodiaco*, y de aquí tambien el llamar signos del Zodiaco á los que antes hemos denominado signos de la eclíptica.

Ahora que hemos determinado lo que se entiende por plano de la eclíptica y su posicion respecto al ecuador, esplicaremos lo que se llaman *longitudes* y *latitudes celestes*.

Vimos en otro lugar, que la ascension recta y la declinacion de un astro determinaban con toda exactitud su posicion sobre la esfera celeste. Digimos que se contaban

las unas sobre el ecuador celeste á partir del punto *A* (figura 17) y las otras sobre un círculo máximo perpendicular al ecuador, que llamamos círculo de declinacion. Sin embargo, algunas veces los astrónomos fijan la posicion de los astros valiéndose de otras cantidades á las cuales han dado el nombre de longitudes y latitudes celestes, las cuales son círculos análogos á los anteriores, sin más diferencia que se refieren al plano de la eclíptica y á su polo particular, del mismo modo que aquellas se referian al ecuador celeste y al polo del mundo.

Sea *e* un astro cualquiera, *A B C D* la eclíptica, y *E A E* el ecuador: *A a* es la ascension recta, y *a e* la declinacion del astro. Si tiramos por el punto *e* el arco *e b* perpendicular á la eclíptica, el arco de eclíptica *A b*, comprendido entre el equinoccio de primavera *A* y el pie *b* del arco *e b*, es lo que se llama *longitud celeste* del astro *e*: el arco *e b*, se llama la *latitud celeste* del mismo astro. El conocimiento, pues, de la longitud y latitud celestes de un astro, envuelve evidentemente la manera de determinar su posicion en la esfera, con la misma exactitud que si se conociese su ascension recta y su declinacion. Lo que se efectua es un verdadero cambio de coordenadas para pasar de unos datos á otros.

Sin embargo, los datos de partida son siempre la ascension y la declinacion de los astros por la facilidad con que vimos eran obtenidos, partiendo de ellos para calcular su longitud y latitud. No hubiéramos, pues, hablado de esto,

á no ser por la necesidad de prevenir contra un error de inteligencia ó de lenguaje, poniendo en su lugar el significado de las palabras, y tambien, porque en muchos globos celestes están dadas las posiciones de los astros por sus longitudes y latitudes celestes, las cuales en ningun caso deben confundirse con las longitudes y latitudes geográficas, puesto que espresan una cosa tan diferente.

Los círculos máximos, tales como el *e b*, se llaman *círculos de latitud*. Todos estos círculos se cortan segun un diámetro perpendicular al plano de la ecliptica, al cual se le llama *eje de la ecliptica*. Sus dos estremos, tal como el *K*, se llaman los *polos de la ecliptica*. En las cartas celestes se suele indicar el lugar que ocupan entre las constelaciones los polos referidos de la ecliptica, aun cuando la posicion de los astros no esté dada por sus longitudes y latitudes.

Moviéndose la tierra en el espacio al mismo tiempo que gira sobre sí misma, el eje al rededor del cual efectúa su movimiento de rotacion, ha de cambiar de lugar necesariamente. Sin embargo, como este eje y el plano del ecuador que le es perpendicular, conservan constantemente la misma posicion con respecto á las estrellas durante todo el curso del año, se debe concluir que sus direcciones no cambian de modo alguno, esto es, que el eje de rotacion de la tierra se mueve paralelamente á sí mismo, mientras que el centro describe su órbita elíptica al rededor del sol.

Es, pues, fácil el darse cuenta de las posiciones que la tierra toma sucesivamente al rededor del sol en el espacio de un año, lo que envuelve la manera de producirse las estaciones y la de sucederse los dias y las noches, ó su duracion respectiva.

Suponiendo la tierra (figura 18) en una posicion tal como *T*, su eje de rotacion *P Q* formará un ángulo de 23° 28′ con la perpendicular *T K* al plano de la ecliptica. El plano *E E* de su ecuador corta al plano de la ecliptica, segun una recta *T A* que es la línea de los equinoccios. Mientras que el centro *T* de la tierra recorre la curva *T T′ T″* que en la figura está representada en perspectiva, su eje *P Q* toma sucesivamente las posiciones *P′ Q′*, *P″ Q″*, *P‴ Q‴* manteniéndose paralelamente á sí mismo; y la línea de los equinoccios *T A* se traslada al mismo tiempo á *T′ A′*, *T″ A″*, *T‴ A‴* sin cambiar tampoco de direccion. En un punto dado de la órbita, cualquiera que sea, y en un momento dado, el sol alumbra y calienta la mitad de la superficie de la tierra que está vuelta hácia él, y el movimiento de rotacion de la tierra sobre sí misma, le presenta en cada dia sucesivamente la casi totalidad de la superficie del globo para que participe de esta influencia benéfica. Mas en razon de la oblicuidad del eje *P Q*, cuando el uno de los polos está vuelto hácia el lado del sol, el otro se presenta hácia la parte opuesta; resultando de aquí que las regiones que se aproximan á estos dos polos permanecen cierto tiempo la una en la parte iluminada por el

sol y la otra en la sombra, hallándose á la vez en la posicion conveniente para recibir los rayos solares.

Cuando la línea de los equinoccios $T\,A$ toma la posicion $T''\,A'$ que pasa por el centro del sol en S, la tierra estará en el equinoccio de primavera. Cuando la tierra haya rebasado esta posicion para colocarse en T'', el polo Boreal P'' estará vuelto hácia el sol. Este polo recibirá los rayos solares hasta tanto que la tierra no llegue al punto T''', en el cual se verifica que la línea de los equinoccios $T'''\,A'''$ se dirige sucesivamente hácia el sol S: en esta nueva posicion, la tierra se encuentra en el equinoccio de otoño.

Continuando la tierra su movimiento, el polo Boreal deja de estar alumbrado, y el polo Austral recibe luz á su vez hasta que la tierra vuelve á T', esto es, al punto á donde empieza la primavera siguiente. Compréndese, pues, fácilmente, cómo la porcion del hemisferio Boreal de la tierra que queda iluminada durante el transcurso de un dia, aumenta constantemente en estension desde el equinoccio de primavera hasta el solsticio de verano, disminuyendo en seguida progresivamente desde este solsticio hasta el equinoccio de otroño: verificándose una cosa enteramente análoga con las regiones próximas al polo Austral de la tierra, como que se encuentran en circunstancias idénticas, á partir en el movimiento de la tierra, desde el equinoccio de otoño hasta llegar al de primavera, pasando por el solsticio de invierno.

De las consideraciones que preceden, resulta naturalmente la division en zonas de la esfera terrestre, como anunciamos precedentemente.

En efecto, suponiendo la tierra situada (figura 19) en uno de los solsticios, se verificará en razon de la oblicuidad del eje de la tierra con respecto á la ecliptica, y de la posicion del sol, que si trazamos sobre cada hemisferio un plano á 23° 28′ del ecuador, se tendrán los límites de una zona, en la cual se hallarán comprendidos todos los puntos del globo, que en ciertas épocas del año reciben perpendicularmente los rayos solares. Estos paralelos llevan el nombre de *trópicos*, siendo el *trópico de Cáncer* el situado en el hemisferio Boreal, y el *trópico de Capricornio* el relativo al hemisferio Austral.

Otra de las consecuencias de la oblicuidad de la eclíptica, será que en el solsticio de verano, por ejemplo, no habrá noche para todas las regiones que rodean el polo Norte en la misma estension de 23° 28′, mientras que por el contrario, no habrá dia para las regiones análogas del polo Sur en la estension referida. La inversa tendrá lugar con relacion al solsticio de invierno.

Los dos círculos trazados á 23° 28′ de cada polo paralelamente al ecuador, se llaman *círculo polar Artico* y *círculo polar Antártico*.

La superficie de la tierra, queda, pues, dividida por todos estos círculos en diferentes zonas ó regiones, á saber:

1.° La *region intertropical* ó *zona tórrida*, comprendida

entre los trópicos, y dividida en dos partes iguales por la *línea equinoccial.*

2.° Las *regiones templadas*, que se estienden desde un trópico al círculo polar del hemisferio correspondiente, y

3.° Las *regiones glaciales*, limitadas por los círculos polares Artico y Antártico.

Como se ve desde luego, ninguno de estos círculos límites de las zonas precedentes, á escepcion de la línea equinoccial, coincide con la division en grados de los meridianos, ó lo que es lo mismo, con los paralelos trazados á iguales distancias en el globo, ó con la misma diferencia de latitud tomada en grados exactos, en razon de la fraccion de 28′ que envuelve el ángulo de la ecliptica con el ecuador. Aparecen, pues, estas líneas divisorias entre los paralelos sin confundirse con ellos, formando por sí una separacion de las partes de la superficie esencialmente distinta.

Nos hemos referido constantemente, en lo que respecta á la division precedente al globo de la tierra; sin embargo, esta division se suele hacer tambien en los globos celestes, pues en realidad la ecliptica y los trópicos se refieren á la esfera celeste, no apareciendo en la terrestre sino las intersecciones de los planos referidos.

Los círculos espresados no solo se trazan en los globos materiales, sino que se trasladan tambien al lugar correspondiente de las cartas que los representan, lo mismo que los meridianos y paralelos, formando, por la tan-

to, parte integrante de las escalas de proyeccion de las cartas, bajo cuyo punto de vista únicamente hemos considerado esta nueva especie de líneas.

Obtenidos ya los datos necesarios, pasemos á la solucion geométrica del problema de proyeccion gráfica del globo, que es realmente el objeto que nos ocupa.

PROYECCION GRAFICA DE LOS GLOBOS Y MAPAS.

Cuando hicimos la descripcion de la esfera, vimos el modo práctico de trazar en un globo material los meridianos y paralelos, los cuales, formando con sus mútuas intersecciones, una especie de cuadrícula *graduada*, nos proporcionaban los medios de situar los puntos terrestres en su posicion respectiva, haciendo lás veces, esta red de líneas, de una verdadera escala.

Tambien digimos en otro lugar, que si bien los globos materiales satisfacian cumplidamente al objeto general de la descripcion del mundo, tanto geográfica como astronómicamente considerado, no era posible su uso en la práctica, no solo por la gran magnitud del radio que seria indispensable adoptar en la mayoría de los casos, sino porque haciéndose las más veces descripciones parciales, seria inútil el resto de tan embarazoso volúmen.

Nace, pues, de estas razones capitales y de otras muchas de no menos impartancia que pudiéramos aducir, la conveniencia ó más bien la necesidad imprescindible, de representar la esfera celeste y el globo terráqueo en hojas de papel, que se presten á todos los usos y aplicaciones, y que llamamos *mapas* geográficos y *cartas* celestes y marinas.

Pero la superficie esférica no se presta al desarrollo, esto es, á ser estendida sobre un plano, sin que resulten dobleces ó aberturas: todos tenemos la prueba en las formas que toma la cáscara de una naranja, dividida en hemisferios ó cortada en sentido de sus meridianos ó de otro modo cualquiera. No es posible, por lo tanto, suponer estendida geométricamente la superficie del globo sobre una hoja de papel, creciendo en inconvenientes esta forma de espresion, cuanto mayor es la porcion de que se trate.

Sin embargo, los meridianos y paralelos, como líneas que son, no están en este caso; esto es, pueden ser

desarrollados en un plano; pero como nada pueden espresar aisladamente, y es preciso combinarlos cerrando superficies entre sus mútuas intersecciones, se sigue que aquellas deben quedar desfiguradas, y más ó menos distantes de su estension real, siendo mayores ó menores que las efectivas, segun las circunstancias particulares en que estén colocadas.

Síguese de todo esto, que fuera del caso en que solo consideremos partes de la superficie del globo inferiores en superficie á la estension de un grado, segun vimos al principio, nos es necesario contentarnos con imágenes tanto menos exactas cuanto mayores sean los espacios que se comprendan en las proyecciones.

Privada de la facultad de desarrollar, la geometría no tiene más recursos para establecer las referidas imágenes sobre un plano, que determinar la perspectiva de la red de meridianos y paralelos que las envuelven, ó bien la proyeccion orthogonal de estas líneas, ó reemplazar las zonas no desarrollables de la esfera por otras aproximadas que gocen de esta propiedad, ó recurrir á medios de espresion puramente convencionales.

Los meridianos y paralelos, como líneas circulares que son, solo reconocen por medida comun el *grado*, el cual es variable en magnitud lineal segun el radio del círculo á que pertenezca; la escala, pues, que puede espresar las dimensiones de estas líneas, será únicamente la *graduacion* de las mismas, así como será preciso apelar al

mismo sistema de espresion y de medida, dentro de los espacios cuadriculados que las intersecciones comprendan, cual si representasen ejes coordenados.

La combinacion de estas líneas, forma, pues, verdaderas escalas de proyeccion, como hemos enunciado desde luego.

Nada puede proporcionarnos idea más clara de estas deformaciones que la figura 20 lámina 32, la cual espresa la descomposicion en usos esféricos que se hace de la superficie total de la esfera, para cubrir, contando con la dilatacion del papel, los globos artificiales; en ella se presentan desarrollados el ecuador y los meridianos, llevando cada uno de los *usos* la parte de arco de los paralelos que le corresponde, para que se formen los círculos completos al cerrarse las aberturas por el plegamiento del papel, sobre la superficie de la esfera que haya de cubrirse con el recorte de la figura.

En la especie de desarrollo anterior de la esfera, se nota que la base de cada uso tiene 30° de estension ó lo que es lo mismo 600 leguas en una escala ordinaria, y por lo tanto que la espresion de la gran superficie que comprende, es sumamente imperfecta: parece que multiplicando la subdivision hasta el punto que la base de cada uso no comprendiera sino un grado por ejemplo, podríamos llegar á un resultado satisfactorio; pero esta idea queda desvanecida desde luego al considerar, que si bien nos acercaríamos cada vez más á la espresion real de la superficie,

la discontinuidad é imperfecciones de la imágen serian las mismas, con solo la diferencia de que no eran tan considerables, pero sí en mucho mayor número.

La manera de obtener gráficamente, ó de trazar los *usos* precedentes de la esfera, es la siguiente. Se divide en las partes que sea conveniente la línea que esprese el desarrollo de la circunferencia del ecuador del globo, segun la magnitud del radio atribuido á este; estas partes suelen ser 12 ó 18, en cuyo caso espresarán distancias de 30 en 30° ó de 20 en 20°; por la estremidad de cada una de estas partes se conciben tirados los meridianos. Pudiendo considerarse que la superficie comprendida entre cada dos meridianos tiene muy poca curvatura en el sentido de su anchura, se la puede mirar como haciendo parte de una superficie cilíndrica circunscrita á la esfera tocándola segun el meridiano medio del *uso* ó sea el que lo divide en dos partes iguales; supuesto esto, se desarrolla este meridiano en una recta perpendicular á la que espresa el ecuador, se divide en el número de partes ó grados que queramos, y á partir perpendicularmente de cada uno de estos puntos de division, se llevan á un lado y otro, valiéndose de las tablas, las semianchuras que correspondan á la porcion del paralelo respectivo, comprendido entre los dos meridianos que terminan el uso, con lo cual se obtiene la forma triangular de sus mitades, sin más que hacer pasar por estos puntos, las curvas que esta construccion determina.

PROYECCIONES EN PERSPECTIVA.

Estas proyecciones pueden ser stereográficas y orthográficas ú orthogonales: difieren únicamente en que el punto de vista se considera situado para las primeras á una distancia finita como en las vistas ordinarias, cuando en las segundas se supone situada al infinito como en las verdaderas proyecciones usuales.

En las proyecciones stereográficas todos los rayos visuales dirigidos sobre los puntos del globo, atraviesan el plano del cuadro en puntos que unidos entre sí producen la perspectiva de la tierra.

El punto de vista puede estar situado sobre el mismo globo, interiormente á él, ó en la parte esterior: el plano del cuadro pasa por el centro de la esfera, siendo perpendicular al radio sobre el cual se encuentra el punto de vista. No se puede, pues, reproducir sino la mitad de la esfera que está situada detrás del plano del cuadro, escepto, sin embargo, en el caso de que el punto de vista se sitúe en el espacio esterior; entonces es posible proyectar el hemisferio anterior prolongando los rayos visuales hasta encontrar el cuadro, pero tiene el inconveniente este procedimiento de que la imágen resultaria muy defectuosa, en razon de la gran divergencia de los visuales.

Análogamente á lo que hemos indicado, constantemente

no se proyectan por este método todos los puntos de la superficie terrestre, sino únicamente los meridianos y los paralelos; de manera, que los cuadriláteros esféricos que forman, están representados por cuadriláteros curvilíneos ó mistilíneos: para trazar en seguida los contornos de los continentes y todos los demás detalles, se los refiere por medio de coordenadas á los lados de los cuadriláteros que los encierran.

Entre las diferentes posiciones que hemos dicho se puede atribuir al punto de vista, solo se usa en la práctica, el colocarlo sobre la superficie misma de la esfera. Cuando el punto de vista se sitúa sobre uno de los polos, entonces el plano proyectante es el ecuador; si está sobre un punto del ecuador se proyecta sobre el cuadro del meridiano perpendicular al radio que pasa por él, y últimamente, si el punto de vista se fija en un punto cualquiera de la esfera, entonces se efectúa la proyeccion sobre el horizonte *racional* ó sea sobre el círculo máximo perpendicular á la estremidad del radio.

Se dice, por lo tanto, que la proyeccion stereográfica es *ecuatorial*, *meridiana* ú *horizontal*, segun se emplee la primera, la segunda ó la tercera de estas combinaciones.

La *proyeccion orthogonal* no difiere de la precedente, como hemos indicado ya, sino en que el punto de vista se considera situado á una distancia infinita de la esfera, pero siempre sobre la prolongacion del radio normal al plano del círculo máximo sobre el cual haya de hacerse la proyec-

cion. En este supuesto, es el hemisferio anterior el que se proyecta, de donde resulta, que la imágen proyectada es recta con relacion á la natural, y no simétrica como en la proyeccion stereográfica. Lo mismo que en estas, la proyeccion solo se usa sobre el ecuador, sobre un meridiano ó sobre el horizonte del lugar que se quiere que ocupe el centro de la carta.

Desenvolveremos sucesivamente estas proyecciones.

PROYECCIONES STEREOGRAFICAS.

Proyeccion stereográfica sobre el ecuador.—Esta es la más sencilla de todas las que pueden construirse, puesto que todos los meridianos se proyectan segun líneas rectas y los paralelos segun círculos.

Como se deduce del estudio de la figura 21, lámina 33, el ojo está situado en el polo, el ecuador está reemplazado por el plano del cuadro, resultando los radios de proyeccion de los paralelos, por la interseccion con el de los rayos visuales tirados á la estremidad de las cuerdas que los representan. Claro es, que existiendo los meridianos en planos verticales que pasan todos por el polo, que es á la vez el punto de vista, tienen que proyectarse segun sus trazas, ó lo que es lo mismo, segun rectas radiadas desde el centro, ó proyeccion del polo.

Como se ve tambien en la figura, esta proyeccion tiene el inconveniente de alterar desigualmente las formas, y por consiguiente las superficies y la relacion verdadera de los objetos que se tracen en ella, y esto en mayor proporcion cuanto más nos aproximamos al centro de la carta.

En esta figura, como haremos tambien en las siguientes, hemos trazado separadamente las proyecciones de construccion y los abatimientos, de la proyeccion horizontal definitiva, para dar á conocer con más claridad las operaciones sucesivas; pero se comprende bien que con un poco de costumbre, todas las construcciones pueden hacerse sobre un mismo circulo, puesto que todas las proyecciones y abatimientos que pueden hacerse con los circulos máximos de la esfera, sobre los cuales versan las referidas construcciones, se confunden siempre bajo la proyeccion de una sola circunferencia, concretándonos entonces á señalar solo definitivamente los resultados, borrando las líneas pertenecientes á las construcciones preliminares.

Análogamente haremos tambien observar que si bien en razon de la escala en que trazamos las figuras, rara vez nos faltará espacio para efectuar gráficamente las construcciones, no sucederá lo mismo en todos los casos de la práctica, por lo cual indicaremos algunas veces la fórmula analítica de algunas líneas, recordando desde luego que conocidos numéricamente los radios, los arcos de círculo pueden trazarse por puntos, con coordenadas sobre las

tangentes ó las cuerdas y de otros modos diferentes, además del auxilio de las tablas calculadas al efecto.

Si, por ejemplo, quisiéramos trazar sobre la proyeccion anterior un círculo máximo inclinado de una manera cualquiera, tal como un horizonte ó la traza de la ecliptica, observaríamos que la proyeccion seria circular, que tendria dos puntos comunes el arco proyectante con las estremidades del ecuador, estando dado el tercero que necesitamos para trazarlo, por la designacion de una latitud que deba abrazar á su paso. Si el centro del arco referido se encontrase fuera del papel, notaríamos que su radio era igual á la *cotangente del ángulo de inclinacion* sobre el ecuador, lo cual nos daria los medios de trazarlo por puntos sucesivos.

En la figura hemos trazado el horizonte de Madrid, el cual se halla, como sabemos, á 40° 24′ 29″,7 de latitud Norte, indicando la disposicion de la figura, que el meridiano elegido como principal para contar las longitudes, es el que pasa por la capital espresada, que las latitudes marcadas son las del hemisferio Norte ó Septentrional, y por lo tanto, que el punto de vista de la proyeccion se ha llevado al polo Antártico.

Proyeccion stereográfica sobre un meridiano.—Hemos dicho que para esta proyeccion se sitúa precisamente el punto de vista sobre uno de los puntos del ecuador. La ventaja de esta disposicion es grande, porque entonces se

verifica la notable propiedad de que todos los meridianos y paralelos se proyectan segun arcos de círculo, siempre mas fáciles de construir que las proyecciones elípticas que resultarian de la posicion del punto de vista dentro ó fuera de la esfera.

No nos detendremos á demostrar esta proposicion, que está fundada en la consideracion de las secciones *antiparalelas* de los conos visuales que resultan.

Supongamos que la circunferencia $E\,E'\,P'\,V$ (figura 22) representa el ecuador; los meridianos estarán espresados por las trazas $M\,O$, $M'\,O$, etc., y siendo V la posicion del punto de vista, quedará fijo el plano del cuadro por el meridiano $E\,P'$ perpendicular al radio $V\,O$ que parte del punto referido.

Los círculos que proyecten los meridianos, tienen todos dos puntos comunes que son los que representan los polos, de modo que si hallásemos otro cualquiera, la proyeccion de estas circunferencias quedará determinada.

Sea el meridiano $P\,M$; si tiramos las visuales $V\,P$ y $V\,M$ la una desde el punto de vista á la proyeccion del polo P, y la otra al M del ecuador, serán la más alta y la más desviada de las generatrices del cono circunscrito al meridiano indicado; el punto m, interseccion de la visual $V\,M$ con el plano del cuadro, será, pues, la proyeccion de la estremidad del diámetro del referido meridiano que existe en el plano del ecuador, y por lo tanto por él debe pasar tambien el arco proyectante del meridiano que pasaba ya por

las proyecciones de los polos. En iguales circunstancias se encuentra el punto m'.

Con respecto á los paralelos, sucede una cosa análoga, como se puede observar en el abatimiento á la derecha del meridiano $V\,P'\,E'$, que envuelve las construcciones necesarias con relacion á las visuales $V\,F$ y $V\,D$ que son las estremas, y á los puntos p y p' sus proyecciones sobre la traza del cuadro.

Si trazamos, pues, el círculo meridiano, y lo graduamos como espresa la figura, haciendo lo mismo con los dos diámetros (0—0) y (90—90) segun las magnitudes $O\,m'$, $m'\,m$ y $m\,E$ para los meridianos, y $O\,p$, $p\,p'$ y $p'\,P'$ para los paralelos anteriormente encontrados, habremos obtenido tres puntos de paso para cada uno de los arcos proyectantes, no quedando otra cosa que hacer sino trazarlos, resultando del todo una figura completamente simétrica.

Se nota desde luego que las circunferencias proyectantes no son concéntricas y que sus radios van creciendo sucesivamente: los centros podrán, pues, escaparse del papel, viéndonos en la necesidad de trazar los arcos por puntos, con ordenadas sobre las cuerdas. En la práctica, sin embargo, suele hacerse uso de reglas flexibles puestas de canto, obligadas á pasar por los tres puntos conocidos, plegándolas suavemente y sujetándolas con pesos: la uniformidad de su grueso y de la elasticidad de la madera, hacen que el arco que toman naturalmente estas reglas se confunda visiblemente con el de un arco de círculo.

En esta proyeccion existe aun desproporcion entre la forma y la superficie de las diferentes partes de la figura, como en la anterior sobre el ecuador: las mayores alteraciones se encuentran hácia el centro, disminuyendo al aproximarse á la circunferencia. Tiene además otro inconveniente, y es que los lugares situados á la misma latitud y comprendidos en la misma zona, no son comparables entre sí como lo indica el no ser concéntricos los paralelos que las terminan.

Proyeccion stereográfica sobre un horizonte.—Digimos que esta proyeccion era producida, por la situacion del punto de vista en un punto arbitrario de un meridiano cualquiera, siendo el plano del cuadro, el círculo máximo de la esfera normal al radio tirado por el punto de vista.

En la proyeccion anterior, hemos indicado que los círculos de la esfera se proyectaban, en virtud de las secciones antiparalelas de los conos proyectantes, segun arcos de círculo; igual ventaja se verifica en la actual, lo cual no puede dejar de ser, puesto que el punto de vista es tambien uno de la superficie de la esfera, sin otra diferencia que en vez de estar situado en el círculo máximo del ecuador, lo está en otro máximo tambien elegido entre los meridianos, siendo igualmente circulares las bases de los referidos conos.

Supongamos, pues, que *V* (figura 23 (*A*), lámina 34),

sea el punto de vista, *A B* el plano del cuadro y *B C A* el hemisferio que se trate de proyectar, siendo la recta *P' P''* el eje del globo ó la línea de los polos.

El círculo (0°, 90°, 0°, 90°) (figura *B*) será la proyeccion del plano *A B* del cuadro y el diámetro *P p''* la traza en que se proyectará la figura (*A*).

Si por el punto *V* tiramos las dos generatrices ó visuales *V P'* y *V P''* que pasan por los polos, tendremos en sus intersecciones *p* y *p'* con el plano del cuadro, y por lo tanto, en sus proyecciones *P P''* los puntos que designan los polos.

Los puntos *e*, *d*, *a*, *c* y *f*, en que se proyectan en (*A*) las cuerdas de los paralelos, se proyectarán en (*B*) segun las rectas *e' e''*, *d' d''*, *a'' a'''*, *c' c''* y *f' f''*, que serán igualmente cuerdas de los arcos segun los cuales han de proyectarse los paralelos, dándonos, por lo tanto, cada una dos puntos de paso de las espresadas circunferencias. Si encontrásemos, pues, otro tercer punto de paso, las proyecciones de los paralelos quedarian completamente determinadas, una vez trazados los arcos de círculo que las representan. Como la figura (*A*) está proyectada en *P p''*, si tiramos las generatrices *V* 60, — *V* 30, etc., sus puntos de encuentro con el plano *A B* del cuadro, se proyectarán en la figura (*B*) en los puntos 60°, 30°, etc. del referido diámetro, proporcionándonos el tercer punto que necesitábamos para trazar los arcos *e'* 60° *e''*, *d'* 30° *d''*, etc., proyeccion de los paralelos.

Con respecto á los meridianos, la operacion es igual-

mente sencilla; como todos pasan por el eje del globo, sus circunferencias proyectantentes deberán pasar tambien por los dos puntos $P\,p''$ proyeccion de los polos, teniendo comun la cuerda $P\,p''$ para todos ellos; resta, pues, solamente encontrar tambien un tercer punto de paso.

Para esto abatiremos en la figura (C) el círculo máximo (figura (B)) que envuelve el punto V de vista. Este plano, como oblícuo al eje $P'\,P''$, cortará á todos los meridianos segun rectas que se reunirán en el centro, pero desigualmente espaciadas, puesto que no son iguales entre sí los ángulos que forman unas con otras las trazas de los meridianos en este plano. Serán, sin embargo, obtenidas, dividiendo en las partes correspondientes en armonía con el número de meridianos, la circunferencia proyectada en la figura (C).

Si tiramos desde V', abatimiento del punto de vista, las generatrices visuales $V'\,a\,M$, $V'\,b\,M$, etc., sus intersecciones a, b, etc. con el plano del cuadro, proyectadas en a'', b'', etc., nos darán el tercer punto que necesitamos para hacer pasar las proyecciones circulares de los meridianos, con lo cual quedará determinada la proyeccion general sobre el horizonte racional del punto de vista elegido.

Si N es el ángulo que forman los meridianos, el que forman sus trazas en el plano del punto de vista estará espresado á partir de un meridiano fijo, por

$$\text{tang. } N' = \text{tang. } N \times \text{sen. } L.$$

Esto es, que multiplicando las tangentes trigonomé-

tricas de los ángulos que forman los meridianos sucesivos con el que se tome como origen, por el seno de la latitud á que se haya fijado el punto de vista, se obtendrán las tangentes trigonométricas de los ángulos verdaderos que deben formarse alrededor del punto *C* para tener la posicion de las trazas *C M* de los meridianos.

La proyeccion que acabamos de determinar, tiene el mismo inconveniente que las anteriores, esto es, la de no guardar relacion entre sí, sus diferentes partes.

PROYECCIONES ORTHOGRAFICAS.

Aunque estas proyecciones sean aun más imperfectas que las anteriores, vamos á hablar de ellas porque han sido algunas veces empleadas. Además, no sirviéndose de ellas para la reproduccion de un hemisferio entero, sino para una pequeña porcion de la esfera cuyo plano tangente fuese perpendicular á la direccion de las líneas proyectantes, seria bastante buena y preferible en todos conceptos á la proyeccion stereográfica; porque en efecto, en este reducido espacio, separándose apenas el plano tangente de la superficie curva, las imágenes reales y sus proyecciones serian sensiblemente iguales.

Hemos visto ya que el punto de vista se supone situado al infinito sobre una normal al centro del cuadro, de donde resulta que los que antes eran conos proyectantes, se con-

vierten ahora en cilindros. Estas proyecciones se efectúan como las stereográficas, sobre el ecuador, sobre un meridiano ó sobre el horizonte.

Proyeccion orthogonal sobre el ecuador (figura 24).—Estando el punto de vista situado sobre la prolongacion de la línea de los polos, esto es, sobre la interseccion comun á todos los meridianos, sus trazas pasarán por la proyeccion del punto de vista, que no es otra cosa sino el centro del cuadro. Estas trazas formarán entre sí ángulos evidentemente iguales á la inclinacion de los meridianos, los unos respecto á los otros.

Los paralelos, bases de cilindros rectos, que estarán cortados por el ecuador, plano del cuadro, serán círculos concéntricos iguales á los paralelos que representan.

Los radios de estos paralelos, son, como se reconoce á la simple inspeccion de la figura, iguales á los cosenos de la latitud correspondiente á cada uno de ellos.

En la proyeccion que acabamos de hacer, se ve palpablemente lo que hemos dicho, á saber, que este género de perspectiva altera inversamente á la stereográfica, las figuras hácia la circunferencia, perfeccionándolas hácia el centro.

Proyeccion orthogonal sobre un meridiano.—En esta proyeccion (figura 25, lámina 35), el punto de vista está situado en el plano del ecuador. Los meridianos son las

bases circulares de cilindros oblícuos, siendo las secciones por el plano del cuadro, perpendiculares á las generatrices, y por lo tanto, curvas elípticas.

Todas las elipses pasan por los dos polos, pues estos dos puntos son comunes á los meridianos y á sus proyecciones. Esta línea, es el único diámetro que se proyecta para cada uno de los meridianos en su verdadera magnitud, siendo el eje mayor comun á todas las elipses, proyeccion de los diversos meridianos. Los ejes menores, perpendiculares á los mayores, estarán todos sobre la traza del plano que pasando por el punto de vista sea perpendicular á todos los meridianos, esto es, sobre la traza del ecuador; y como no se proyecta sino un solo hemisferio, el que está sobre el plano del cuadro, nos basta encontrar las estremidades anteriores de los referidos ejes menores.

Sea (30—90) la traza sobre el ecuador de la mitad de un meridiano; esta se proyectará verticalmente en (30—90) que será la mitad buscada del eje menor de la elipse, segun la cual aquel debe proyectarse; el eje mayor será el diámetro comun (90—90): de manera, que conocidos los dos ejes de la elipse, no resta ya sino trazarla, sea por puntos ó por movimiento contínuo despues de determinados los focos.

En cuanto á los paralelos, como son secciones de la esfera por planos paralelos al ecuador, se proyectan segun rectas paralelas á la traza vertical del mismo.

Al graduar la proyeccion, hemos tomado como meri-

diano de partida el que se proyecta segun un círculo máximo de la esfera, si bien debemos decir que está en uso el señalar el cero en el que pasa por el punto de vista.

Se puede observar además que las dos proyecciones ejecutadas, tanto la que está hecha sobre el ecuador como sobre el meridiano principal, son exactamente lo que en geometría descriptiva se llamarian la proyeccion horizontal y vertical de la esfera.

Proyeccion orthográfica sobre el horizonte.—Supongamos que $V\ A\ P'\ B\ P$ (figura 26) represente una seccion segun el meridiano de un punto V, $A\ B$ la traza del horizonte racional de este punto y $P\ P'$ la línea de los polos; propongámonos encontrar las proyecciones de los meridianos sobre el horizonte referido. Todas ellas deben pasar por las proyecciones p y p' de los polos siendo elipses, como intersecciones que son de cilindros diversamente inclinados, de bases circulares. Siendo el horizonte un círculo máximo de la esfera, cortará los meridianos segun diámetros que serán los ejes mayores de las elipses.

Cuando tratamos de la proyeccion stereográfica sobre el horizonte, vimos la relacion que existia entre la inclinacion de las trazas sobre el ecuador y sobre el horizonte; la cual estaba cifrada en la ecuacion

$$\text{tang.}\ N' = \text{tang.}\ N \times \text{sen.}\ L.$$

Podríamos, pues, servirnos de ella ahora tambien, tomando por primer meridiano, para contar los ángulos N, el

que pasa por el punto V, siendo entre todos el único que se proyecta segun una recta $A'B'$. La elipse se reduce en este caso á una recta, porque el cilindro que tiene por base este primer meridiano se reduce él mismo al plano que lo contiene. No es, sin embargo, indispensable tomar el punto de partida sobre este meridiano; se ve que lo mismo pudieran contarse los ángulos á partir de cualquier otro. Tenemos, pues, los medios de proyectar los ejes mayores de todas las elipses: en cuanto á los ejes menores, estos sabemos son respectivamente perpendiculares á los mayores, cambiando de magnitud en razon de la diferente inclinacion de los planos meridianos sobre el del horizonte.

Para obtener uno de estos ejes menores, supongamos que $G\,H$ sea la traza de un meridiano cualquiera sobre el plano del horizonte; su inclinacion sobre este plano no es difícil de hallar, puesto que nos es conocida tambien su traza vertical $P\,P'$, que es á la vez comun á todos los meridianos.

Imaginemos, pues, por un punto de la traza vertical P, por ejemplo, un plano vertical perpendicular al meridiano, cuya traza horizontal es $G\,H$: las trazas de este plano serán $P\,E$ y $p\,K$ lados del ángulo recto de un triángulo rectángulo, cuyo ángulo agudo en K, medirá la inclinacion del meridiano de que nos ocupamos sobre el plano del horizonte. Para construir este triángulo, trasladaremos $P\,E$ á $p\,N$ por el siemple procedimiento usado en geometría descriptiva: trazaremos la hipotenusa $N\,K$, resultando el

ángulo *p K N* buscado. Por el centro *C* de la esfera, hagamos pasar la recta *C L* paralela á *N K*, proyectemos el punto *L* en *M* sobre *C M* perpendicular á *G H*, eje mayor de la elipse, y *C M* será el eje menor de la misma; obtenidos los dos ejes, solo nos resta el trazarla por los procedimientos que nos son conocidos.

Para completar esta proyeccion, solo nos falta determinar los paralelos, los cuales son tambien elipses, resultado de la interseccion de cilindros oblícuos de bases circulares con el plano del cuadro.

Sea *E P' Q P* (figura 27) la seccion de la esfera por el plano meridiano perpendicular al horizonte cuya traza es *B H*; *A B* la de un paralelo, cuyo diámetro *F* se proyecta en su verdadera magnitud, por ser paralelo al plano del cuadro; para determinarlo, se bajará una perpendicular desde *F* sobre *H B*, prolongándola hasta el abatimiento *c h c' b* haciendo *f f'* igual á *A B*, siendo este el eje mayor de la elipse, segun la cual se proyectará el referido paralelo. Para determinar el eje menor, basta proyectar los dos puntos *A* y *B* sobre *a* y *b*. Igual procedimiento seguiríamos para proyectar otro paralelo cualquiera.

Fácil es reconocer por la inspeccion de las figuras que dejamos establecidas, lo que hemos consignado varias veces, á saber, que las proyecciones stereográficas y orthográficas tienen los defectos inversos: mientras que las primeras alteran considerablemente las partes centrales, las segundas por el contrario desnaturalizan cada vez más las

que se alejan del centro, lo cual, unido á la dificultad de trazar las elipses, hace que apenas se haga aplicacion en la práctica.

Se comprende, pues, que haya ocurrido el investigar si se encontraria un punto de vista sobre la perpendicular al plano del cuadro, en el cual se verificase, que los rayos visuales que atravesasen este cuadro, partiendo de puntos igualmente distantes sobre el globo, diesen proyecciones igualmente espaciadas.

Esta condicion no se puede llenar completamente, porque las líneas que pasan por los puntos de division no se reunen precisamente en un punto. Lahire imaginó que lo mejor que podria hacerse es suponer la distancia

$$X\,V = x = \text{sen. } 50^0 = \frac{r}{\sqrt{2}}.$$

Situando en efecto el punto de vista en el vértice del triángulo equilátero construido sobre el diámetro, las diferencias son apenas sensibles.

El segundo inconveniente queda, sin embargo, en pie en todo su vigor: como el punto de vista está fuera de la esfera, tanto los meridianos como los paralelos se proyectan segun elipses. Esta circunstancia hace que se continúe empleando con marcada preferencia la proyeccion stereográfica, puesto que únicamente ella goza de la propiedad de proyectar en arcos de círculo, todos los círculos de la esfera.

Esta misma idea ha dado orígen á la de amalgamar

ambos sistemas, produciendo una proyeccion particular de la esfera (figura 29, lámina 36), la cual, si bien no es puramente geométrica, produce una escala cuadriculada de proyeccion, que satisface bastante bien las exigencias de relacion entre las partes, y que suele ser empleada para la proyeccion de los hemisferios terrestres.

Se ve, sin embargo, que queda subsistente el defecto de no ser comparables entre sí las zonas de un mismo hemisferio, en razon de no ser concéntricas las curvas que las terminan.

Desde luego se echa de ver que el trazado de la proyeccion indicada, consiste en considerar divididos en el mismo número de partes iguales respectivamente, los círculos máximos de la esfera que se proyectan en su verdadera magnitud, constituyendo el cuadro, y los que se proyectan segun los diámetros principales representando el ecuador y la línea de los polos. Para describir los meridianos, se harán pasar arcos de círculo por los puntos que designan los dos polos opuestos y cada una de las divisiones del ecuador; obteniéndose los paralelos por la combinacion de cada tres puntos homólogos existentes, dos de ellos en la circunferencia del cuadro y el tercero en el otro meridiano principal, haciendo pasar por ellos tambien los arcos de círculo que determinan.

La proyeccion anterior se presta igualmente á introducir en ella la idea de Lorgna, cuya proyeccion es semejante á la de Casini, de la cual hablaremos despues. Con-

siste en representar cada hemisferio por un círculo de igual superficie.

Designando por R y r los radios de la esfera y del círculo, la condicion estará satisfecha si hacemos $\pi r^2 = 2\pi R^2$ y por consiguiente, $r = R\sqrt{2}$. El valor de r se puede encontrar tambien muy fácilmente por medio de una construccion gráfica muy sencilla. De la ecuacion $r^2 = 2R^2$, se deduce que r es la hipotenusa de un triángulo isósceles rectángulo 180—90—C, esto es, la cuerda 180—90 que subtende el cuadrante de la circunferencia, ó sea el doble seno del arco de 45°.

Tambien se ve, que pudieran tomarse como diámetros de la proyeccion, los desarrollos de las circunferencias que se proyectan en la figura segun las rectas del ecuador y de los polos. En este caso, los grados, tanto de latitud como de longitud, estarán espresados en los desarrollos anteriores en su magnitud verdadera.

Fácil es comprender tambien, que las proyecciones orthogonales, se prestan igualmente á análogas modificaciones.

PROYECCIONES POR DESARROLLO.

Proyeccion cónica.

Determinacion del cono tangente.—Cuando solo se trata de representar una pequeña porcion de la tierra, como

un reino, una provincia, etc., se pueden construir proyecciones que alteran mucho menos las formas y las dimensiones terrestres. Para esto, se imagina una superficie de revolucion desarrollable y tangente al globo hácia el medio del espacio que se trata de reproducir, segun el paralelo medio. Difiriendo poco esta superficie de la porcion correspondiente de la tierra, cortándola por los planos de los meridianos y paralelos, se encontrará dividida en cuadriláteros mistilíneos que representarán los cuadriláteros curvilíneos, que podrán mirarse como equivalentes.

Sea *C Q T P* (figura 30) la seccion de un cuarto de la esfera por el meridiano medio de la superficie que se haya de proyectar, *T D* la traza del paralelo medio y *B E* y *A F* las de los paralelos estremos. Imaginemos la superficie cónica engendrada por la tangente *O T*, la cual se confundirá con la esfera en la estension del paralelo cuyo radio es *T D*, cortándola los paralelos estremos segun las circunferencias proyectadas en *b E* y *a F*.

Las secciones por los planos meridianos son las mismas generatrices del cono.

Para desarrollar la porcion necesaria de la superficie cónica, se describe (figura 31) un arco de círculo con *t O* por radio: se divide en partes iguales comprendiendo cada una cierto número de grados del espresado paralelo medio, y se trazan las generatrices correspondientes. En seguida se completa la proyeccion describiendo desde el mismo centro

y con los radios *O A* y *O B* las porciones de circunferencias que son la proyeccion de estos paralelos.

Hallamos por este procedimiento, que los cuadriláteros son rectangulares como sobre la esfera, y que todos los detalles situados bajo la misma latitud, son comparables entre sí, por tener el mismo centro todos los arcos: pero con relacion á diferencias iguales de latitud, vemos que *decrecen rápidamente*, y *tanto más*, *cuanto* se *van* aproximando al polo á partir del paralelo de contacto, mientras que por el contrario aumentan sin cesar hácia el ecuador. En este último caso, se proyectan más grandes que lo que son realmente en el globo y menores en el primero. Un segundo inconveniente proviene, de que las diferencias de longitud son todas mayores sobre la superficie cónica que sobre la esférica.

Para que las latitudes aparezcan sin alteracion, se ha imaginado trasportar, á partir de *T* sobre *T O*, longitudes *T a'* y *T b'* iguales á las diferencias de latitud rectificadas de los diversos paralelos, tomando despues las distancias *O a'* y *O b'* por radios de proyeccion de los mismos: estas proyecciones están espresadas en el desarrollo por los arcos *a' a'* y *b' b'*. Se consigue, pues, por este procedimiento, que desaparezcan los errores en latitud, y además que las distancias en longitud se disminuyan, en la relacion que indican los arcos llenos y los puntuados en la figura.

Proyeccion cónica.—Para destruir completamente los

errores en longitud, se modifica esta proyeccion, haciendo en todos los paralelos lo que hemos hecho con relacion al paralelo medio, esto es, que en cada uno de ellos se tomen para dividir su proyeccion, magnitudes precisamente iguales á las que separan los meridianos. Si, por ejemplo, estos se suponen distantes ó espaciados de un grado, se trazan en los paralelos puntos que disten entre sí la longitud real de cada grado correspondiente al paralelo de que se trate, la cual sabemos decrece con la latitud, como hemos visto en la tabla de decrecimientos de los grados de longitud que insertamos anteriormente, espresados en millas geográficas.

La figura 32, lámina 37, representa esta manera de proyeccion.

Para trazarla, hemos supuesto que el paralelo de 45° era el de contacto ó el paralelo medio. Sabemos que en esta posicion se verifica que la tangente *t t'* á una circunferencia, es igual al radio *t o*, y por lo tanto, tratándose aquí de las dimensiones terrestres, se sigue que el radio del desarrollo del paralelo medio que suponemos ser el de 45°, tendrá por radio 1144 leguas, que es la longitud del radio terrestre.

Empezaremos, pues, trazando la escala con arreglo á la magnitud que queramos dar á la figura antes de empezar á establecerla.

Fijado el punto *O*, vértice del cono tangente, empezaremos haciendo pasar por él dos rectas perpendiculares

que vienen á ser los ejes coordenados de la construccion. La recta *O P* espresará el meridiano principal y el semicírculo de trazos el desarrollo del paralelo medio de contacto, cuyo radio nos es conocido. El punto central del mapa quedará, pues, invariablemente determinado.

El meridiano principal se desarrollará sobre el eje *O P*, de manera que si á partir del punto central tomamos dimensiones iguales á 100 leguas de la escala, obtendremos dos puntos distantes de él cinco grados, ó lo que es lo mismo, los puntos por donde deben pasar los desarrollos de los paralelos de 40 y 50°, en razon de que suponemos la tierra esférica y vale 20 leguas cada grado de los 360 en que se divide el círculo máximo. Si á partir de estos puntos tomamos magnitudes de 200 leguas, obtendremos los puntos de paso de todos los desarrollos de los paralelos distantes entre sí de 10 en 10 grados. Si desde el punto *O*, como centro, describimos circunferencias que pasen por los puntos referidos, estas nos representarán los paralelos por su desarrollo.

Resta solo tomar en estas circunferencias el valor de diez grados segun la escala, deducido de la tabla de decrecimientos de longitud, segun el paralelo de que se trate, y unir por curvas los puntos que resulten, para obtener la proyeccion de los meridianos.

Si la tierra fuese considerada como un elipsóide de revolucion, las divisiones de latitud no serian iguales sino que irian creciendo desde el ecuador al polo en la relacion

que sabemos crecen los grados en este sentido. Al mismo tiempo se vé que para evitar los errores que pueden provenir de la repeticion de las medidas al señalar los puntos que espresan las diferencias de longitud, se pueden calcular las coordenadas de dos puntos de interseccion, con relacion á los ejes coordenados. Para unas y otras dimensiones existen tablas calculadas que no transcribimos por no ser de este lugar, perteneciendo á los procedimientos puramente geodésicos.

Se reconoce en esta proyeccion desde luego que las distancias en longitud ó en la direccion de los paralelos, son exactamente iguales á las que representan sobre el globo; pero se nota al mismo tiempo que se han alterado algo en el otro sentido los resultados que presentaba por sí la proyeccion cónica antes de haberla modificado. En efecto, los cuadriláteros eran rectangulares como sobre el globo, sin que las distancias en latitud estuviesen afectadas del más mínimo error, mientras que ahora, con la modificacion, estas condiciones se llenan tanto menos cuanto más nos alejamos del centro de la proyeccion, porque los cuadriláteros van siendo cada vez más oblícuos. A pesar de esto, en razon de que este género de defecto no es de tanta monta como el que se ha hecho desaparecer, sobre todo cuando no se trata de proyectar una gran porcion de la superficie del globo, ha sido adoptada esta proyeccion, así modificada, para la gran carta de Francia.

En la proyeccion se ha indicado próximamente la posicion y magnitud que ocuparia el mapa de España.

La posicion que hemos dado al cono con relacion á la esfera, suponiéndolo simplemente tangente, puede ser tambien modificada, pues si suponemos que sus generatrices se dirijan segun la cuerda de los paralelos estremos, no hay duda que el desarrollo en vez de tener solo un paralelo comun con la esfera, tendria dos, y lo mismo en todas las posiciones intermedias: esto seria equivalente á deformar la proyeccion hácia el centro en vez de estarlo á los estremos, ó de tomar un término medio entre estas deformaciones, repartiéndolas por toda la superficie.

Varias modificaciones se han ensayado para perfeccionar la proyeccion cónica, pero es evidente que todas vienen á parar, sin llegar cumplidamente al fin propuesto, á hacer perder á esta proyeccion su sencillez y facilidad primitiva. No nos ocuparemos, pues, de ellas, siendo la precedente que se conoce con el nombre de proyeccion de Flamsteed modificada, la que llena mejor el objeto propuesto.

PROYECCION CILINDRICA.

Esta manera de representar una cierta porcion de la superficie terrestre, es ciertamente la más defectuosa cuando no se introducen ciertas modificaciones desde lue-

go. Consiste en imaginar un cilindro tangente á la esfera, segun el ecuador.

Como se vé en la figura 33, las generatrices tangentes á los meridianos, constituyen el desarrollo del cilindro sobre un plano. Los paralelos están entonces representados por rectas perpendiculares á los meridianos, que son los desarrollos de los círculos segun los cuales los planos de los paralelos cortan al cilindro circunscrito. Solamente para una zona bastante estrecha al Norte y al Sur del ecuador es admisible esta proyeccion: fuera de ella, las alteraciones van aumentando sin cesar. Estas deformaciones son debidas á dos causas: el decrecimiento de las magnitudes en latitud y su acrecimiento en longitud. Basta fijarse en la figura para convencerse de ello.

Cuando se trata de representar una porcion de zona que no está contigua al ecuador como la $A\ B\ g\ f$, se imagina el cilindro inscrito á ella como el $G\ F\ g'\ f'$ ó bien el que le es circunscrito $A\ B\ a\ b$, y mejor el que pasa por el punto intermedio, ó sea la latitud media de la zona propuesta.

En la proyeccion cilíndrica, las áreas de las zonas son iguales sobre la esfera y sobre el desarrollo del cilindro circunscrito, verificándose por lo tanto que en este las alturas de los rectángulos que las representan, varían en razon inversa del crecimiento relativo de sus bases.

Para destruir en esta proyeccion una de las dos causas de error indicadas, se modifica de una manera análoga á la

que hemos empleado para la proyeccion cónica; esto es, se suponen los meridianos desarrollados sobre las generatrices que los representan.

En este caso (figura 37) las distancias medidas sobre la carta en el sentido de la latitud, tienen la misma magnitud que sobre el globo, encontrándose compuesta la proyeccion de tantos cuadrados ó rectángulos como sean los cuadriláteros que haya sobre la esfera. Esta proyeccion se la distingue con el nombre de *carta plana*.

En ella las formas y las superficies no están sensiblemente alteradas en sentido del Este al Oeste; así que para una comarca que fuese más estendida en este sentido que en el de Norte á Sur, podria ser empleada sin inconvenientes.

La antigua carta de la Francia por Casini, fué redactada segun la proyeccion precedente, modificada del modo que vamos á indicar, en razon de su especialidad.

Para esponer la proyeccion de esta carta basta aplicar al meridiano central cuanto hemos dicho del ecuador y recíprocamente. Supónese un cilindro tangente á la esfera segun el meridiano principal: por las divisiones del ecuador planos paralelos al meridiano, y por las del meridiano círculos máximos que tienen un diámetro comun situado en el plano del ecuador: se vé, pues, que este diámetro es en la proyeccion de Casini lo que la línea de los polos es en la precedente: la espresion gráfica de esta proyeccion sobre la esfera es por lo tanto la misma que hemos trazado

en la figura de la proyeccion cilíndrica, sin más que suponer el punto *P* del polo trasladado al Este. Al desarrollar el cilindro, las generatrices que pasen por las divisiones del meridiano, representan los círculos máximos perpendiculares al meridiano, así como los círculos menores que le son paralelos tienen por proyeccion los desarrollos de las intersecciones del cilindro con sus planos respectivos. Resulta, pues, la proyeccion anterior sin más que cambiar las letras *N* y *E*, indicacion del Norte y del Este.

En esta proyeccion, por consiguiente, las dimensiones vecinas al meridiano son las que no están desfiguradas, mientras que en el sentido del ecuador los cuadriláteros, disminuyendo cada vez más de superficie y siendo sucesivamente más oblícuos en la esfera, están mal representados por los rectángulos de la proyeccion espresada.

Organismo de la construccion de una carta.—Antes de concluir con las proyecciones, vamos á indicar el procedimiento que se suele seguir para subdividirlas en partes que puedan ser reunidas con facilidad. Esta subdivision en hojas es indispensable en muchos casos, pues depende de la magnitud de las escalas que se adopten para las proyecciones. Para formarnos una idea de esto, nos referiremos, aunque solo aproximadamente, á una proyeccion para la carta de nuestra Península.

La Península se halla comprendida entre los 35° 59′ 49″ de latitud Norte, que corresponden á la parte más meri-

dional de la isleta de Tarifa en el estrecho de Gibraltar, y los 43° 47′ 29″, á donde avanza la punta septentrional de la estaca de Varés en el Océano Cantábrico. En el otro sentido, las longitudes estremas son de 7° 0′ 36″ al Este del Observatorio de Madrid (cuya latitud es de 40° 24′ 29″,7), que corresponde á la parte más saliente del cabo de Creux y 5° 49′ 55″ al Oeste del mismo Observatorio, que es la longitud del cabo de Roca en Portugal. De estos datos resulta que la mayor diferencia de latitudes es de 7° 47′ 40″, que equivalen á 865 kilómetros ó sean 156 leguas; y la diferencia de longitudes de 12° 50′ 31″, equivalente á 1080 kilómetros ó 195 leguas, quedando determinados por estos números los lados del gran rectángulo, en el cual pudieran inscribirse la parte continental de la Península española.

Resulta, pues, de estos datos, que el paralelo medio de la superficie de España es el de 39° 53′ 29″, ó sea próximamente el de Madrid, por lo cual elegiremos para simplificar el de 40° como paralelo medio. Elijamos tambien como meridiano principal el que pasa por el Observatorio de Madrid, por ser igualmente casi el centro de las longitudes para la Península.

Empezaremos trazando los dos ejes coordenados (0—0) y (40—40) á los cuales referiremos todos los puntos de la proyeccion. Supondremos la tierra esférica primeramente, y como el eje (0—0) es el desarrollo del meridiano que pasa por Madrid, tomaremos en él, á partir del centro, magni-

tudes de 20 leguas segun la escala elegida, para obtener los puntos por donde deben pasar los paralelos distantes un grado de latitud entre sí. Para trazar el desarrollo de los paralelos, observaremos que el radio correspondiente al de 45° es igual al de la tierra ó á 1144 leguas; luego el de 40° será 1044 ó 100 leguas menos, puesto que disminuye 5 grados. Obtenido el radio, se puede trazar por puntos el desarrollo del arco por coordenadas á los ejes principales, siendo el uno de simetría por envolver su prolongacion la proyeccion comun de los centros, y el otro su tangente.

En estas circunstancias, se verifica en el círculo que la abscisa (x) (figura 36, lámina 38) es igual al seno natural del arco á que se refiere, y la ordenada (y) es igual al radio menos el coseno del mismo arco. Si tomamos, pues, unas tablas de líneas trigonométricas naturales, nos es muy fácil calcular las referidas ordenadas.

Supongamos en el caso presente, que queremos determinar el punto correspondiente á 5° del paralelo 40. El seno de este arco es 0,0871557, siendo la unidad el radio; multiplicándolo, pues, por 1044, resultarán 90,99 leguas para el valor de (x). Análogamente, el coseno vale 99619,47 y la diferencia con el radio 0,0038053, que multiplicada por el radio del paralelo, dará para (y) 3,9727 leguas, con lo cual quedará determinado un punto del desarrollo buscado.

Del mismo modo podremos hallar los restantes. Obtenido este arco, los demás pueden trazarse con facilidad,

proyectando las generatrices desarrolladas del cono tangente, lo cual es igualmente sencillo por las propiedades de las líneas proporcionales. Sabemos que el centro de los arcos es comun y que las generatrices se proyectan segun los radios de los desarrollos, de manera que elegido otro paralelo, el de 36° por ejemplo, y suponiendo que sea el radio ó generatriz de 5° la que queremos determinar, tendremos que $r : r' :: x : x'$ ó $1044 : 1164 :: 3{,}9727 : x'$; hallando ahora el valor de la ordenada y', la recta $y\ y'$ será la proyeccion de la generatriz buscada; diviéndola por lo tanto en distancias de 20 leguas, á partir del punto (y), obtendremos hácia arriba y abajo, los puntos pertenecientes á los demás paralelos distantes un grado de latitud, como nos hemos propuesto.

Teniendo ya trazados estos círculos, recurriremos á la tabla de decrecimientos de los grados de longitud espresados en millas, nos fijaremos en un paralelo y tomaremos en él la magnitud correspondiente á un grupo de grados, 7 por ejemplo; hecho lo cual, dividiéndole en siete partes iguales á partir del eje simétrico, obtendremos los puntos de paso de las proyecciones modificadas de los meridianos, restando solo unir los puntos análogos por la curva correspondiente para obtener la proyeccion que deseamos, debiendo procederse así para evitar la causa de error por la repeticion de medidas.

Para operar con todo rigor se comprende que seria necesario medir geodésicamente todos los meridianos y

paralelos que comprende el mapa, puesto que la superficie terrestre es variable, constituyendo un esferóide; pero hemos visto que cuando más, se la supone como un elipsóide de revolucion. En este caso se empezaria por determinar el elipsóide que coincide con el meridiano principal y el paralelo medio medidos al efecto. Se supondrian trazadas en él las líneas que hemos supuesto antes en la esfera, se calcularian las diferentes magnitudes de los grados en este supuesto, igualmente que los radios respectivos, refiriendo las intersecciones entre meridianos y paralelos á los ejes coordenados principales. Estas operaciones, que se refieren á la geodesia, se consignan en tablas de que no nos ocupamos por ser agenas al objeto que nos proponemos.

Obtenida la proyeccion cónica modificada, correspondiente á la Península, es fácil dividirla en hojas. Supongamos que cada una de estas contenga un cuadrado de dos pies de lado y que la escala del dibujo sea la de $\frac{1}{200.000}$; se verificará que cada hoja representará una estension de 20 leguas, y divididos los lados del rectángulo general por esta distancia, resultará que la descripcion de la Península abrazaria 80 hojas de las dimensiones indicadas. Una transformacion sencilla de coordenadas nos permitirá trazar separadamente en cada hoja la parte de los paralelos y meridianos que comprenda en su superficie, dando estos á su vez los medios de proyectar cualquier punto, conocida su longitud y latitud, ó sus distancias á los lados del marco paralelos á los ejes principales, etc.

Para distinguir estas hojas unas de otras, se pueden seguir diferentes sistemas; por ejemplo, marcar cada columna vertical con una letra y las horizontales con su número de órden, ó bien considerar separados los cuatro cuadrantes, distinguiendo sus hojas respectivas por su numeracion de órden y su orientacion relativa.

Vamos á concluir esta parte sobre las proyecciones geométricas, dando una ligera idea de las llamadas proyecciones hidrográficas, ó

CARTAS REDUCIDAS O ESFERICAS.

Las *cartas marinas* no tienen por objeto el espresar exactamente la configuracion de las diferentes partes del globo, sino la de permitir al navegante el trazar en ellas, con una precision suficiente, el camino recorrido por un buque, y el de resolver con facilidad otros problemas análogos. Como hemos indicado ya en otro lugar, los *datos* son las *distancias* y las *direcciones*; las primeras son las hipotenusas de otros tantos triángulos rectángulos cuyos catetos ó lados del ángulo recto están formados por los meridianos y paralelos. Para no cometer errores en las operaciones gráficas que se ejecutan al resolver los indicados problemas, es indispensable por un lado, conservar en la proyeccion de la carta entre los grados de longitud y de latitud, la misma relacion que tienen sobre la esfera terres-

tre, exigiendo, por otra parte que las proyecciones de los meridianos y paralelos sean siempre rectangulares ó que se corten en ángulo recto. Esta última condicion no la llenan, como hemos visto, ni la proyeccion stereográfica ni la orthográfica ni la cónica, sino en el caso particular de ser polar la proyeccion siendo el ecuador el plano del cuadro, en la cual aparecen radiados los meridianos y son concéntricos los círculos que espresan los paralelos. Pero aun en este caso, seria difícil trazar la *loxodromia* ó línea de rumbo, segun la cual, marcha un navío sometido á la misma impulsion de viento, en razon de que la propiedad de esta línea es la de cortar todos los meridianos bajo un mismo ángulo, lo cual produce la proyeccion de una curva complicada cuando la direccion es oblícua, reduciéndose solo á un círculo en el caso más favorable de ser perpendicular el impulso, á la proyeccion de los meridianos.

Resulta de aquí, que solo las proyecciones cilíndricas, desarrollando paralelamente los meridianos, pueden llenar la condicion de simplicidad, proyectando en línea recta las referidas curvas de rumbo.

Las cartas planas, sin embargo, de que hemos hecho mencion anteriormente, no satisfacen todas las condiciones, pues carecen de la primera de que hemos hablado, puesto que en ella se hacen iguales todos los grados de longitud, mientras sabemos que cada vez son menores en estension, decreciendo proporcionalmente al coseno de la latitud. Para remediar este inconveniente grave en

las circunstancias que nos hemos colocado, se ha imaginado dividir los grados del meridiano por este mismo coseno de la latitud, ó bien multiplicarlos por su secante, de manera que entonces los grados de los meridianos crecen en la misma relacion que los de los paralelos. Esta nueva proyeccion, es la que se conoce con el nombre de carta reducida ó esférica: en ella no hay, como se ve, escala constante, creciendo en ella sus divisiones como los grados que se trazan en la proyeccion de los meridianos. Para facilitar el trazado de esta especie de cartas, se han calculado tablas llamadas de *partes meridionales*, que proporcionan inmediatamente la longitud del grado y de sus divisiones para todas las latitudes. Tambien se observa que á falta de estas tablas puede establecerse la misma proyeccion, haciendo uso de los valores de las secantes sucesivas desde 0 á 90° tomados de las tablas trigonométricas naturales.

El primero que inventó esta apreciable carta, fué el cosmógrafo español Alonso de Santa Cruz, construyéndola en 1539 sobre un principio que difiere del actual, en haber usado, al parecer de un modo puramente práctico, la razon del grado de cada paralelo al grado del ecuador, en vez de la del coseno de cada latitud al radio, ó bien en lugar de la del radio á la secante de la latitud; pero estas res razones son iguales. Siguió á este el flamenco Gerardo Mercator, que la construyó hácia el año de 1569 por un método práctico, sin esplicar sus principios; habiendo

establecido la teoría de su construccion, el inglés Eduardo Wrigh hácia el año de 1590.

El globo, pues, está considerado en la proyeccion que nos ocupa como un cilíndro desarrollado: los meridianos son, por lo tanto, paralelos y equidistantes en proyeccion, resultando cada vez más espaciadas las proyecciones de los paralelos á medida que se acercan á los polos, estando esta separacion en razon justamente inversa de la que sigue sobre el globo la disminucion de los grados de longitud, lo cual produce el efecto que nos proponemos, de que los intervalos en longitud tengan con los de la latitud correspondiente, la misma relacion que sobre el globo.

Para construir esta proyeccion, basta, pues, determinar la magnitud que se quiere dar al grado del ecuador y fijar el número de paralelos que han de trazarse.

La figura 37 demuestra suficientemente el procedimiento gráfico que puede seguirse para el trazado de esta proyeccion, notándose que solo comprende la octava parte del desarrollo total del globo, sin contar que se halla cortada á los 70° de latitud Norte en la parte proyectada.

Sobre la línea *A B*, desarrollo del ecuador, se tomarán partes iguales para espresar los grados cuya magnitud dependerá de la que se quiera dar á la carta. Sobre la perpendicular *B F*, desarrollo del meridiano, se señalarán puntos distantes unos de otros la magnitud de las secantes naturales, correspondientes al número de grados de latitud á la que se supongan tirados los paralelos; secantes

que se hallan determinadas gráficamente en la parte izquierda de la figura. Tirando últimamente por los puntos referidos los paralelos que corresponden, llegaremos á obtener la proyeccion deseada con las condiciones que hemos establecido, no faltando más que graduarla, lo cual se efectuará eligiendo como meridiano de partida el que, segun el caso, sea más conveniente.

Los lugares de la tierra están situados en esta proyeccion segun su verdadera longitud, latitud y rumbo; pero no se deben buscar en ella, ni las relaciones de estension de un país, ni la imágen de su configuracion, puesto que aumenta considerablemente la superficie de las regiones que están situadas hácia los polos; en cambio se presta muy bien para espresar la posicion relativa, tanto entre sí, como con respecto á los mares de las diferentes tierras del globo.

Para medir exactamente las distancias que separan los puntos en esta carta, se deben disminuir estas en la misma relacion en que han sido aumentados los grados del meridiano. Si la distancia no es muy grande, sirve de escala con suficiente exactitud la magnitud del grado del meridiano correspondiente á las latitudes de los lugares; pero si distan mucho, deberán entonces valuarse por la magnitud del grado medio entre ambas latitudes, á no ser que se hallen en un mismo meridiano, en cuyo caso la diferencia de latitud es la medida exacta.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS MAPAS.

Los mapas se destinan á una multitud de usos; su objeto primordial es comprender, en una superficie limitada, la representacion de los *accidentes naturales* y *artificiales* que se encuentran en los diferentes parages de la tierra. Sirven, por lo tanto, para fijar en la memoria la forma y configuracion de los continentes, de los mares, de las corrientes de los ríos, la direccion de las cadenas de montañas y de sus ramificaciones: indican las divisiones generales y las subdivisiones políticas y administrativas; son la guía del viajero ofreciendo la posicion geográfica de los lugares, y el trazado de las diferentes comunicaciones itinerarias ó hidrográficas.

Por medio de las cartas, el navegante puede recorrer con seguridad la inmensidad del Océano y dirigirse sin titubear hácia los puntos más apartados.

Con el auxilio de los mapas la Administracion establece la mayor parte de sus operaciones, y en ellos estudia el militar sus más importantes combinaciones. Sin mapas geográficos, es imposible darse cuenta de la mayor parte de los acontecimientos históricos y políticos, seguir en la guerra las marchas y maniobras de los ejércitos, la ruta y los descubrimientos de los viajeros, y conocer, en fin,

lo que se sabe en geografía y lo que aun es desconocido en esta ciencia, una de las más generales y útiles.

Si el empleo de los mapas puede aplicarse á una multitud de objetos diferentes, se comprende que su redaccion puede y debe variar tambien al infinito. Un mapa puede ser puramente *físico* y no representar sino la forma natural del terreno; *político*, envolviendo con preferencia la division de los Estados; *administrativo*, conteniendo el trazado de las subdivisiones de los mismos; *hidrográfico*, tratando más especialmente, todo lo que se refiere á las aguas; *itinerario*, cuando se encuentran en él los caminos y las distancias entre las poblaciones; *militares*, cuando contienen bastantes detalles para servir de base á las operaciones de la guerra; *marino*, cuando las costas, las desembocaduras de los ríos y la posicion de los puertos están indicados con especialidad, envolviendo los derroteros y cuanto tenga relacion con el arte de navegar y la marina.

Para ser verdaderamente útiles los mapas en las diferentes aplicaciones que acabamos de señalar, deben estar construidos de modo que cumplan con su peculiar objeto, sin perder nunca de vista el uso particular á que se les destine, evitando con cuidado el sobrecargarlos con objetos estraños, lo cual los hace las más veces difíciles de deslindar y frecuentemente del todo ininteligibles.

El destino de un mapa, es el que debe determinar la estension de país que debe representar; la magnitud de

su escala los detalles que debe comprender y los objetos que deben sacrificarse, para hacer resaltar aquellos que importa descubrir desde luego fácilmente y sin titubear. Seria, por ejemplo, perjudicial cubrir de detalles orográficos una carta destinada á la indicacion administrativa de un Estado: seria inconveniente trazar un número escesivo de ríos y de arroyos sobre un mapa itinerario en el cual, los caminos y los puntos de parada deben llamar toda la atencion del que viaja. ¿Para qué se ha de oscurecer con multitud de nombres escritos, estraños ó insignificantes al objeto, un mapa que deba presentar con claridad los parages citados en una obra, para cuya inteligencia está destinado?

Es preciso huir de estos vicios capitales al ocuparse de la redaccion ó establecimiento de un mapa, si se ha de producir un trabajo verdaderamente útil; así como es indispensable poner especial cuidado en la forma y disposicion de la escritura para hacerlos fáciles de descifrar, aun careciendo de la costumbre de manejarlos.

Dos cosas son necesarias para la acertada ejecucion de una carta geográfica; la teoría y la práctica. La *teoría* debe guiar en la eleccion de los datos y materiales; en la redaccion del programa segun la índole de la carta que se haya de establecer; en la determinacion de su estension, de su escala y de los objetos que deba comprender; en la eleccion del género de proyeccion más á propósito para obtener con

los menores inconvenientes la situacion de los puntos, la reunion y enlace de los datos; y en fin, todo cuanto tiene relacion con la parte científica ó teórica.

La *práctica* está relacionada con el arte del dibujo; su objeto es principalmente el trazado correcto de las líneas, de los contornos, de los ríos, de los caminos, de los signos que representan las poblaciones, los establecimientos públicos y particulares, ya civiles, militares ó comerciales; á la disposicion de los rótulos y de la escritura, y finalmente, á todo lo que está ligado con la ejecucion material ó artística del trabajo.

Antes de pasar, sin embargo, á esponer la clasificacion que se hace por lo regular de esta variada série de mapas, basada en los diferentes usos á que particularmente se los destina, vamos á reasumir parte de las ideas espuestas y datos que al efecto hemos consignado, á la vez que desenvolvemos varias consideraciones, en armonía con las dos partes, teoría y práctica, en que acabamos de dividir este problema interesante.

Recordaremos que nuestra idea primera fué hacer comprender la gran diferencia que existe, entre la manera de consignar en un plano topográfico y un mapa geográfico, los diferentes objetos que están destinados á contener respectivamente, de manera que todos guarden entre sí la relacion conveniente, tanto absoluta como relativa, ya valiéndose de la escala, ya de la orientacion astronómica.

En los planos topográficos, ni el uso directo de la escala, ni la orientacion de los puntos, puede ofrecer dificultades; no sucede así con respecto á las cartas y mapas, para los cuales hemos visto que aquellos medios eran de todo punto insuficientes, en razon de su estension y de la diferente manera de obtener los datos necesarios á su establecimiento, por su distinta índole y naturaleza, resultando la necesidad imprescindible de recurrir al efecto á las escalas de proyeccion, punto objetivo que nos habíamos propuesto, como resultado de nuestras investigaciones.

Hemos visto en consecuencia, que nos era indispensable trazar materialmente en un globo dos séries de líneas imaginarias, los meridianos y paralelos de la esfera, los cuales subordinados á la direccion fija del eje del mundo, y por consiguiente invariablemente orientados, nos diesen, por medio de sus mútuas intersecciones, ó sea la cuadrícula curvilínea resultante, los medios de situar cada punto en una posicion convencional, á la vez que ya situados pudiéramos enunciar el lugar geométrico que ocupaban, tanto con referencia á la esfera en general ó de una manera absoluta, como en particular con respecto á los objetos ó puntos ya circunvecinos ó inmediatos, ya distantes y aun opuestos.

Hemos visto claramente lo que son los meridianos y paralelos de la esfera, el modo de trazarlos y de medirlos y cuanto á ellos puede referirse, incluso las zonas diviso-

rias capitales, para que no quede duda alguna respecto á su representacion é importancia.

Hemos consignado la amplitud indeterminada de la esfera celeste, y los diferentes puntos de vista, bajo los cuales nos es lícito mirar la forma del esferóide terrestre, segun las circunstancias en que podamos encontrarnos, comparando entre sí las magnitudes que resultan de considerarlo desde la forma esférica más sencilla, hasta la de un esferóide complicado, con la idea de hacer comprender con claridad en qué estriban realmente las diferencias, y hasta qué punto son insignificantes en cada caso, segun el grado á que nos sea necesario llevar las aproximaciones.

Nada hemos omitido de cuanto es más indispensable para trazar, comprender y esplicar una esfera celeste ó un globo terrestre, ya astronómica, ya geográficamente considerado.

Espusimos tambien al principio, el embarazo que envuelve en la práctica el uso de los globos materiales, ya porque su volúmen hace reducir su diámetro, ya por el gran espacio que ocupan, ya por la imposibilidad de su transporte y de consultarlos en circunstancias dadas, ya tambien, y es lo más, porque cuando necesitamos únicamente, como sucede casi siempre, conocer aisladamente alguna de sus partes, y esto con todos sus detalles posibles, viene á ser inútil todo lo demás que es causa de tanto embarazo.

Todas estas circunstancias digimos eran causa imprescindible de recurrir á las proyecciones gráficas para llegar á obtener cartas ó mapas, exentos de estos inconvenientes, dirigiendo en consecuencia nuestros pasos hácia este capital objeto, al cual podemos decir hemos llegado al menos en la parte descriptiva ó puramente gráfica.

Dejamos indicadas las dificultades é imperfecciones que envuelven los diferentes géneros de proyeccion empleados, en razon de la naturaleza no desarrollable de las superficie de que se trata, puesto que no es posible estenderla sobre un plano sin que resulten dobleces y aberturas, y la desorganizacion, por decirlo así, que habia de resultar en todas sus partes al estender las espresadas superficies, puesto que habian de perder todos los puntos en esta operacion su posicion absoluta y su orientacion verdadera.

Y hemos visto, finalmente, que el único medio que se nos ofrecia para obviar en cierto modo tantos embarazos, era tomar desde luego como base de toda proyeccion los meridianos y paralelos, ó lo que es lo mismo, el establecimiento de la cuadrícula que forman sus intersecciones mútuas, ó sea las escalas de proyeccion correspondientes, puesto que sin su auxilio nos era imposible dar un solo paso hácia el objeto, á la vez que por su medio tenemos en la amplitud relativa de los grados la magnitud de las distancias entre los puntos y la medida de las superficies; dándonos además con su trazado material sobre los mapas,

una orientacion completa, que si bien convencional, resulta fija y determinada para cada uno de los puntos.

Una consideracion nos resta, sin embargo, que esponer acerca de este asunto tan importante, y es que si toda esta deformacion se refiere únicamente á estas líneas capitales, aun geométricamente consideradas, ó lo que es lo mismo, á la proyeccion del *conjunto*, qué no sucederá cuando se consignen dentro de estos cuadros los detalles geográficos, los orográficos y los hidrográficos, que son los que en último resultado constituyen verdaderamente un mapa. En estos, por consiguiente, nada puede ser absoluto, esto es, consignado de una manera real y efectiva: la exactitud tiene que ser de relacion, á partir de los meridianos y paralelos supuestos ó de la cuadrícula de que hemos hablado, y la posicion de los lugares, la direccion de las corrientes de agua, las cadenas de montañas, etc., etc., guardarán en los mapas su posicion verdadera con respecto á los meridianos y paralelos que tienen inmediatos, pero no con relacion á la absoluta que ocupan en el globo.

Esplanaremos estos detalles con respecto á los mapas geográficos.

Los planos y los mapas tienen como hemos visto por único objeto, representar gráficamente ó por medio de líneas la superficie de la tierra que comprenden y los objetos que sobre ella aparecen.

Esta representacion gráfica no puede efectuarse sin ser conocidos de antemano los datos numéricos, cuya traduccion fiel ha de hacerse al lenguaje de las líneas; la topografía y la geodesia consignan los métodos más convenientes para reunir los elementos necesarios; y la geometría descriptiva se encarga de establecer los principios segun los cuales estos datos han de espresarse gráficamente ó en proyeccion, de modo que puedan leerse y estudiarse sus relaciones.

A pesar, sin embargo, del vasto campo que se desarrolla desde este punto de vista, la ciencia topográfica no se presenta sino por su lado material, tanto en su esencia como en el resultado, «medir y trazar las líneas medidas.» Pero es porque hemos querido eliminar de la cuestion su filosofía, prescindiendo de sus condiciones principales, presentándola reducida á un mecanismo geométrico, dejando á un lado los elementos que constituyen la esencia del problema.

Antes de describir un asunto es necesario comprenderlo en todas sus partes; antes de ofrecer en combinacion una série de objetos, es indispensable conocer las relaciones que los ligan mútuamente, y que fijan el modo de ser entre sí, y mucho más si han de ser presentadas estas relaciones segun una mira especial y determinada.

Bajo estas consideraciones, el mezquino cuadro geométrico que hemos bosquejado al principio, se engrandece; la topografía deja de ser un mecanismo y llama en su

auxilio no solo las ciencias matemáticas, sino las ciencias físicas y naturales y á las artes.

Se ha visto que la superficie de la tierra se describe en su totalidad en los globos y en los mapas generales; grandes porciones de ella, quedan comprendidas en los mapas geográficos ó corográficos, y últimamente las cortas estensiones vienen á constituir los planos topográficos.

Físicamente hablando, la superficie de la tierra se puede considerar para la descripcion bajo tres aspectos diferentes, el orográfico, el hidrográfico y el geognóstico.

Política y militarmente la geografía reconoce una porcion de subdivisiones que obligan á dividir en secciones los dos grandes grupos anteriores; la administracion, la guerra, la marina, reconocen tipos geográficos especiales.

Aun los planos topográficos, segun el uso á que se los destina, su índole y sus circunstancias, envuelven necesariamente maneras de ser diferentes.

Procedamos por partes y con detenimiento; el problema gráfico que nos ocupa, léjos de tener una solucion material y única, abraza teorías científicas luminosas, dignas de fijar la atencion, y de un detenido estudio.

Hemos visto que en los mapas era indispensable recurrir desde el principio, á medios convencionales de representacion, para describir en general la superficie de la tierra que comprenden. Dedúcese, pues, desde luego que siendo solo aproximada la proyeccion general de la super-

ficie, la exactitud en la descripcion de los objetos que comprenda un mapa y por consiguiente la de este, ha de ser solo de relacion y de ninguna manera absoluta.

Hemos visto en efecto que las proyecciones stereográficas alteran considerablemente las partes centrales al mismo tiempo que las orthogonales adolecen del opuesto defecto, lo cual se hace notar doblemente, porque ambas deben abrazar grandes porciones de la superficie terrestre. En las proyecciones por desarrollo, si bien los defectos anteriores aparecen menores, es porque se destinan á la descripcion de espacios superficiales mucho más reducidos, atenuando, para casos dados, las proyecciones particulares, los vicios que más importa corregir en las proyecciones generales.

Y si esto sucede en la parte puramente geométrica, en la cual parece no debia hallarse obstáculo para conseguir una exactitud completa, en la traduccion en líneas, de los datos numéricos obtenidos por la ciencia geodésica, júzguese lo que debemos esperar del auxilio de las medidas considerado aisladamente, cuando se trate de establecer un verdadero mapa, y se empiece á consignar en él la hidrografía, la orografía y demás circunstancias geográficas que comprende la superficie del globo ¿ni cómo contar con la multitud de medidas necesarias?

Las ciencias matemáticas por sí solas, no son bastantes para dar resuelto satisfactoriamente el problema gráfico que nos ocupa, puesto que no pueden conducirnos á obte-

ner una exactitud absoluta en la proyeccion de la superficie de la tierra, teniendo que contentarnos con presentar á la vista, la posicion relativa de los objetos descritos, despojados de sus dimensiones efectivas; pero no queremos decir con esto que sea posible sin su poderoso auxilio dar un solo paso en la materia.

Supongamos un mapa general del globo; sentemos que para establecerlo tenemos medida su superficie; que conocemos todos los contornos de las tierras y de los mares; que hemos determinado el curso de todas las corrientes de agua; que disponemos de todos los datos necesarios relativos á la direccion y relieve de las cordilleras, y finalmente, que nada ignoramos con respecto á la posicion geográfica de los lugares: con todo, al proyectar gráficamente este cúmulo de datos, empezamos por desfigurar la superficie general, y en consecuencia todos los contornos y esto en proporciones variables, y en seguida nos vemos en la necesidad de alargar unas distancias, acortar otras, variándolo todo en lo respectivo á la geografía, al relieve y á las aguas.

Si, pues, en último resultado todo es hipotético en un mapa, si es indispensable una ciencia especial para establecerlo y descifrarlo, si realmente solo presenta á la vista de la generalidad, las relaciones aproximadas de los objetos que comprende, ¿no deberá ser el punto objetivo hallar del mejor modo posible estas relaciones, empleando para adquirirlas los medios más espeditos, cualesquiera que

sean, poniendo en contribucion toda clase de conocimientos?

Dejemos en buen hora, á las ciencias matemáticas, determinar los datos relativos á la proyeccion más conveniente á un mapa, segun su objeto y condiciones; fijemos por su medio la situacion geográfica de los lugares que abrace; marquemos con su auxilio los puntos principales de las corrientes de agua, y lo mismo los más notables del relieve de la superficie de la tierra que comprenda; todo esto es asequible, todo altamente conveniente y hasta indispensable; pero no exageremos la aplicacion geométrica ó matemática, llevándola más adelante, seguros de que no ha de corresponder á tanta minuciosidad el resultado.

Pero un mapa geográfico no se reduce á esto solo; es necesario consignar en él la topografía de los países á que se refiere, sino en detall al menos en sus rasgos generales. La topografía es la combinacion de la parte orográfica é hidrográfica: la una depende de la otra, sus relaciones son inseparables y fijas. La topografía es una consecuencia del relieve y esta á su vez el resultado de la accion de causas físicas, las cuales si bien podemos decir que en general nos son desconocidas, podemos muy bien clasificar sus efectos.

Llámense, si se quiere, detalles de un mapa, á su topografía, á pesar de que estamos muy lejos de creer exacta esta calificacion, porque de hecho y realmente constituye una de sus partes integrantes; pues bien, estos detalles

decimos, no son del dominio absoluto de las ciencias matemáticas, perteneciendo casi esclusivamente á las físicas y naturales.

Sabido es que los cáuces que recorren las aguas en combinacion con sus líneas divisorias, forman por decirlo así el armazon de la superficie del terreno, ya en general, ya en sus más pequeños detalles; ó geométricamente hablando, que este sistema de líneas puramente físico en sus relaciones, constituye en cierto modo las directrices de la superficie terrestre, sujetando á condiciones fijas sus variados cambios de estructura. Conocida es tambien la índole física precisa del perfil general de las laderas ó vertientes del terreno, reducido por lo comun á una curva convexa cóncava, con sus tangentes superior é inferior sensiblemente horizontales, siendo regularmente de 35° la que pertenece á su punto de inflexion, cuyo perfil viene á ser la generatriz variable, que se apoya en las referidas directrices determinadas por las aguas y sus líneas divisorias complementarias, produciendo en último término esta combinacion las formas materiales del relieve.

La constitucion geognóstica de los terrenos determina sus formas capitales; cada formacion tiene por decirlo así su topografía particular y aun su manera local de existir produce rasgos topográficos especiales.

Orográficamente, las masas tienen la misma fisonomía que los detalles, y solo descendiendo con tino y discernimiento del estudio físico de las generalidades, al de las cir-

cunstancias particulares, es como se hace posible seguir las dependencias y verificar las analogías recíprocas de cada parte.

Físicamente es, pues, como debemos buscar principalmente estas relaciones, sobre todo cuando hayan de consignarse de un modo general, como sucede en los mapas, subordinándolas únicamente á los puntos de sujecion locales geométricamente establecidos, como base de referencias generales.

Hasta aquí hemos mirado el problema geográfico que nos ocupa, con una generalidad que podemos llamar teórica, ó mejor, nos hemos concretado á indicar las bases principales en que estriba su planteo, dejando consignado que los elementos que preceden á la formacion de un mapa son á la vez matemáticos y físicos. Pasemos ahora á otras consideraciones puramente prácticas y materiales.

El radio del ecuador es de.	1144	leguas españolas.
El semieje de la tierra.	1140	
El radio medio.	1142	
La circunferencia de este radio. .	7177	

La superficie terrestre abraza 16.399.732 leguas cuadradas, de las cuales más de los $\frac{2}{3}$ pertenecen á las aguas.

Solo las elevaciones escepcionales de la tierra sobre el nivel del mar esceden de una legua, ó lo que es lo mismo,

en una milésima próximamente del radio terrestre; lo mismo sucede con las mayores profundidades del Océano.

Ahora bien, si suponemos que se haya de redactar un mapa-mundi ó que represente un hemisferio, aun cuando el círculo de proyeccion tenga 2 pies de diámetro, resultará que cada legua estará espresada próximamente por una milésima de pie, ó sea $\frac{1}{4}$ de milímetro, dimension bien poco considerable; de manera que en el mapa todo aparecerá exagerado, perdiéndose todo género de detalles, viéndonos en la precision de indicar solo las cosas más capitales. Si se agrega á esto la escritura, que es indispensable para dar á conocer los lugares por su nomenclatura, y se considera el espacio que es absolutamente necesario destinarle, se vendrá en conocimiento y se tendrá idea clara de lo que puede ser realmente semejante imágen geográfica.

En ella los contornos de las tierras estarán desfigurados, cualquiera que sea la proyeccion empleada, siendo indispensable para hacerlos perceptibles, exagerar sus partes más notables á espensas de otras menos importantes: solo algunos signos convencionales tendrán cabida para espresar las poblaciones principales; los ríos más caudalosos solo conservarán sus mayores afluentes, perdiéndose todas las demás corrientes de agua, y la orografía de la tierra quedará reducida á la indicacion de las grandes cordilleras por grupos de líneas convencionales,

que marquen la direccion general de los levantamientos, espresando por números el relieve de los puntos más culminantes.

Si consideramos el problema con respecto á los mapas generales, ó que comprendan la descripcion de alguna de las diferentes partes del mundo, llegaremos á deducciones análogas.

Parece á primera vista que en esta clase de mapas, puesto que agrandamos considerablemente la escala de proyeccion, debe desaparecer la mayor parte de los defectos que dejamos apuntados al tratar de los hemisferios; tal sucederia en efecto si la índole de los mapas generales no diese cabida á nuevas combinaciones de objetos y solo se redujesen á regularizar y detallar los comprendidos en un mapa-mundi. No es así sin embargo.

La topografía es, hablando en general, la más estensa de las ciencias descriptivas. El arte gráfico por medio de su lenguage simbólico, fija y hace brevemente perceptibles las descripciones que el lenguage usual haria vagas é interminables. Sin embargo, este lenguage tan abreviado, como es ya en sí, no lo es indefinidamente, á pesar de su naturaleza geométrica, en razon de los usos á que está destinado. Solo en los planos topográficos de detall, puede ser la descripcion completa; cuando las escalas van disminuyendo, las descripciones gráficas van naturalmente degenerando en estractos más ó menos reducidos, segun el tipo que aquellas van marcando.

Cierto es que puede suponerse un plano de proyeccion tan grande como queramos imaginarlo y entonces es positivo, que creciendo en la misma proporcion los valores de la escala haremos desaparecer los inconvenientes anexos á esta causa: pero si bien esto es posible, es gráficamente inconveniente; la vista no podria abrazar de un solo golpe el conjunto, y tratándose de una descripcion en imágen este seria un defecto considerable: verdad es que alejándose del cuadro lo bastante, la disminucion del ángulo óptico equivaldria á la reduccion de la escala y nos presentaria de una vez el conjunto; pero es evidente que entonces el todo aparecerá confuso, que la vista no llegará á percibir los detalles, ni la escritura, resultando inútil, en cierto modo, el trabajo empleado en consignar las nuevas relaciones que la magnitud de la escala habia permitido introducir en el mapa.

Las imágenes geográficas no deben, pues, agrandar aumentando la escala segun la estension del plano de proyeccion que se suponga, sino que por el contrario deben ser lo más reducidas posible, en razon del objeto á que están destinadas; debiendo solo aumentar las escalas á medida que sea menor la superficie que haya de describirse, como si fueran dados invariablemente los límites de magnitud del cuadro de proyeccion, por medio de consideraciones ópticas y especiales.

Bien hubiéramos podido prescindir de estas observaciones, reflexionando que si nada subordinase la magnitud de

los cuadros de proyeccion, y por consiguiente las escalas, no seria lógica la subdivision en mapa-mundis, mapas generales, geográficos y corográficos, tan generalmente seguida y practicada, al tratarse de la descripcion de la superficie terrestre.

Bajo estos precedentes se ve, que los mapas generales diferirán únicamente de los mapa-mundis en que la descripcion será menos compendiada, pero siempre lo estará mucho con relacion á los simplemente geográficos y los corográficos, y sobre todo si descendemos hasta los planos de detall topográficos.

Para concluir haremos algunas indicaciones sobre estas diferencias.

Hemos visto que están valuadas aproximadamente:

	Leguas españolas.
La superficie general del globo en.	16.400.000
La del Asia.	1.240.000
La de Europa.	360.000
La del Africa.	900.000
La América septentrional.	650.000
La América del Sur.	570.000
La Australia.	230.000
La de todas las islas.	300.000
Correspondiendo al Océano y mares interiores.	12.150.000

ó sea las tres cuartas partes de la superficie terrestre.

Comparadas estas superficies parciales con la general del globo, resulta que

El Asia es.	$\frac{1}{13}$ de la total	ó	$\frac{1}{6,5}$ de su mitad.
La Europa..	$\frac{1}{45}$	ó	$\frac{1}{22,5}$
El Africa..	$\frac{1}{18}$	ó	$\frac{1}{9}$
La América del Norte	$\frac{1}{25}$	ó	$\frac{1}{12,5}$
La América del Sur..	$\frac{1}{27}$	ó	$\frac{1}{13,5}$
La Australia..	$\frac{1}{71}$	ó	$\frac{1}{35,5}$

Cuya mútua relacion es próximamente de 1 á 5 en su máximo, siendo de 1 á 16 la media para un hemisferio.

Dedúcese, pues, de estos números que tanto los hemisferios como los mapas generales pueden quedar comprendidos en planos de proyeccion del mismo tamaño, entre ciertos límites de escala, sin que por esto pierdan nada ni unos ni otros respecto á su claridad y al objeto á que están destinados, una vez que hayamos determinado para un hemisferio por ejemplo, la magnitud conveniente del cuadro.

Una cosa hay enteramente comun á unos y otros trabajos, que es la parte de escritura.

La escala á que se sujeta la magnitud de la letra de que haya de hacerse uso en los planos topográficos, no puede ser la misma para los mapas geográficos. En estos las escalas para la escritura tienen límites distintos. Las imágenes topográficas pueden reducirse sin inconveniente en geogra-

fía á meras indicaciones, y comprender en topografía los más minuciosos detalles, al paso que la escritura no puede dejar de ser legible, al mismo tiempo que la exageracion de esta cualidad, puede envolver inconvenientes graves.

La escritura, pues, en los hemisferios y mapas generales deberá ser siempre la misma: tocará al límite de pequeñez si queremos, relativamente á la diferente importancia de los letreros, pero este límite es de una magnitud considerable en sí, y mucho más si se le compara con la de los objetos á que se refiere la escritura.

Una vez, pues, que no es conveniente que los cuadros geográficos escedan de cierta magnitud superficial en cuanto al conjunto; sentado que la escritura debe necesariamente ocupar espacios dados, creciendo estos en relacion al número de los objetos que clasifica; teniendo en cuenta que los detalles de las imágenes geográficas no pueden aumentar en la misma relacion que las escalas, pues cada objeto, cada detalle exige una interpretacion escrita, la cual roba necesariamente el espacio que habia de destinarse á la descripcion de sus inmediatos; dedúcese desde luego que la ampliacion que recibe la parte de un hemisferio cuando asciende á formar un mapa general geográfico, no es tan considerable como á primera vista pudiera haberse creido, teniendo solo en cuenta la diferente magnitud de las escalas.

Los mapas generales, pues, no pueden comprender tampoco sino rasgos generales de la superficie terrestre,

tanto respecto á las aguas como al relieve y lo mismo con relacion á los demás objetos geográficos.

Fácilmente podemos darnos cuenta de esta conclusion, reflexionando, que dado el caso que consideramos al principio de un cuadro de 2 piés de lado, aun cuando supongamos que la parte del globo descrita permita usar de una escala 22 veces mayor que para el hemisferio, como en el mapa de Europa, cada legua de estension estaria representada por 2 centésimas de pie, ó 6 milímetros.

En los mapas particulares que solo abrazan la estension de una nacion ó un reino, es en donde la geografía, por decirlo así, empieza á desarrollarse.

Un mapa bajo estas condiciones podrá contener las poblaciones principales, los límites de las provincias y las carreteras, los grandes canales, y con mayor razon espresar la hidrografía general y los grandes accidentes del relieve. Las distancias podrán valuarse con bastante aproximacion por medio de las escalas de proporcion, porque la proyeccion general solo estará ligeramente desfigurada, verificándose que la escritura impedirá únicamente la descripcion de lugares y objetos relativamente de poca importancia.

Los mapas corográficos ó comprensivos de una sola provincia, pueden reputarse como el límite inferior geográfico: es cierto que estos mapas no admiten aun los

detalles topográficos, pero ningun rasgo suyo dejará de tener cabida, y aun los pequeños objetos tendrán su representacion convencional adecuada: las comunicaciones entre todos los puntos podrán ser indicadas, y lo mismo los límites de los partidos y jurisdicciones, y aun las masas de cultivo y la vegetacion en grande podrán ser suficientemente espresadas; y la escritura bien ordenada, hallará espacio suficiente para clasificar todo género de objetos, sin que haya que eliminar ninguno por falta del espacio necesario.

CLASIFICACION DE LOS MAPAS.

MAPAS ELEMENTALES.

Los mapas que se redactan para la enseñanza, para acompañar los tratados de geografía por ejemplo, ó para formar atlas generales, deben estar delineados con la mayor claridad, y no contener sino los objetos principales, con esclusion completa de detalles. Así que, el mapa de una de las partes del mundo, será muy aceptable, aunque solo comprenda su configuracion general, los ríos y las cadenas de montañas más notables, las divisiones ó límites entre las naciones, sus capitales y las poblaciones de más importancia. Si se desean descripciones más completas se

recurrirá á los mapas particulares, que deben ser la ampliacion de las anteriores.

Los mapas no podrán ser empleados con fruto para la enseñanza si no cumplen con el principio fundamental de pasar de lo conocido á lo desconocido, de lo simple á lo compuesto: deben seguir en el desarrollo de los detalles la misma marcha empleada en la redacion del tratado que deban acompañar, no debiendo comprender ningun rasgo, ningun nombre ni particularidad, que no esté consignado en el testo, siendo su verdadero complemento.

Respecto á su parte material de ejecucion, es conveniente, en vez de fijarse en la perfeccion y acabado de la configuracion y de los detalles, buscar la claridad y el relieve, en la espresion de las masas y de los grandes accidentes geográficos, cuidando de que la escritura esté bien dispuesta y que además de ser muy legible conserve escrupulosamente la ortografía de los nombres, eliminando todos los detalles inútiles. Las escalas no deben ser grandes para abrazar mejor el conjunto y hacer menos embarazoso su tamaño.

MAPAS FISICOS.

Estos mapas se destinan á representar la configuracion y el relieve de un país, un estado ó una provincia: no deben espresar sino las creaciones de la naturaleza, sin ocuparse

de lo que tiene relacion con la organizacion política y la civilizacion. Así, pues, deben encontrarse en ellos los ríos, los lagos y las montañas, pero no las ciudades, los caminos, ni los canales.

Un mapa físico puede ser *general* comprendiendo el globo entero, una parte del mundo ó un estado, ó bien ser *particular*, limitándose á una provincia, ó á una comarca: cuanto mayor sea la estension que abrace, más pequeña será la escala, desenvolviendo menos detalles. Un mapa general solo indicará, pues, las corrientes de agua principales, las grandes cordilleras de montañas y sus ramificaciones más notables, dejando para los mapas particulares cuya escala será mayor, la esplanacion de los detalles: en estos podrán tener cabida todas las corrientes de agua afluentes de las principales, las pendientes del terreno podrán ser espresadas, detallados los valles secundarios, así como tambien las cumbres aisladas, y últimamente, indicarán la mútua relacion de las alturas por medio de acotaciones numéricas.

Solo deben tener cabida sobre este género de mapas, los nombres que se refieran á los accidentes naturales, debiendo estar dispuesta la escritura de manera, que no oculte ninguna parte interesante, ni deje duda alguna acerca de los puntos á que su indicacion se refiera.

Estos mapas deben estar acompañados de cortes ó perfiles, sobre todo si espresan descripciones mineralógicas ó geológicas complicadas.

MAPAS POLITICOS.

Los mapas destinados á la indicacion de las circunscripciones políticas y á las divisiones particulares de los estados y de las provincias, no deben contener sino los accidentes geográficos naturales que se refieren á estas divisiones ó que sirven para determinarlas: se deben encontrar en estos mapas las cadenas de montañas y los ríos que separan los reinos ó las provincias, trazándolos con preferencia á otras que si bien de más monta con relacion á la geografía física, carezcan de importancia con respecto á la organizacion política. Un arroyo, por ejemplo, que sirva de límite entre dos naciones formando parte de la frontera será más útil de conocer, que un rio considerable que corra por el interior de uno de los dos países. Lo mismo decimos de las elevaciones del terreno; de los lagos y pantanos, solo deben reprensentarse entre estos accidentes, aquellos que estén llamados á representar un papel principal en las discusiones políticas ó los acontecimientos de una guerra, pero sacrificando todos los detalles insignificantes que recargarian el mapa haciéndole perder á la vez su claridad y utilidad relativa.

El mismo cuidado es preciso poner en la eleccion de posiciones y de los lugares habitados, debiendo ser espresados con preferencia en el interior, aquellos de mayor im-

portancia administrativa, las plazas fuertes, y los puntos de las fronteras por donde están establecidas las comunicaciones.

Si el mapa estuviese en una escala bastante grande para que fuese posible trazar en él los caminos, se preferirán naturalmente las grandes direcciones, aquellas que envuelven un interés internacional, á las de órden secundario.

Este género de mapas es el que debe tenerse á la vista al estudiar la historia y los acontecimientos contemporáneos: son indispensables á los que se ocupan de economía política, de comercio y de industria, y sobre todo á los hombres políticos, y á los encargados de los grandes intereses nacionales.

MAPAS ADMINISTRATIVOS.

En estos mapas no debe trazarse un escesivo número de detalles, sobre todo si se refieren á la geografía física: las principales corrientes de agua, los grupos de montañas y aquellas particularidades que pueden dar idea de la configuracion en globo del país, son suficientes en ellos; pero deben abrazar las divisiones y subdivisiones políticas, las capitales de provincia, las cabezas de partido, las residencias de las principales autoridades civiles, eclesiásticas y militares, y todo aquello que puede dar á conocer la or-

ganizacion, ya en conjunto, ya de tal ó cual parte de la administracion del Estado.

Un mapa, por ejemplo, destinado al servicio del Cuerpo de Ingenieros militares en España, debe indicar la division de las zonas militares del país, la de distritos ó capitanías generales, la de Direcciones subinspecciones y comandancias que componen cada una de ellas; los puntos de residencia de los Directores y de los Comandantes, la situacion de los establecimientos del arma, las plazas fuertes y puntos fortificados, con espresion de la clase á que pertenecen, así como tambien los puntos de acuartelamiento y los de campamento ó estratégicos.

Los mapas destinados á la administracion de justicia, deben contener la division en audiencias y en juzgados, los tribunales de comercio, etc., etc.

Todas estas localidades especiales deben distinguirse unas de otras, sea por su forma particular, sea por medio de signos convencionales, ó por el carácter de escritura de los nombres.

Notas ó leyendas deben completar estos mapas, consignando aquellas circunstancias que no sea posible espresar de otra manera.

Es indispensable en este género de trabajos no perder jamás de vista su especialidad, evitando el consignar en ellos accidentes geográficos estraños al objeto á que particularmente estén destinados.

MAPAS HIDROGRAFICOS.

Los mapas hidrográficos tienen por objeto dar á conocer el conjunto de todas las comunicaciones por agua de una nacion ó una comarca; de dirigir el trasporte de los materiales ó mercancías y de servir de base á los proyectos de canalizacion y de riego del país.

Se deben, pues, trazar sobre estos mapas todas las corrientes de agua utilizables, los ríos navegables ó flotables, con indicacion de los puntos en que empieza la flotacion ó navegacion de los mismos, y todos los canales y sus ramificaciones en acequias: pero es necesario no sobrecargarlos con las corrientes de agua, lagos y lagunas que no sirvan para la alimentacion ó enlace de las líneas navegables, debiéndose reservar el espacio para los detalles que tengan relacion con estas líneas. Se designarán hasta donde sea posible las esclusas y su naturaleza, los puentes, acueductos y los depósitos, pantanos ó recipientes de aguas naturales ó artificiales. Será inútil dibujar las elevaciones del terreno que son estrañas á la direccion de las aguas y que no constituyen las líneas divisorias de las mismas.

Se concibe tambien que es más bien dañoso que útil consignar en estos mapas la posicion de un gran número de poblaciones: deben situarse únicamente las que aveci-

nan los ríos y los canales, las que sirven de puntos de estancia ó de parada, ó que facilitan objetos ó recursos para la navegacion, así como tambien todos los parages de carga y descarga de mercancías y aquellos en que se encuentran los establecimientos de administracion.

Se deberá en muchas circunstancias completar estos mapas con detalles construidos en grande escala, con cortes y nivelaciones é instrucciones más ó menos completas.

MAPAS ITINERARIOS.

Los mapas que se consagran á la indicacion de las comunicaciones, no deben comprender sino los detalles que estén en relacion con la escala, segun la cual se construyan: sin esta condicion, llegarian á ser confusos y difíciles en su uso. Si la escala es pequeña, es preciso limitarse á trazar los ferro-carriles y las carreteras generales ó de primer órden, que sirven las fronteras y las poblaciones principales. Si por el contrario la escala permite cierto desarrollo, se podrán consignar todos los caminos, distinguiéndolos por trazos diferentes, segun su órden de importancia.

Deben situarse en estos mapas con preferencia, las poblaciones que se encuentran sobre las vías y las que están á las inmediaciones: se indicarán los puntos de estacion si se

refieren á los ferro-carriles, los relevos de posta si á la administracion ó á los viajeros, y los de etapa para la marcha de las tropas, cuidando de anotar las distancias que los separan, bien entre sí ó de la capital. Se debe, en fin, tratar de hacerlos todo lo útiles posible, sin perder de vista la especialidad á que se los destina. Solo se situarán en estos mapas los ríos principales y las montañas indispensables para reproducir en conjunto la configuracion física del país. Lejos de los caminos, solo deben indicarse aquellos puntos notables cuyos nombres y circunstancias no puedan dañar á la claridad del mapa.

CARTAS MARINAS.

Estando destinadas estas cartas á la navegacion marítima, no deben espresar más que las costas y la desembocadura de los ríos. Es necesario, sin embargo, indicar en ellas con minuciosidad multitud de detalles, lo cual obliga á construirlas en la mayor escala posible. Se debe hallar en ellas, en efecto, además de la configuracion de las costas, la espresion de su naturaleza; esto es, si son bajas y unidas, si están bordeadas de arenas, de dunas ó de rocas y si estas están cortadas á pico formando altos batideros. El interior de las tierras permanece en blanco, pero se trazan en los mares la forma de los bancos de arena ó placeres, ya sea que estén constantemente al descubierto ó

que permanezcan siempre ocultos, ó se cubran alternativamente con las mareas; se fija exactamente la posicion de los escollos, de los bajos, de los arrecifes y de las rompientes, la direccion de las corrientes y rebezas, y de cuantos accidentes sean conocidos, completando con cifras de sonda la profundidad de las aguas en cuantos parages sea posible el hacerlo, y con las letras iniciales de la naturaleza del fondo.

Se suelen colocar rosas de orientacion en medio de los mares, cuyos radios prolongados indican la direccion de todos los vientos.

Frecuentemente es útil y ventajoso comprender en las cartas marinas y en cuadros particulares, los planos detallados de los principales puertos, golfos y ensenadas, y de los parages de más importancia para la navegacion: deben tambien señalar con la más escrupulosa exactitud la situacion de los faros, de las boyas y de las señales y enfilaciones.

En fin, es preciso suponer, como regla general, que el que se sirve de estas cartas está situado en el mar, y que deben indicar todo cuanto le pueda interesar al aproximarse á tierra, para dirigir su maniobra, reconocer el sitio donde se encuentra y el parage á donde debe abordar. Esta es la razon por que estas cartas van tambien acompañadas de la vista general y panorámica de las costas.

Hemos dicho que en estas cartas todos los detalles deben estar reservados para los bordes del mar, dejándose

en blanco el interior de las tierras: esta regla es seguida acaso con demasiado rigor, puesto que se comprende que muchas veces puede ser muy útil colocar sobre todo el litoral aquellos puntos más importantes que por su situacion, su comercio ó su industria, puedan ofrecer recursos á los puertos ó á las playas circunvecinas.

En todos los mapas se acostumbra rayar el borde de las aguas por medio de trazos horizontales, ó por líneas paralelas á la configuracion de las costas, desvaneciénlas agradablemente: en las cartas marinas, por el contrario, el borde de las costas es el que se encuentra sombreado por el dibujo al indicar la naturaleza de las mismas, sus arenales, sus dunas y los promontorios, cabos y batideros, ó bien se presentan el contorno simplemente rayado.

MAPAS MILITARES.

Al presente una grande escala es necesaria, porque en estos mapas no es cuestion de dar solamente una idea de la configuracion general del país, si no indispensable entrar en los más pequeños detalles; es preciso trazar los arroyos y las ramblas, los menores caminos y veredas, las infractuosidades del terreno, los cerros, los barrancos, las lagunas y los pantanos: describir los límites de las selvas y de los bosques, las cortijadas, los caseríos, las casas aisladas, los molinos y los puentes: presentar

la imágen completa de un pais, ciñéndose sobre todo á cuanto puede ser útil en las operaciones de la guerra, y á la situacion de las plazas fuertes, de los fuertes ó castillos, de los reductos, de las cabezas de puentes y desfiladeros, y en fin, consignar cuanto deba ser conocido para dirigir la marcha de los ejércitos y sus operaciones, el establecimiento de campamentos y posiciones atrincheradas, y para la circunvalacion y ataque de las líneas.

Esta especie de mapas debe acompañar tambien las obras militares, las relaciones de batallas, la descripcion de los movimientos de un ejército, la de las zonas defensivas de las fronteras, la de los distritos militares, etc.

En ellos es preciso recurrir á signos convencionales para distinguir la mayor parte de los establecimientos civiles, eclesiásticos y militares, para la designacion de las tropas y de sus parques y aun para una gran parte de los accidentes ú objetos puramente geográficos.

Nótase desde luego por esta sucinta esposicion, la dificultad de establecer convenientemente este género de mapas y los inmensos servicios que pueden prestar, ó perjuicios que pueden acarrear segun cumplan ó no, con el objeto y uso á que se les destina.

MAPAS ESPECIALES.

Los mapas destinados á la lectura de las obras históricas, á las descripciones estadísticas, y á las relaciones de viajes, deben estar en armonía perfecta con el testo á que vayan unidos. Se deben encontrar todos los lugares citados en la obra, guardando la misma posicion que se indique, la misma ortografía de los nombres, con todos los accidentes geográficos que se designen, y las indicaciones necesarias para que sean reconocidos desde luego.

El mayor ó menor número de detalles que se encuentren en la obra, debe guiar para la eleccion de la escala del mapa. Cuando se juzgue útil ó conveniente añadir algunas partes á las cuales el testo no haga referencia, por ejemplo algunos ríos, caminos ó posiciones, es preciso hacerlo con mucha reserva, teniendo cuidado de no hacerles perder, por el deseo de hacerlos más completos, la claridad y el carácter de especialidad que constituye su mérito.

Un gran número de obras notables por muchos conceptos, son por lo regular mal comprendidas, ú ofrecen poco interés, porque no están acompañadas de mapas que permitan á los lectores seguir la relacion de los acontecimientos que tratan, y formar idea del teatro sobre que se han verificado. En vano es tratar de ilustrarse por medio de los atlas generales que se tienen comunmente; su ins-

peccion, lejos de ilustrar, suele envolver las más de las veces en nuevas incertidumbres. Solo los mapas especiales pueden obviar estos inconvenientes, debiéndoseles aplicar en todos los casos que sea posible el hacerlo, seguros de sus grandes ventajas.

MAPAS CIENTIFICOS.

Pueden redactarse tambien mapas para una parte especial de las ciencias: se obtienen así cartas astronómicas, geológicas, mineralógicas, zoológicas, agrícolas, forestales, etc., cuyo objeto capital es mostrar la distribucion geográfica de las creaciones ó productos de la naturaleza, de la civilizacion y de la industria.

Estos mapas, más que ningunos otros, exigen una gran claridad, debiendo estar exentos de todo género de detalles estraños á su esclusivo objeto.

ORTOGRAFIA DE LOS NOMBRES.

Al terminar esta reseña, no debemos pasar en silencio una observacion importante; se trata de la exactitud ortográfica de los nombres que se escriben sobre los mapas y cartas. El buen sentido dicta la regla de escribir cada

nombre geográfico de una manera tan aproximada como sea posible, á la usada en el país al cual el nombre pertenece, y de la indicada por una sana etimología. Es preciso no admitir una ortografía corrompida sino en los casos escepcionales en que se tema, que la verdadera no sea comprendida por el mayor número de los lectores. Debe, por ejemplo, escribirse Argel en vez de Alger, que escriben los franceses, pero no seria posible al mismo tiempo designar por su verdadero nombre de Scotland, á la que llamamos Escocia, sin hacer caer en confusion á gran número de personas.

Mucho hemos escrito, ó más bien compilado y espuesto, sobre las escalas gráficas y su aplicacion al dibujo geométrico, segun nos habíamos propuesto.

A pesar de haber sido todo lo parcos posible al tratar de tanta diversidad de materias como se enlazan con el asunto, y envolvia en sí nuestro propósito, conocemos que ha resultado un conjunto demasiado estenso.

Se ve, sin embargo, que para llenar en cierto modo el objeto, no era posible proceder de otra manera.

Todavía se advertirá que la naturaleza de la cuestion permitia ir mucho más adelante. Sin duda en la tercera parte, se echará de menos una coleccion elegida entre los mapas y cartas publicados, que convenientemente ana-

lizada, sirviese de guia y de ejemplo en los diferentes géneros en que hemos visto se subdividen necesariamente estos trabajos; pero se comprende bien que esto nos llevaria mucho más lejos.

Nos hemos concretado, pues, á las cosas principales; y sin embargo, damos fin á nuestro trabajo, con el temor de haber escrito con esceso para muchos, si bien esperamos sea disculpa para todos el deseo de ser útiles al mayor número, idea que sentiremos sobremanera no haber realizado.

FIN.

ESCALAS GRÁFICAS.

INDICE GENERAL.

Páginas.

PROLOGO. VII

PRIMERA PARTE.

ESCALAS DE PROPORCION.

Introduccion. 19

1.º—ESCALAS DE PROPORCION DIVIDIDAS EN PARTES IGUALES.

Idea general. 37

Escalas antiguas de ordenanza. 42

Escalas reglamentarias. 47

Escalas métricas. 52

Observaciones. 66

Escalas decimales. 69

Eleccion de escalas. 72

Empleo simultáneo de diferentes escalas. 90

Escalas de pendiente. 95

Escalas circulares. 109

Escalas dobles combinadas. 111

2.º—ESCALAS DIVIDIDAS EN PARTES DESIGUALES. 115

Escalas particulares de curvatura. 116

Consideraciones. 120

Escalas generales de curvatura. 125

Aplicacion á las superficies irregulares. 131

3.º—ESCALAS ESPECIALES. 143

Escalas trigonométricas. 145

Escalas logarítmicas. 151

Escalas de arquitectura. 156

Escalas de superficies y volúmenes. 158

Páginas.

SEGUNDA PARTE.

Primera seccion.

ESCALAS DE PERSPECTIVA.

1.º—TRANSFORMACION DE PROYECCIONES.
Transformaciones elementales. 173
Vistas ó proyecciones concurrentes. 176
Definiciones y bases de la perspectiva. 180
Red perspectiva. 182
Escalas de frente y de fondo. 183
Proposiciones generales. 189
2.º—VISTA O PERSPECTIVA DE UNA BATALLA.
Preliminares. 195
Problema. 200
Solucion y consideraciones. 201
3.º—ESCALA GENERAL DE PERSPECTIVA.
Escalas combinadas ó correlativas de frente y de fondo. . . . 211
Relacion numérica entre estas escalas. 214
Dependencia recíproca entre un plano y su perspectiva. . . . 223
4.º—PERSPECTIVA FOTOGRAFICA.
Carácter general de las vistas fotográficas.
Su aptitud para la formacion de planos. 225
Práctica de las operaciones. 230
Modificaciones en el aparato usual. 236
Aplicaciones. 241

Segunda seccion.

ESCALAS DE INTENSIDAD DE TINTAS.

1.º—PRELIMINARES. 245
Sombras propias. 247
Sombras arrojadas. 252
Sombras en las perspectivas. 256
Observaciones. 257
Sombras en las proyecciones derivadas. 261
Consecuencias. 264

Páginas.

2.º—PRINCIPIO GENERAL.
Luz perpendicular al plano del dibujo. 265
Desarrollo del problema. 268
Escala general de intensidad de sombras. 272
Perspectiva aérea. 278
3.º—ESCALAS PARTICULARES DE INTENSIDAD DE TINTAS.
Indole de la superficie del terreno. 283
Naturaleza de las pendientes. 284
Escalas de trazos para el terreno. 287
Aplicacion á las zonas elementales. 291
Escala de trazos característicos. 294
Observaciones. 295
Diapasones de trazos y de tintas. 297
Diapasones de la Academia de Ingenieros. 314
4.º—APLICACION GENERAL 325
Dibujo topográfico. 327
Máquinas, adorno, arquitectura, artillería y fortificacion. . . 334

TERCERA PARTE.

ESCALAS DE PROYECCION.

1.º—DEFINICION Y EMPLEO. 341
2.º—PRELIMINARES. 347
Movimiento celeste. 355
3.º—ESFERA. 364
Globo terrestre. 372
4.º—FIGURA DE LA TIERRA 382
Dimensiones de la tierra. 399
5.º—ZONAS TERRESTRES. 418
6.º—PROYECCION GRAFICA DE LOS GLOBOS. 429
Proyecciones stereográficas. 436
Proyecciones orthográficas. 444
Proyecciones por desarrollo. 452
Proyeccion cilíndrica. 458
Cartas reducidas ó esféricas. 466
7.º—CLASIFICACION DE LOS MAPAS.
Mapas elementales. 493
Mapas físicos. 494

Páginas.

Mapas políticos. 495
Mapas administrativos. 497
Mapas hidrográficos. 500
Mapas itinerarios. 501
Cartas marinas. 502
Mapas militares. 504
Mapas especiales. 506
Mapas científicos. 507
Ortografía de los nombres. 507

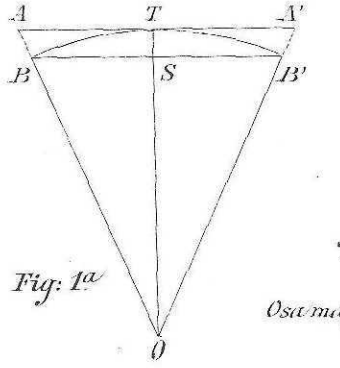


Fig: 1ª

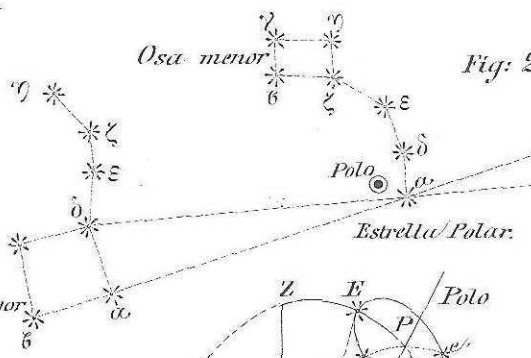
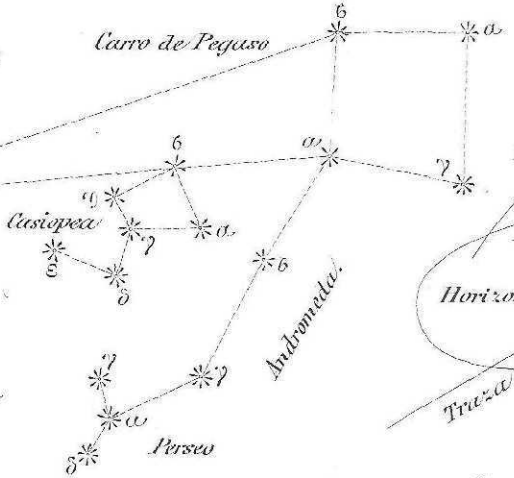


Fig: 2ª



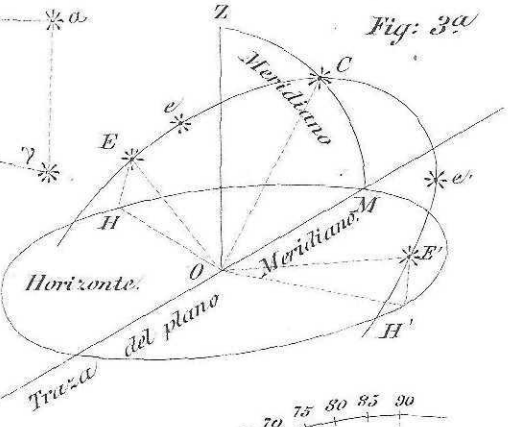


Fig: 3ª

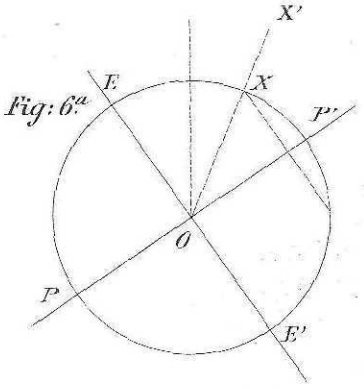


Fig: 6ª

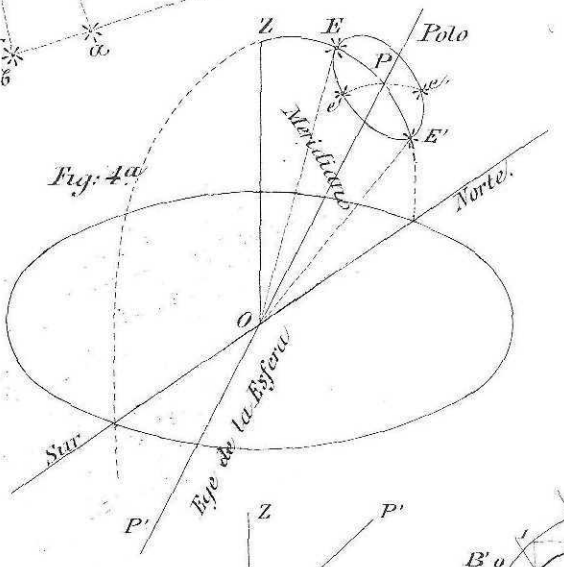


Fig: 4ª

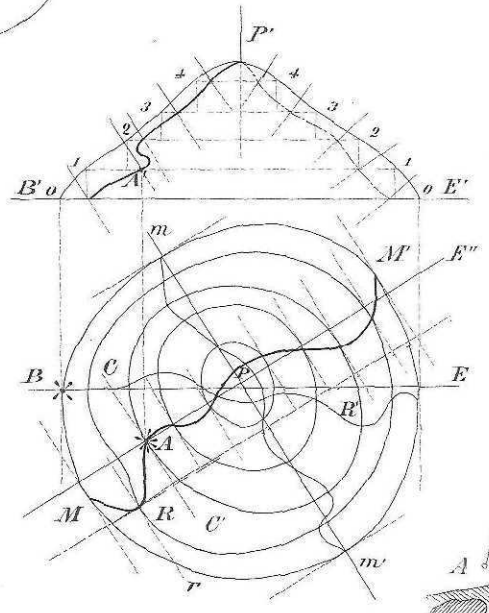


Fig: 9ª

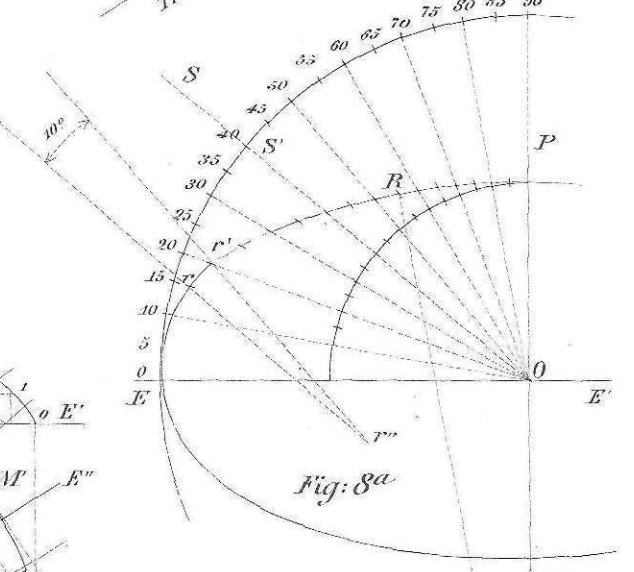


Fig: 8ª

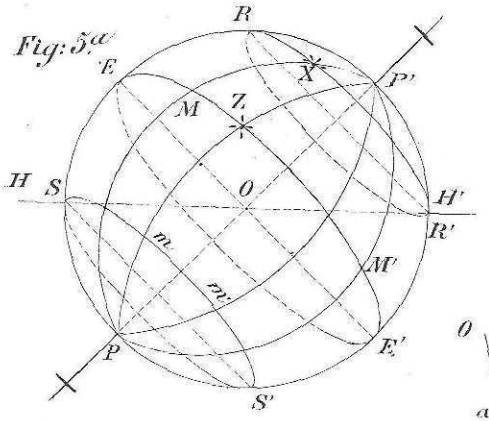


Fig: 5ª

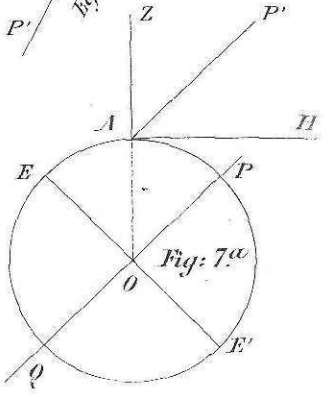


Fig: 7ª

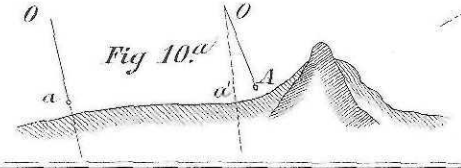


Fig 10ª

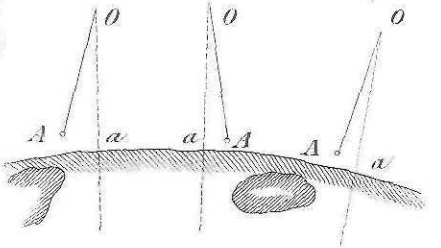


Fig: 11ª

Julio Gª Mencía grabó.

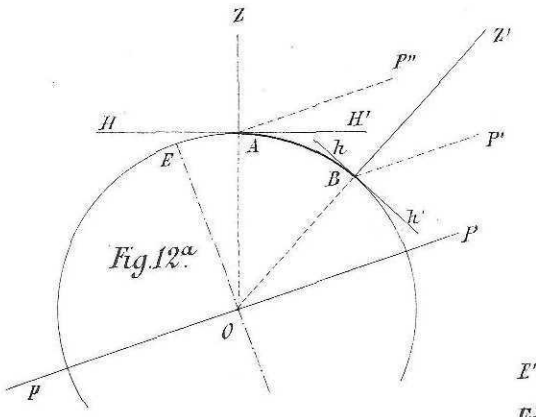


Fig. 12ª.

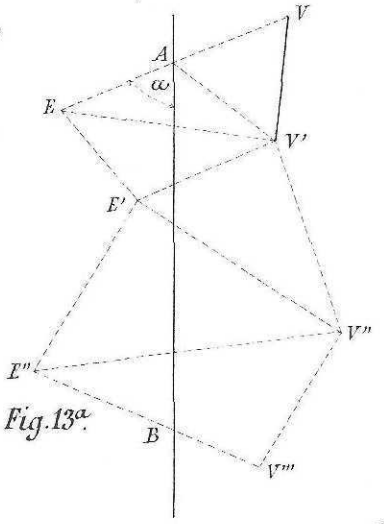


Fig. 13ª.

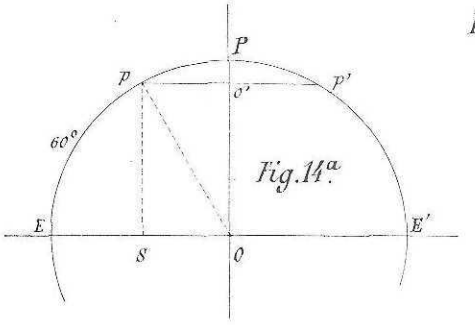
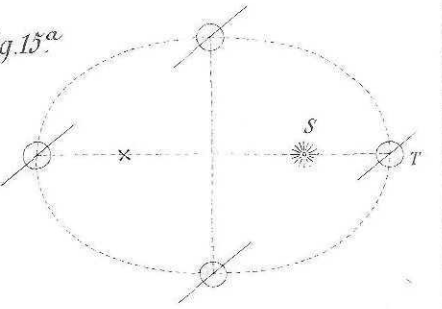


Fig. 14ª.

Fig. 15ª.



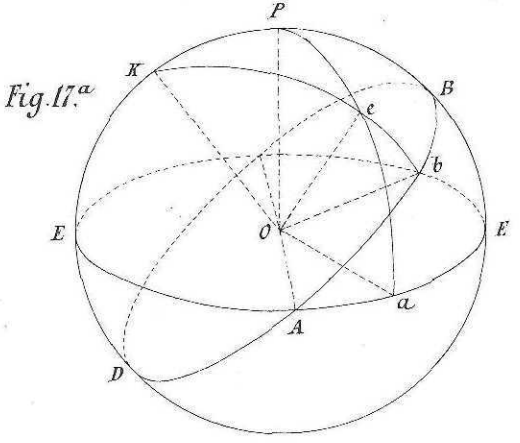
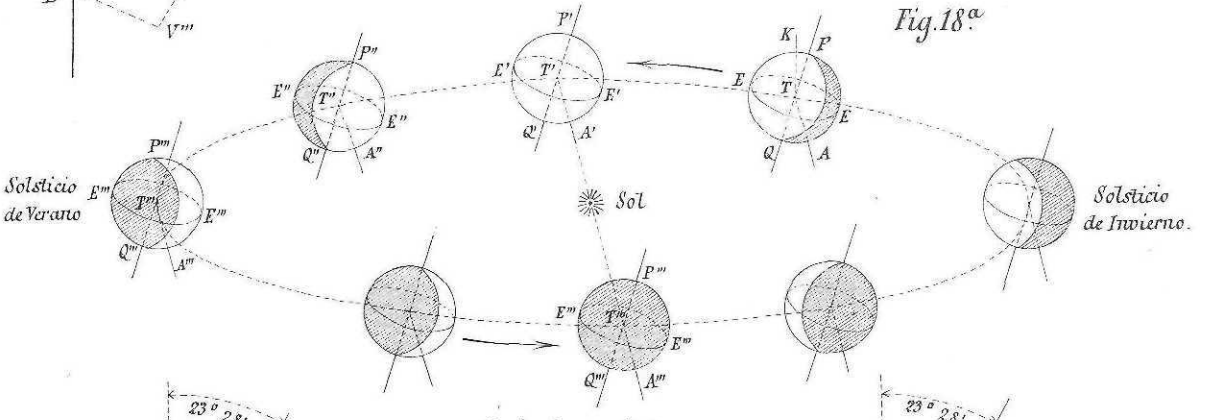


Fig. 17ª.

Equinocio de Primavera

Fig. 18ª.



Equinocio de Otoño

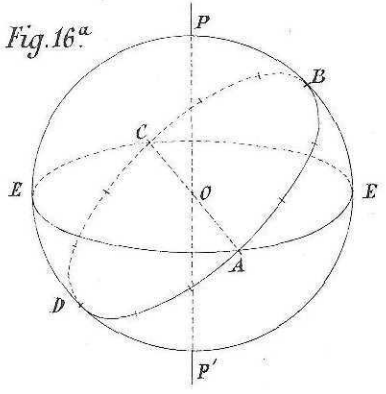


Fig. 16ª.

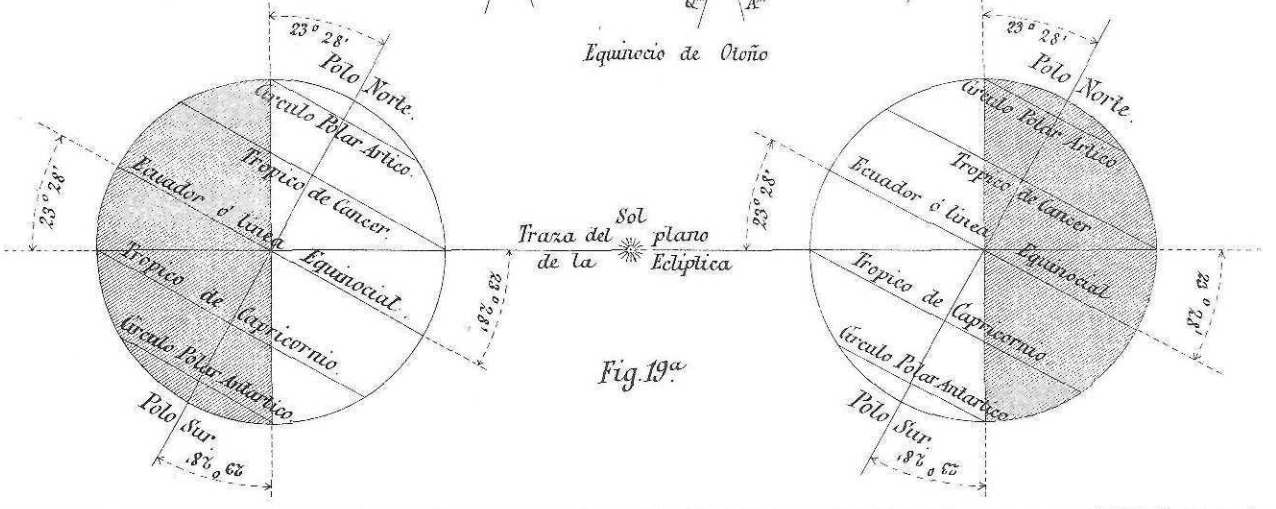


Fig. 19ª.

G. por el Coronel J. Fayarés.

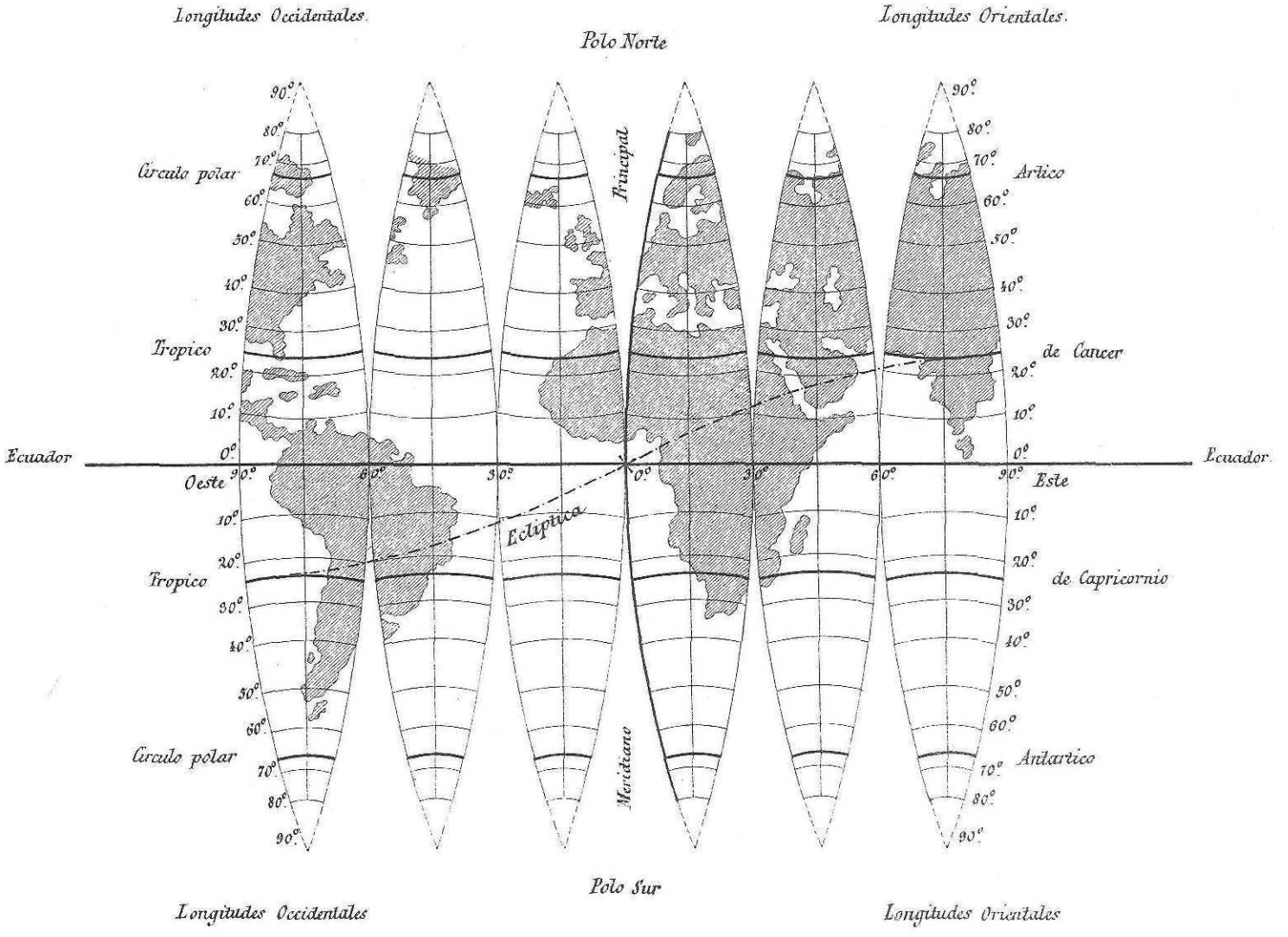


Fig. 20.ª

G.º por J. Pajares.

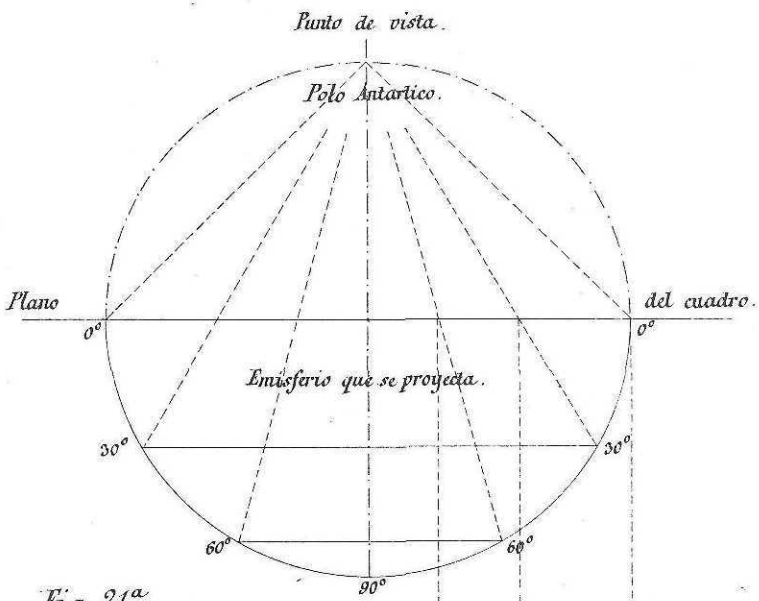
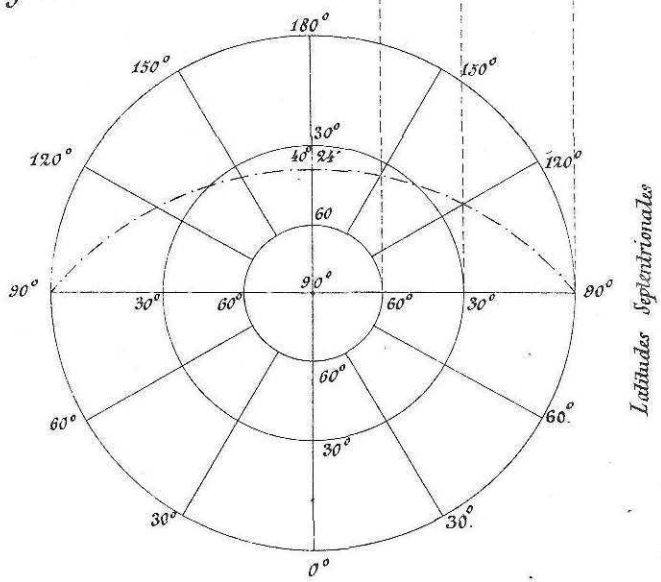


Fig. 21ª



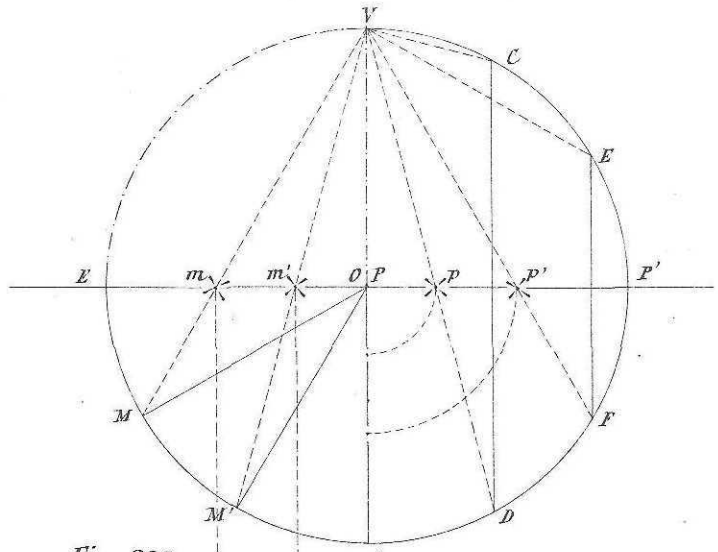
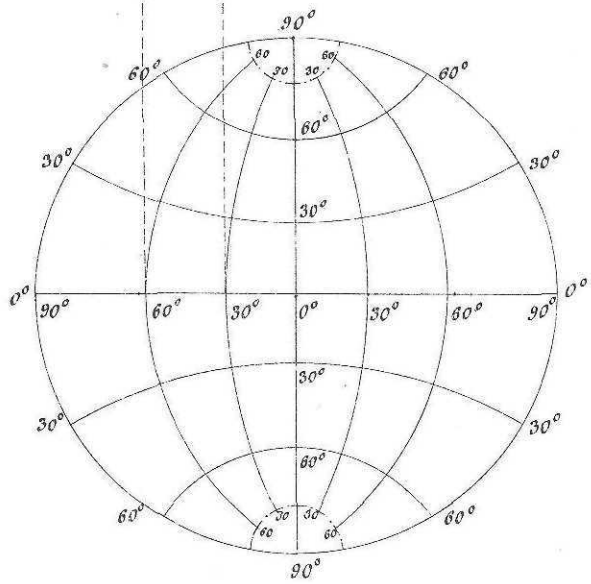
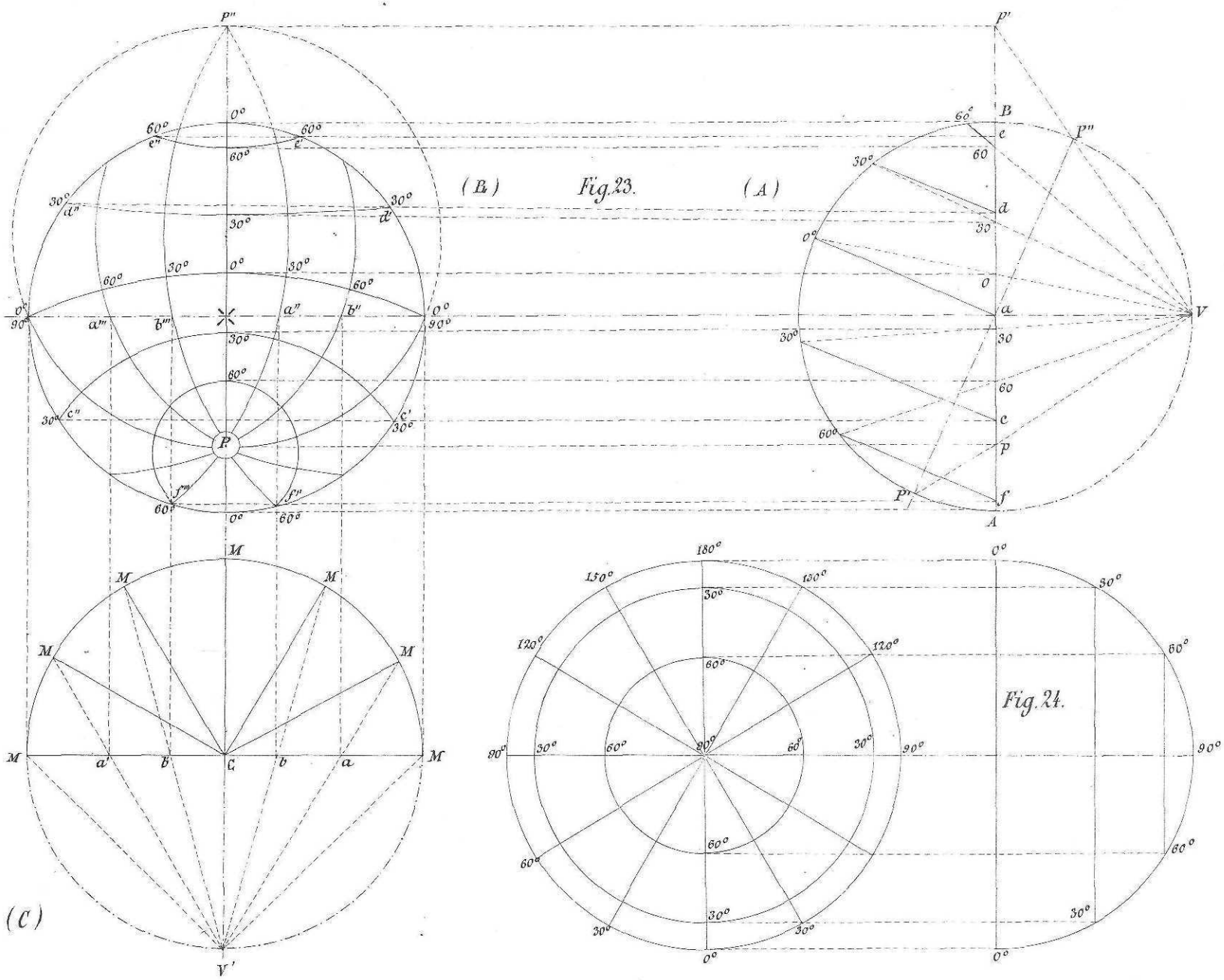


Fig. 22ª



G.ª por J. Pajares.



G.º por J. Pajares.

Fig. 25.

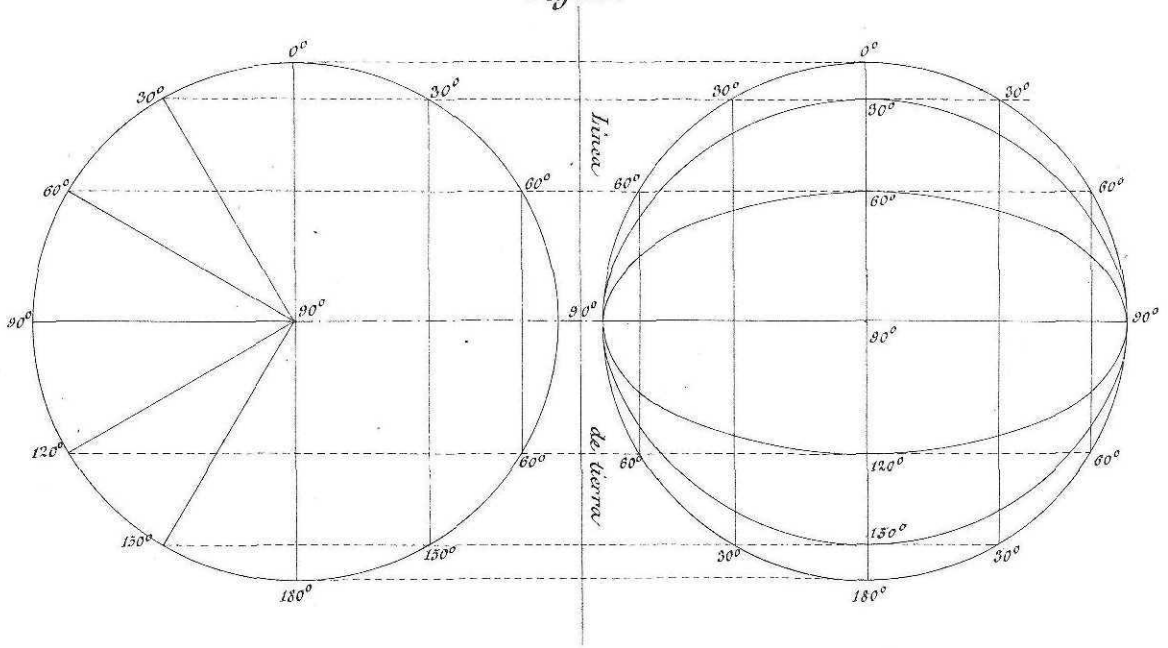


Fig. 26.

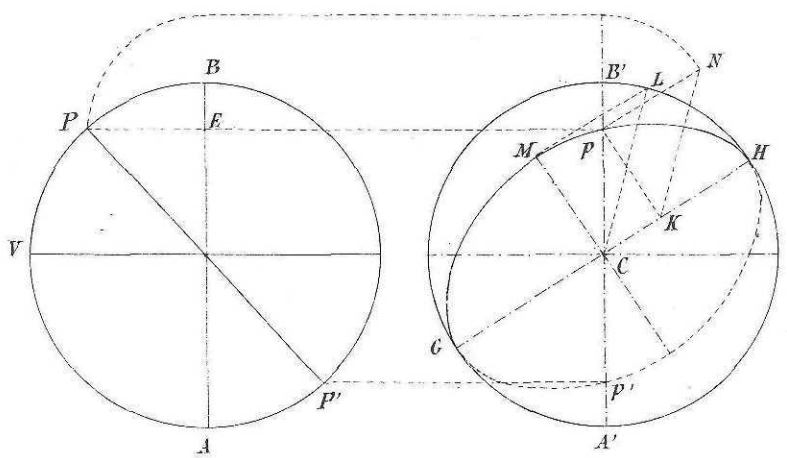
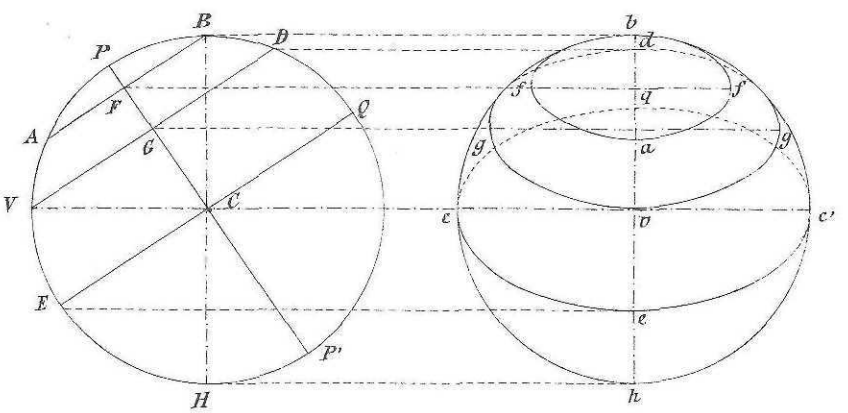


Fig. 27.



G.° por J. Pajares.

Fig. 29.

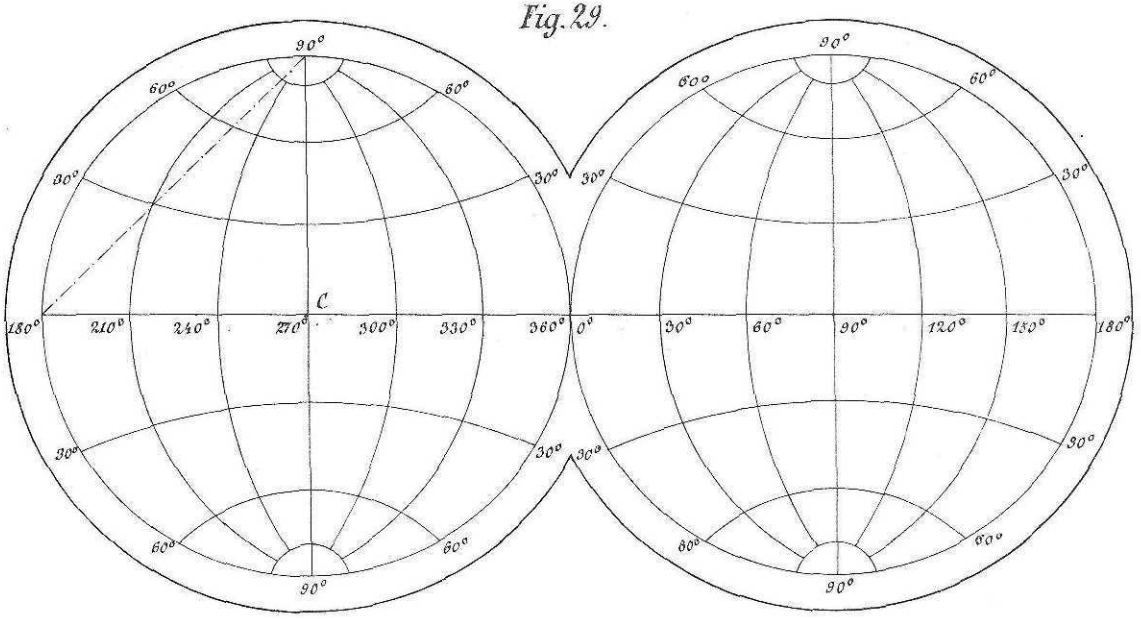


Fig. 28.

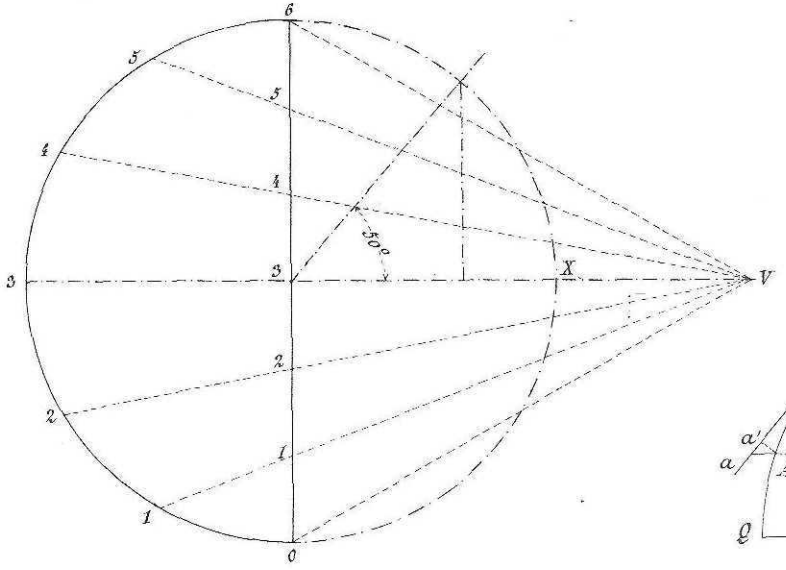


Fig. 30.

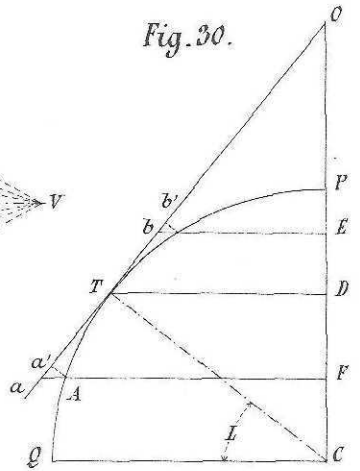
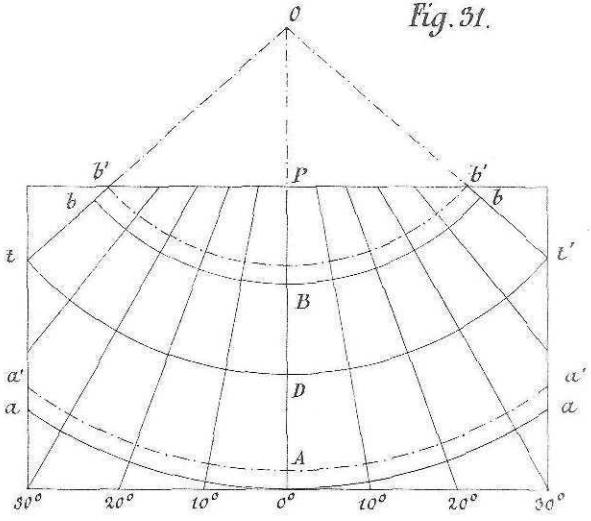
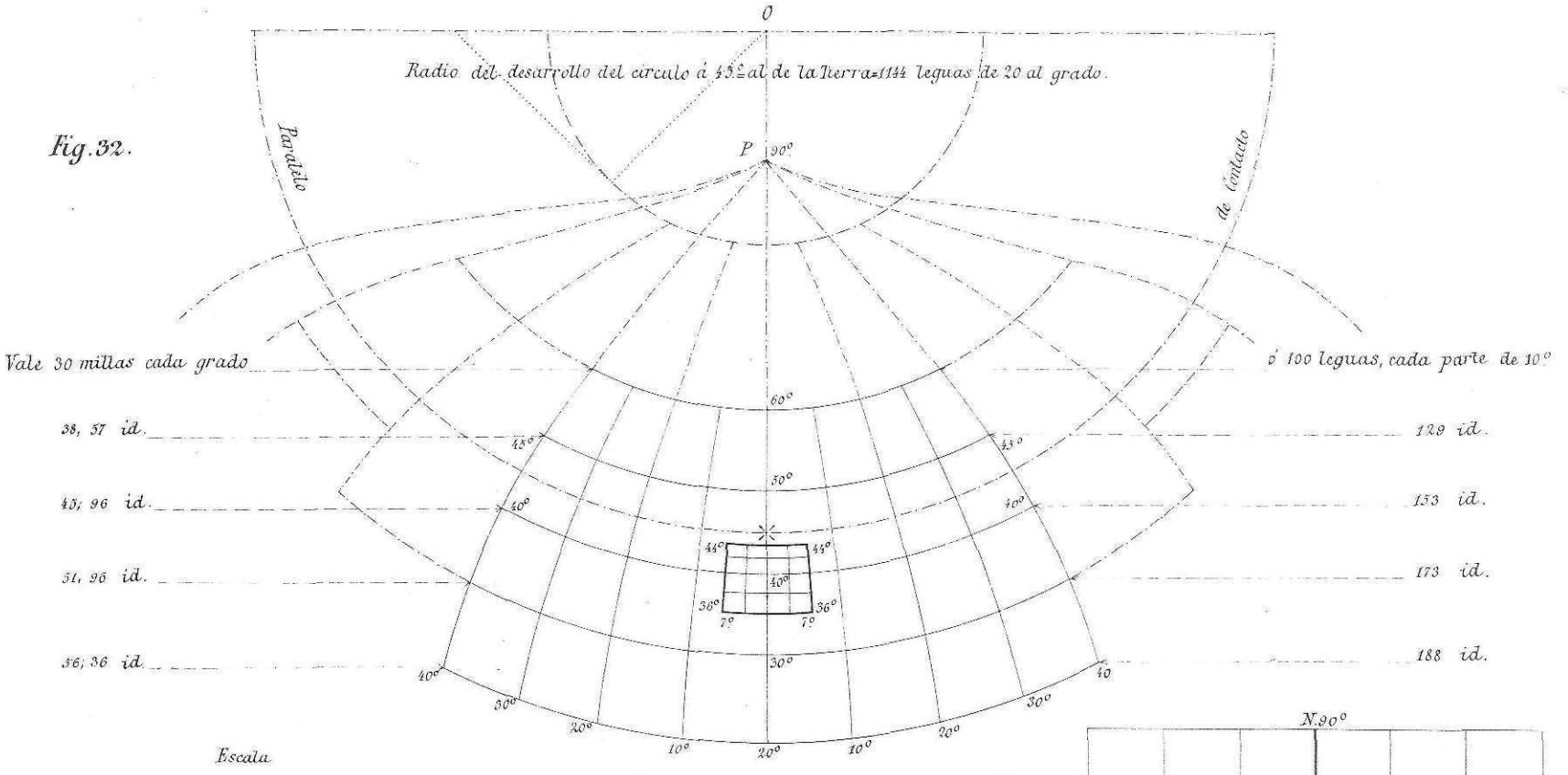


Fig. 31.



G.ª por J. Payares.

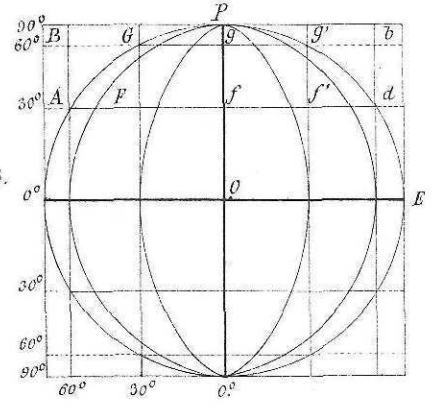
Fig.32.



Escala.

100 50 0 1 2 3 4 500 6 7 8 9 1000 leguas.

Fig.33.



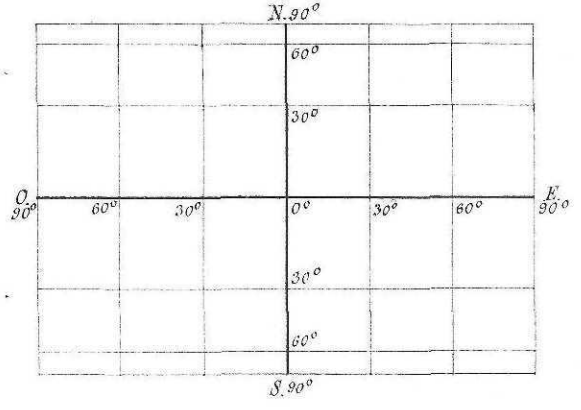
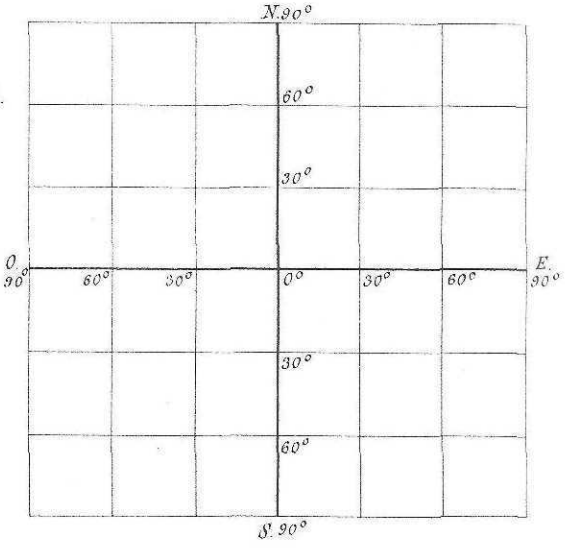


Fig.34.



Gª por J. Pajares.

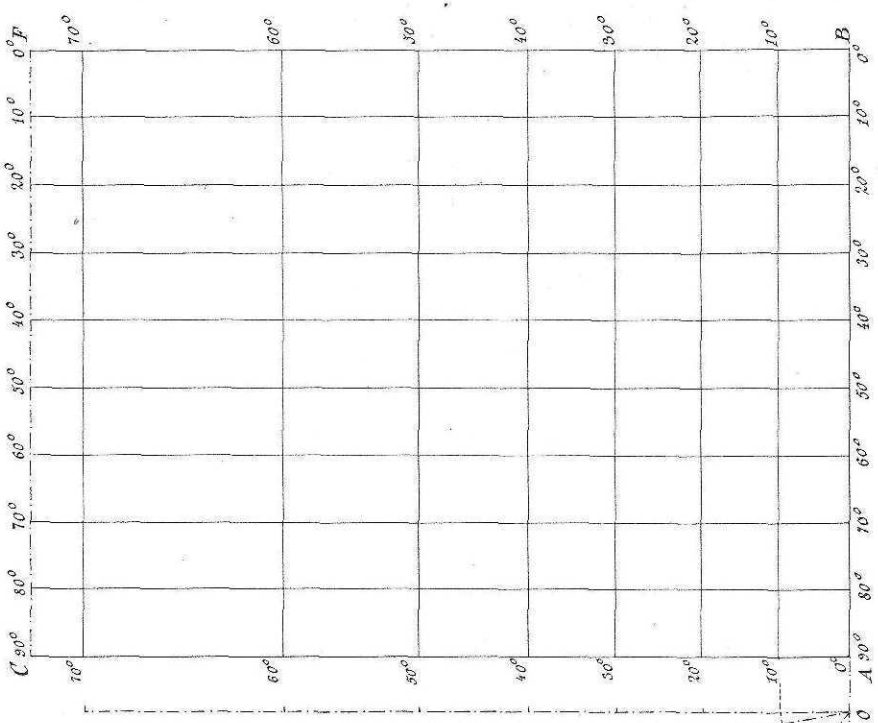


Fig. 37.

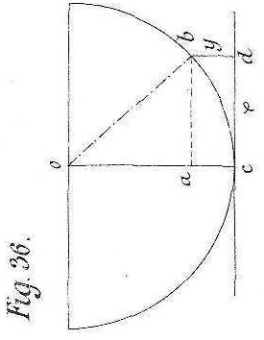


Fig. 36.

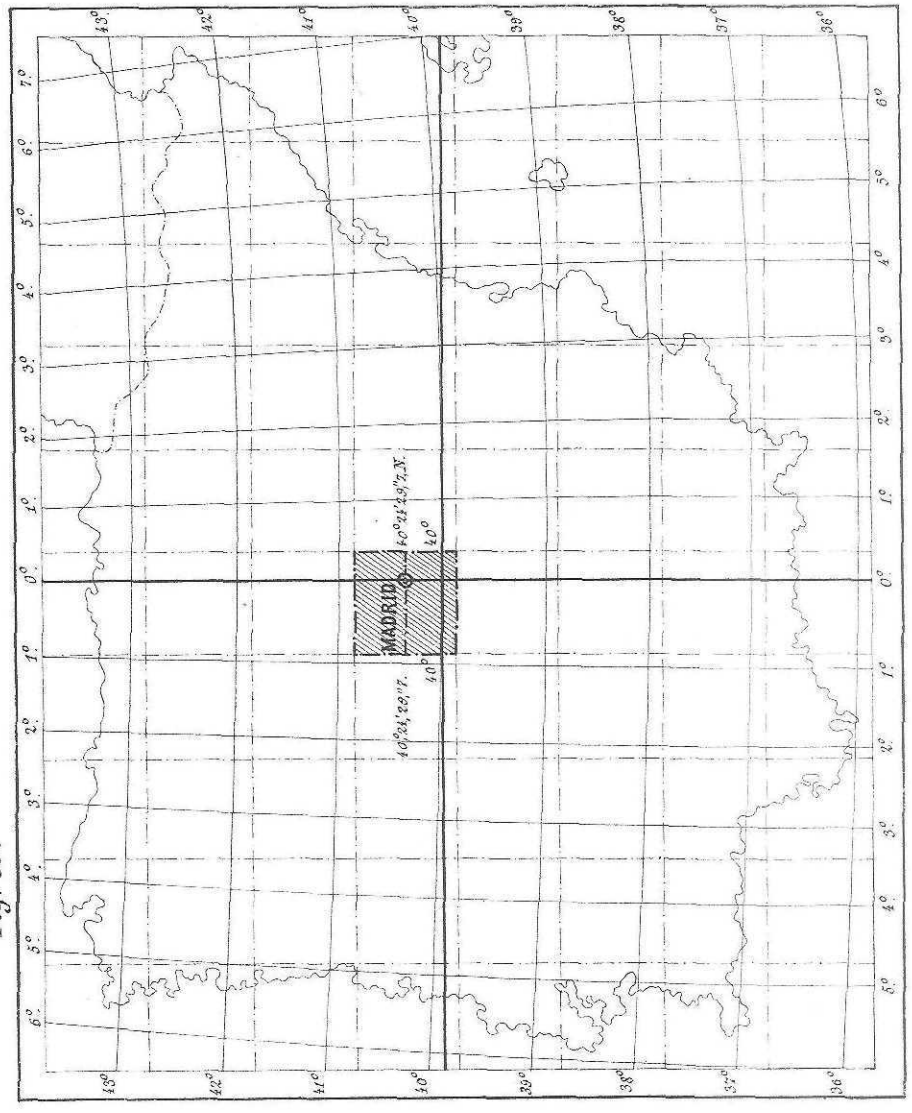


Fig. 35.

Escala de leguas de 20 al grado.

G.° por J. Pajares.

GUERRA DE LOS ESTADOS-UNIDOS.

ESTUDIOS

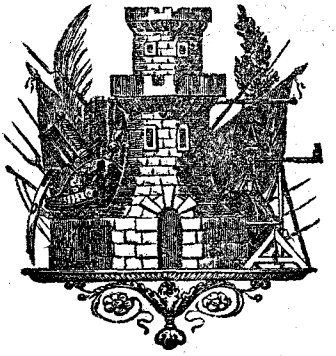
SOBRE

ARTILLERIA, FORTIFICACION Y MARINA MILITAR

PRESENTADOS

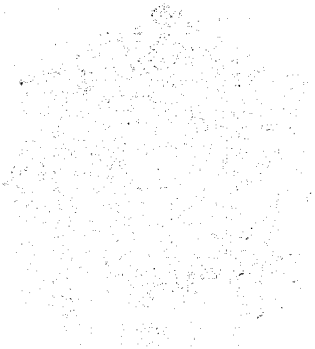
por el Comandante de Infantería, Capitan del Cuerpo de Ingenieros

D. JOSÉ DE OLAÑETA.



MADRID.
Imprenta del Memorial de Ingenieros.

1870.



MARINA MILITAR MODERNA

DE LOS

ESTADOS-UNIDOS.

MARINA MILITAR.

BATERIAS FLOTANTES ACORAZADAS.

Si el descubrimiento del vapor y su inmediata aplicacion á las máquinas causaron una revolucion industrial, comercial y naval; la aparicion de las baterías flotantes acorazadas ha causado otra de no menor importancia.

Cuando el Emperador Napoleon III hacia construir su fragata blindada *La Gloire*, primera de su especie en la Marina de guerra del mundo, calculaba, sin duda, el efecto que produciria en la construccion futura de los buques armados.

A la Europa le tocó descubrir tan terribles máquinas y América fué la destinada á hacer el primer ensayo sangriento, apareciendo en él la batería flotante acorazada de Ericsson, invento llamado á producir un cambio radical en las Marinas.

En efecto, hará época en los anales de la guerra el combate naval, del 8 y 9 de Marzo de 1862, habido en las aguas de la bahía *Chesaspeake*, cerca del fuerte *Monroe*. Allí apareció, el primero de esos dos memorables dias, la fragata blindada confederada *Merrimac* desafiando ella sola el poder de una respetable escuadra federal compuesta de buques de madera; empeña una lucha ventajosa, logra echar á pique la fragata *Cumberland*, hace rendir é incendia la *Congress* y obliga á replegarse á la *Minnesota* y la *Roanoke*, haciéndolas varar y causándoles averías de consideracion, debiendo haber sido las suyas insignifi-

cantes, puesto que al siguiente dia volvió á presentarse con el objeto de finalizar la terrible y destructora obra que habia emprendido.

Providencialmente apareció en aquellos supremos momentos en las aguas del *Hampton-Roads*, la batería flotante acorazada llamada *Monitor*, inventada por el Capitan J. Ericsson y construida bajo su direccion.

Embístense ámbos con furia coraza contra coraza, y despues de un combate de cuatro horas, logra el *Monitor* hacer retirar á su adversario herido á *Norfolk*, salvando así el resto de la escuadra federal, que pocos instantes hacia estaba amenazada de muerte.

La *Merrimac* demostró el primer dia con su batería blindada, compuesta de dos cañones Armstrong de á 100 y de ocho de á 11 pulgadas, la impotencia de los buques de madera desprovistos de aquella armadura; y el *Monitor* en el segundo, la superioridad sobre aquella, debida al mayor espesor de su coraza, á su disposicion y al poder de sus dos únicas piezas del sistema *Dahlgren* (de 15 pulgadas) ingeniosamente colocadas en su torre de hierro giratoria y á prueba.

Es muy notable lo que Ericsson escribia dos dias despues del combate. Decia así: «Haré cuanto pueda para suministrar »á la nacion buques de guerra, que nos permitan desafiar á la »Europa; dadme los medios necesarios y en breve podremos »decir á esas potencias empeñadas en destruir nuestro sistema »de Gobierno: *retirad del golfo vuestros débiles cascos ó perece-reis.* Toda mi vida he estado asegurando, que la ciencia mecá- »nica pondrá término al poder de Inglaterra sobre los mares. »El Océano es el camino natural de todas las naciones; debe ser »libre, y de seguro que libre lo harán las leyes naturales bien »aplicadas.....»

Las palabras de Ericsson, si bien al pronunciarlas no quiso la modestia sobreponerse á su genio, estaban fundadas en una

base de verdad acreditada por la esperiencia. El resultado fué que en aquella época alarmadas Francia é Inglaterra se apresuraron á blindar sus buques, reconociendo la incontestable superioridad de esa armadura, y al mismo tiempo se dedicaron á estudiar los progresos que en el nuevo sistema de Ericsson se iban realizando en los Estados-Unidos durante su guerra intestina; pues desde luego comprendieron el importante papel que estaba llamada á hacer dicha batería en la defensa de costas, puertos y ríos en combinacion con las fortificaciones.

Siendo el objeto de estos estudios dar á conocer el sistema de Monitores Norte-americanos, que son los que han llegado á imprimir un nuevo carácter á la Marina militar moderna, he de encerrarme en detallarlos pasando en silencio el sistema de blindados europeos, harto conocido y tratado ya de una manera más competente. Procuraré tambien ser muy parco en el espinoso campo de las comparaciones y doctrinas, por el temor que me infunde mi insuficiencia para afrontar controversias que tienen hoy muy ocupados á Marinos eminentes.

Antes de entrar en los detalles de construccion de los Monitores, y seguir paso á paso las modificaciones que esperimentaron, hasta llegar á su perfeccionamiento, conviene desvanecer la errónea é injusta idea que prevalece acerca del verdadero inventor de estas baterías flotantes acorazadas. En efecto, es muy general la creencia en Europa de que el Capitan inglés Coles fué el inventor de los buques cupulares y que Ericsson posteriormente copió la idea, introduciendo algunas mejoras.

En un interesante escrito acerca de los buques de coraza, del Comandante de Artillería D. José Carvajal y Pizarro, publicado en el *Memorial* de su Cuerpo, dá tambien por cierta la absurda pretension de Coles, fundándose en un artículo publicado en Alemania. Poco he de esforzarme para llevar el convencimiento al ánimo, pues solo citando las fechas de las comunicaciones oficiales y compararlas entre sí, cabrá á Ericsson toda la gloria de su colosal invento.

En 26 de Setiembre del año 1854, el Capitan Ericsson remitió desde Nueva-York al Emperador Napoleon III un comunicado acompañando las figuras 1 y 2, lámina 13, en el cual ofrecia su nuevo sistema de buques cupulares blindados.

El estracto de dicho documento, del cual acusó al momento recibo el Emperador, es el siguiente:

»Nuevo sistema de ataque naval.

»*Casco*.—Enteramente de hierro.

»*Seccion mayor*.—Triangular.

»*Quilla*.—Ancha y hueca, y cargada para equilibrar los pesos superiores.

»*Remates del buque*.—En puntas no muy agudas.

»*Cubierta*.—De plancha de hierro de 3 pulgadas con bombado de 5 pies, en los dos sentidos de manga y eslora. El forro de hierro tiene en su centro una abertura de 16 pies de diámetro, la cual vá cubierta por una cúpula hecha de planchas de hierro de 6 pulgadas de espesor. La cúpula gira sobre el pivote de su columna central, por medio de engranajes movidos por una máquina de vapor apropiada al objeto.

»*Motores*.—Además de la principal y poderosa máquina de vapor para actuar el hélice y la de la torre, hay otra para hacer funcionar un abanico centrífugo ó ventilador, por cuyo medio se aspira aire fresco al través de numerosos agujeros practicados en la cubierta y cúpula, para airear el interior del buque y suplir á los hornos la cantidad necesaria para la combustion. El aire impuro atraviesa por tubos y sale fuera por otros agujeros colocados tambien en la cubierta y cúpula. En lugares apropiados hay otros de mira para observar lo que pasa en el esterior. En estas aberturas se pueden introducir telescópios reflectores para mayor alcance de vista.

»La madre del timon pasa por una caja de estopas, para que se pueda tener la caña dentro del barco y que no penetre agua. El proyectil que golpea la cubierta rebota, mientras

»que la granada que revienta no puede dañar. La bala sólida »que llegue á tocar la cúpula se hará pedazos inútiles ó rebotará. »Segun este nuevo sistema de ataque naval nada puede una »escuadra de buques de vela en tiempo de calma, á la merced »de una sola batería. El abordaje, como medio de defensa, »sería impracticable, pues la cúpula con sus cañones, que »recorren de una vez todo el horizonte, tirando metralla, »balas y granadas incendiarias, lo impedirian; pudiéndose »apartar oportunamente ó destruir á cuantas embarcaciones »vengan al ataque. Una escuadra al ancla se puede incendiar »antes de que pueda ponerse á la vela. ¿Qué sería de los guarda- »costas ingleses atacados por una batería de estas? ¡Ay de los »buques de guerra de madera que antes dominaban el Océano! »Los proyectiles del cañon Armstrong de gran alcance, apenas »golperán la cúpula una vez en seis horas y entonces sería pro- »bable rebotasen contra los ángulos variantes de su superficie. »Si, por último, diera la bala en ángulo recto contra la cúpula, »esta, que pesa más de 40 toneladas, sería menos sensible al »golpe, que el que un martillo de herrero produjese en su yun- »que; y de esta manera la bala se fragmentaria regando sus »pedazos la cubierta. Durante el combate las portas se apartan »de la vista del enemigo y solo se le presentan en el momento »de disparar. La cúpula convendria estuviese siempre en movi- »miento giratorio, puesto que la puntería á corta distancia exige »poca precision.»

Dice el Capitan Coles en su carta al *Times* de Lóndres de 5 de Abril de 1862, que su esperiencia en el Báltico y el mar Negro en el año de 1855 le sugerió la idea de construir buques blindados, y que á fines del citado año *habia hecho construir por el carpintero del buque Stromboli, un modelo*: y propuso proteger los cañones por un blindaje estacionario ó cúpula.

Parece ser que de parte del Almirantazgo no encontró acogida, y entonces consultó á Mr. Brunel, ingeniero célebre, el

cual aprobó con entusiasmo el proyecto, y aun hizo más, dice el mismo Coles en su citada carta, *me ayudó en los cálculos y me prestó para hacer los planos á sus delineadores*. Dice además, que no obstante del poco caso que el Gobierno hizo á su proposicion, persistió, y en Marzo de 1859 publicó planos de *una blinda con plataformas giratorias*. Por último, en Diciembre de 1860 publicó en el periódico *Blackwood's Magazine* grabados de su blinda y plataforma movida á brazo.

De las anteriores citas, se desprende que Ericsson en 1854 inventó esta clase de buques y los ofreció á Francia, y que Coles aparece tener una idea semejante en 1855 y la publica en 1859. Basta, pues, esta digresion para iluminar el asunto.

MONITORES.

La oferta que hizo Ericsson al Emperador no fué aceptada, y al estallar la guerra en los Estados-Unidos se le autorizó para llevar á cabo su pensamiento, y entonces introdujo modificaciones en su batería flotante, las cuales fueron sustituir la cúpula por una torre cilíndrica giratoria tambien, y colocar sobre la cubierta una casilla para el timonel de forma rectangular hecha con lingotes de hierro. Concluida que fué la batería, la bautizó con el nombre de *Monitor*, nombre que despues ha venido á ser el del sistema, y se la destinó al teatro de la guerra, en donde á su llegada luchó y venció á su adversario la *Merrimac*. Como todo invento en embrion, adolecia de graves defectos, los que hizo palpables el combate, como lo demuestra la carta oficial que el Ingeniero del Gobierno Mr. Stimers le dirigió á Ericsson. En estracto decia así: «Peleamos con la *Merri-*»*mac* durante cuatro horas y la hicimos retirarse á Norfolk en »talante de hundirse. Coraza contra coraza maniobrábamos en »la bahía y nos chocábamos con igual fuerza y decision. Consi-

»dero que los dos barcos pelearon bien. Recibimos 22 balazos, »8 en el costado, 9 en la torre, 2 en la casilla del timonel y 3 »sobre cubierta. Nuestro único punto vulnerable fué la casilla, »habiéndose cimbrado y partido uno de sus grandes lingotes »de 9×12 pulgadas hasta la mitad de su espesor. La bala dió »precisamente donde el Capitan tenia los ojos, el cual estaba en »aquel instante velando al enemigo.

»Trató de perforarnos y hundirnos con su espolon, como lo »habia hecho con la *Cumberland*; pero sacó la peor parte, »porque su proa se montó sobre nuestra cubierta y con el filo »del costado se destrozó la madera hasta una profundidad res»petable. Nos dió tremendo golpe, pero sin causarnos el menor »daño, no conociéndose apenas la abolladura. La torre es mag»nífica y funciona bien; no tengo muy buena opinion del techo. »Los péndulos-portas para cerrar las troneras, son muy bue»nos, aunque no sé cómo resistirán á las balas, pues no llegó á »ellos ninguna. Tiene V. razon en su cálculo sobre el efecto que »causaria á los sirvientes de las piezas el golpe de las balas en »la torre; tres, y entre ellos yo, fuimos derribados y hubo ne»cesidad de conducir á los otros dos á la enfermería, aunque »se recobraron antes de concluir el combate.»

La ventilacion durante el combate fué tan ineficaz, que hubo momentos en que la tripulacion y sirvientes casi se asfixiaban, causándoles asimismo el ruido de los disparos y el choque de los proyectiles enemigos contra la torre, grande aturdimiento, llegando algunos á arrojar sangre por oidos y narices. Este defecto capital hubiese sido por sí solo suficiente para desechar el uso de dicha batería á pesar del resultado victorioso que obtuvo, si el autor no lo hubiese corregido completamente, como tambien los que la esperiencia iba manifestando. En efecto, en el primer proyecto que presentó despues del resultado del combate, arregló otro sistema de ventilacion perfecto, colocando dos grandes ventiladores centrífu-

gos de abanico, en el espacio cuadrado que forman los mamparos debajo de la torre, logrando así traer por agujeros del techo de ella el aire atmosférico á dicho sitio, forzándolo directamente y por conductores á los demás lugares del buque. Tambien varió la forma, construccion y colocacion de la casilla del timonel, que en vez de ser rectangular, la hizo cilíndrica y por el mismo sistema que la torre, situándola sobre ella, pero sin participar de su movimiento giratorio.

Y por último, cambió el trazado general del buque dándole una forma capaz de hacerle adquirir las condiciones marineras de que carecia su primer *Monitor*.

Adoptados por el Gobierno en todas sus partes los planos y especificaciones presentados por Ericsson, contrató con particulares la construccion de varias baterías.

El espíritu de estos contratos se reducia á que los industriales entregasen en un plazo improrogable de cuatro meses el buque perfectamente acabado, completo, equipado y listo para hacer el servicio activo de mar, esceptuando los cañones, municiones, juegos de armas, combustible y provisiones.

La construccion tenia que ser inspeccionada por un Oficial de Ingenieros nombrado por el Departamento de Marina.

Si el contratista trataba de introducir alguna mejora provechosa en la construccion, se adoptaba prévio exámen é imponiendo la condicion de ser garantizada. Las dimensiones de las primeras baterías que se construyeron bajo este contrato, fueron de 200 pies ingleses de eslora estrema; 46 pies de manga y 12 ½ pies de puntal, desde la superficie superior del blindaje de la cubierta hasta el fondo del buque.

El espesor del hierro de las torres de 11 pulgadas, compuesto de once planchas de á pulgada de la mejor calidad.

El diámetro interior de las torres de 21 pulgadas y sobre ellas colocadas las casillas de los timoneles sin tener movimiento giratorio.

El calado de 11 pies, y cuando estuviesen cargados, la cu-

bierta debia quedar 18 pulgadas más arriba de la línea de agua.

Las máquinas, calderas y sus accesorios, de capacidad y poder suficientes para hacer andar al buque lo menos nueve millas por hora en el intervalo de una singladura en tiempo bonancible. Las carboneras con capacidad para contener siete dias de combustible.

Las máquinas de baja presion, con condensadores y uno además para surtir de agua dulce á la tripulacion.

El costo habia de ser de 400.000 pesos fuertes sin contar la artillería y las cureñas.

Con arreglo á estas condiciones procedieron á hacer los nuevos *Monitores*.

No siendo posible dar en esta memoria el número de planos que sobre ellos existen en el Depósito Topográfico de la Direccion general del Cuerpo, y que remití durante la Comision, formando una coleccion completa de todos los que se han construido en aquel país, me limitaré tan solo á producir aquellos que basten para dar una idea exacta y al mismo tiempo ilustren las especificaciones de construccion de los tres diferentes tipos, á saber: los de mediano calado, que son los primeros de que trataré, cuyo destino es el de operar en las costas y puertos en combinacion con las defensas de tierra; los de poco calado para ríos, puertos y puntos de poca sonda, pudiendo sumergirse en el momento del combate hasta enrasar sus cubiertas con el agua, no presentando más blanco que la torre; y los de gran calado, que por sus mayores dimensiones, dobles torres, mayor espesor de corazas, máquinas más potentes, etc., pueden funcionar en el Océano y altas mares.

DETALLES DE CONSTRUCCION

DE UN MONITOR DE MEDIANO CALADO.

Dimensiones generales.

(Lámina 13, figuras 3, 4 y 5.)

	Piés ingleses.	Pulgadas
Eslora de fuera á fuera, inclusa la coraza.	200	»
Eslora de fuera á fuera del casco, propiamente dicho, á la línea del agua.	190	»
Eslora desde el esterior del branque, hasta el esterior del codaste..	159	»
Manga de fuera á fuera, inclusa la coraza	46	»
Manga del casco, propiamente dicho, de fuera á fuera en la cuaderna.	37	8
Puntal en la cuaderna maestra, desde el canto superior del bao de cubierta hasta el forro del plan del buque.	11	10
Flecha de la curva, ó bombado, de la cubierta en el medio del buque..	»	5
Arrufo medido en la regala.	1	»
Distancia del branque al remate proel del casco, propiamente dicho.	10	9
Distancia del branque al remate proel de la coraza.	16	»
Distancia del codaste al estremo popel del buque.	20	3
Distancia del codaste al estremo popel de la coraza.	25	»

Quilla. La quilla, de la mejor calidad de hierro de reborde ½ pulgada de espesor, unido á tope y con fajas de refuerzo cada 6 pies, formará una canal de agua en el sentido de popa á proa de 18 pulgadas de ancho por 4 de peralto. Las fajas de refuerzo,

de ¾ pulgada de espesor y 8 de ancho, bien pegadas con cuatro órdenes de remaches de ¾ de pulgada, y estos á 3 pulgadas de centro á centro en zic-zac.

Roda. La roda, de hierro á martillo, 3 pulgadas de ancho por 6 de grueso: su estremo inferior debe doblarse para entrar en la quilla 5 pies 6 pulgadas (medidas desde la cara proel) y remacharse fuertemente á ella. El estremo superior debe estar enrasado con el embono, ó parte saliente del casco (avante), y quedar unido á él á prueba de agua, por medio de un sobrepuesto de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas, remachado y rebatido en los cantos á la roda y á la parte inferior de las planchas del forro del espresado embono.

Codaste. El codaste, de hierro á martillo, forjado en forma de curva, cuya rama se estiende 6 pies dentro de la quilla, medidos desde la cara posterior. Sus dimensiones son 4 pulgadas de ancho por 9 de espesor, y lleva soldada una pieza con taladro, para el eje del hélice, torneado interiormente hasta un diámetro de 16 pulgadas, debiendo ser el esterior de 22. El eje del taladro no debe quedar en ángulo recto con el codaste, sino tener una inclinacion (hácia la quilla avante) de una pulgada por cada 74 ¼. La cara posterior del taladro, ú ojo, debe quedar acepillada, plana y en ángulo recto con él.

La rama del codaste debe hacerse de manera que se ajuste á la forma del tramo popel de la quilla, á la cual se remachará fuertemente. Una parte de esta rama es de 13 pulgadas de peralto, que va disminuyendo en una curva de doble curvatura, hasta llegar á 4 en el estremo. A lo largo de la parte inferior de dicha rama, á una distancia de 3 pies avante y 1 pie hácia popa (medidos desde la cara del codaste) deben remacharse dos cantoneras de hierro de 6×6 pulgadas (cuyas ramas enrasarán con la parte inferior de la del codaste), formando una superficie de 16 pulgadas de ancho y 4 pies de largo, á la cual deberá unirse la

pieza que lleva la carlinga para la mecha de la madre del timon. Dicha pieza, para la carlinga, se formará con dos planchas de á pulgada de espesor y 24 de ancho sobrepuestas. Estas deben tener una longitud proporcionada para recibir el pinzote del timon y quedar bien remachadas entre sí (1).

El estremo superior del codaste debe estenderse hasta la parte inferior de la cubierta, y ha de ir unido al bao de la misma, con dos barras verticales de $4\times4\times\frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular, de 12 pulgadas de largo, remachadas á los lados del codaste y empernadas de parte á parte en el bao. Este codaste debe tener dos taladros de $1\frac{1}{2}$ pulgada, cerca de su cabeza, para asegurar en ellos el pie de dos tirantes que salen por los costados del buque para reforzar el embono.

CUADERNAS, SUS LIGAZONES Y VARENGAS. Las cuadernas, de hierro angular de $4\times4\times\frac{1}{2}$ á distancia de 18 pulgadas de centro á centro.

Las varengas de 20 pies de largo colocadas á tope en las ligazones, equidistantes del centro de la quilla. Todas las cuadernas á proa del número 61, deben tener taladros de $\frac{7}{8}$ de pulgada, á distancia de 12 pulgadas en la rama que proyecta, con el objeto de sostener el forro interior de la bodega. En cada dos cuadernas, la varenga debe reforzarse con una plancha vertical de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, y esta lleva en su canto superior dos barras de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ de hierro angular, que llegan hasta la ligazon. Las planchas verticales de las varengas de las cuadernas números 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43 y 47 (véase la figura, seccion longitudinal) son de 48 pulgadas de peralto, y el resto de 16 pulgadas. Las cuadernas números 51 y 61 deben

(1) Se usan las dos planchas de una pulgada, por no conseguirse fácilmente de á 2 y que den el ancho de 24 pulgadas que se requiere, para mayor fuerza lateral y á fin de llevar el peso del timon.

Esta variacion ha sido introducida en la construccion de una bateria en la fundicion situada en Jersey-City, frente á New-York.

ser dobles, esto es, formadas de dos barras de hierro angular de $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$ pulgadas, colocadas espalda con espalda, dejando $\frac{1}{2}$ pulgada de espacio entre las ramas que proyectan para recibir los mamparos de la torre. Todas las cuadernas deben tener *escantillon crecido*, es decir, que las ramas se abrirán de esta manera . Las situadas á proa de la núm. 75 tendrán el brazo que proyecta con la cara hácia adelante, y las cuadernas á popa del mismo número lo tendrán hácia atrás. Las planchas de las varengas, de 4 pies, llevarán una barra de hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ remachada en toda su longitud, cuyo tope deberá ir colocado á nivel con el de las varengas de 16 pulgadas.

Puntales bajo cubierta. Bajo cada bao, á proa del mamparo de la torre y á contar desde él, habrá tres órdenes de puntales, hechos con barras cilíndricas de hierro de $2\frac{1}{2}$ pulgadas, con forma de *T* en el pie, empernados á los hierros de ángulo de las varengas con pernos y tuercas de 1 pulgada. El estremo superior de los puntales debe quedar perfectamente escuadrado, plano é ir asegurado con pernos de á pulgada á una zapata de hierro colado, asegurada debajo del bao de cubierta.

A popa del otro mamparo de la torre se pondrá solamente una hilera central de puntales de la forma y dimensiones descritas.

Los mamparos de proa á popa entre las cuadernas 59 y 93, soportan los baos de cubierta, y por lo tanto hacen innecesarias las hileras esteriores de puntales.

Sobrequilla central. Debe haber una sobrequilla central, de proa á popa, que se estienda desde la cuaderna núm. 51 hasta la 3, formada de planchas de 32 pulgadas de ancho, $\frac{1}{2}$ de espesor y $71\frac{1}{2}$ de largo, insertadas entre las varengas de 4 pies y descansando en las de 16 pulgadas. A las varengas de 4 pies van unidas dichas planchas por una barra de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular en cada estremo (la cual va invertida de dere-

cha á izquierda cada dos planchas), y se fijan á las de 16 pulgadas, en los cruceros, con piezas de hierro angular de 7½ pulgadas de largo.

El estremo de la sobrequilla en la cuaderna 51, debe ir bien asegurado por medio de dos barras de 3½×3½ pulgadas de hierro al mamparo de la torre; quedando la cara superior de la sobrequilla asegurada con dos cantoneras de la misma anterior dimension, cortadas y unidas á las piezas de refuerzo superior de las varengas de 4 pies en los cruceros.

Sobrequillas laterales. A lo largo del tope de las varengas de 4 pies, y á una distancia como de 10 pies 2 pulgadas de cada lado de la línea central, de proa á popa, correrá una sobrequilla lateral ó palmejar en el mismo sentido, firmemente remachado en el crucero á la cara de hierro angular.

Estas sobrequillas deben formarse de hierro, de 4 pulgadas de ancho y ¾ de espesor, y colocarse muy pegadas á los pies de los puntales de la cubierta, con el objeto de asegurarlas en su posicion vertical.

Mamparos de babor a estribor. Sobre la cuaderna núm. 1 debe haber un mamparo de banda á banda de ½ pulgada de espesor, el cual se estenderá desde la parte inferior del puente ó cubierta, hasta el fondo del embono ó proyeccion del casco (unos 5 pies de profundidad). Este va remachado á la cuaderna en los costados, unido al bao del puente con pernos de tuerca de á pulgada, á distancia de 12 pulgadas y reforzado verticalmente con barras de 3½×3½×½ pulgadas de hierro angular colocadas á 36 pulgadas de centro á centro.

En la cuaderna núm. 9 habrá otro mamparo como el anterior, que corra desde la quilla hasta la parte inferior del puente, unido y reforzado como se ha dicho y debiendo quedar estanco.

Ambos mamparos han de llevar sus juntas á tope, sus fajas

y barras de refuerzo en la parte proel, y estas remachadas de manera que todo quede liso en la cara popel.

El último mamparo (de que se ha hablado) tendrá una puerta muy sólida, colgada en goznes, que abra hácia proa, ajustándose de tal manera (cuando esté cerrada) que sea estanca, frisándola como se manifiesta en la nota (1). La puerta mide 4 pies de alto y 2 de ancho.

MAMPAROS DE LA TORRE. Sobre las cuadernas 51 y 61 están los mamparos de la torre, formados de planchas de $\frac{1}{4}$ pulgada, unidas á tope con fajas de refuerzo y remaches al ras. Estos se estienden desde la quilla hasta la cara inferior de la cubierta, y se refuerzan con barras verticales de 3×6 pulgadas, colocadas á 24 de centro á centro, proyectando la rama de 6 pulgadas. Dichos mamparos van asegurados á los baos con tornillos de 1 pulgada que los atraviesan en claro, y además con una barra de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas empernada á la parte inferior de estos y remachada á las planchas del mamparo. Se abrirán aberturas de paso en ellos para comunicacion con los diversos compartimentos.

Habrá dos mamparos de proa á popa, colocados á distancia de 15 pies (desde la cuaderna 51 á la 61), unidos á los de la torre, con dos barras de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular, en cada empate. Irán asegurados á las varengas con una barra de la anterior dimension (en cada lado de la plancha), remachadas á ella y á los hierros angulares del tope de las varengas en los cruceros.

Los cantos superiores de los mamparos irán asegurados de la misma manera á los baos del puente, pero con pernos de tornillo de 1 pulgada que los atraviesan.

Las planchas de los mamparos de proa á popa han de ir

(1) Esto se consigue interponiendo entre las orillas de la hoja de la puerta y las de la abertura en el mamparo, anchas fajas de goma elástica.

unidas á tope, llevar fajas de refuerzo y remaches al ras (introduciendo estos hácia dentro). El reforzamiento en sentido vertical, consistirá en barras de 3×6 pulgadas de hierro angular, colocadas á 24 de distancia, dejando proyectar la rama de 6.

Para soportar el aparato motor de la torre, es necesario poner entre los números 51 y 61, fuertes mamparos y tirantes diagonales.

En la cuaderna 69 habrá un mamparo de babor á estribor, compuesto de planchas de $\frac{3}{8}$ de pulgada, el cual irá desde la quilla hasta la cara inferior del puente.

Estas, unidas á tope, con fajas verticales de refuerzo de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular, colocadas en la cara proel, á distancia de 36 pulgadas una de otra. Debe cuidarse no sobresalgan los remaches á popa.

Este mamparo se asegura á los baos de la manera esplicada en los 1 y 9.

El espacio comprendido entre los mamparos 61 y 69, se destina para carbonera. Tiene comunicacion á través de los compartimentos anteriores y posteriores, por dos pasillos formados con planchas de $\frac{5}{16}$ de pulgada, unidas á tope y reforzadas como todas las del buque, cuidando que los remaches queden al ras en el interior de estos. Dichos pasillos tienen techos semi-circulares y piso horizontal, y se aseguran con un anillo adecuado de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas.

Habrá en este mamparo, núm. 69, dos puertas corredizas para sacar el carbon.

En la cuaderna núm. 100 se situará un mamparo de banda á banda de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, y en un todo igual á los de las cuadernas números 9 y 69; el cual será estanco y á la par ha de cumplir con la condicion de que ninguna costura ni cabeza toque en un radio de 15 pulgadas alrededor del eje del hélice. En un punto como á 3 pies encima del centro del eje, se practicará en este mamparo un agujero de entrada, ó de registro, dotándolo de una puerta ó tapa hermética.

Entre las cuadernas 69 y 93, existen dos mamparos, de proa á popa, formados con planchas de $\frac{5}{16}$ de pulgada y colocados uno por cada lado de la línea centro-longitudinal del buque, á 12 pies 3 pulgadas de ella. Se estienden desde el fondo del barco hasta la cara inferior de los baos, asegurándose en ellos por medio de barras angulares de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas, de la manera esplicada para los mamparos de proa á popa; uniéndose asimismo al forro con hierro angular de 3 pulgadas.

Las planchas de estos mamparos se pueden formar con hileras verticales de hierro que se sobrepongan una abajo y otra arriba. Las planchas deben ser bastante largas como para alcanzar de las varengas á los baos, quedando remachadas al ras en la cara que mira hácia la quilla. Dichos mamparos van reforzados verticalmente con barras de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas, colocadas á 3 pies de distancia hácia el lado de la banda, y tendrán puertas corredizas para sacar el carbon.

Asientos de la máquina. El peralto de las varengas en las cuadernas 87 y 93, ha de aumentarse hasta 60 y 61 $\frac{1}{2}$ pulgadas respectivamente (medidos desde la línea de base), con el objeto de formar el asiento de la máquina. Habrá cuatro planchas verticales en el sentido de la eslora, de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, insertadas entre los asientos, quedando á nivel con el canto superior y descansando sobre las varengas de 16 pulgadas.

Las planchas hácia la banda se refuerzan verticalmente, aumentando el peralto de las varengas 89 y 91 hasta 60 $\frac{1}{2}$ pulgadas y 61, respectivamente, estendiéndose hasta el forro del buque.

El asiento sobre la cuaderna 87, y las planchas de proa á popa, entre los números 87 y 93, llevarán en su canto superior una barra de hierro angular de $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$ pulgadas.

El asiento en la núm. 93 debe llevar tambien en su canto superior dos barras del mismo tamaño.

Todas las junturas de los asientos han de enrasarse á tope y

llevar fajas de refuerzo, quedando sin proyeccion que sobresalga. La núm. 87 quedará al ras en la parte de proa. La núm. 93 en la de popa.

FORMAS Ó PIEZAS TRIANGULARES PARA LOS BAOS Y DURMIENTES DE ESTOS. En el estremo de cada cuaderna impar (menos las que llevan mamparos) debe ir remachada una forma ó pieza triangular de hierro que sirve de apoyo, de 52 pulgadas de largo y ½ de espesor, sujeta á la tablazon del puente con cinco pernos de tornillo de á pulgada.

Los baos del puente descansan en un durmiente de hierro angular de 4 × 4 pulgadas y 14 de ancho, remachado al costado.

Tanto á proa como á popa, donde está el embono, dichas formas, en lugar de ser triangulares, tienen que hacerse con planchas rectangulares que partan de los baos hasta el pie del embono, y remachadas á la armazon horizontal que corresponde al bao que sostiene.

En los lugares donde las cabezas de los baos toquen los costados del casco ó las piezas triangulares, los remaches han de quedar al ras.

PLANCHAS DEL CASCO. Los rumbos de planchas corren de proa á popa, y están colocados uno abajo y otro arriba. La plancha de aparadura solapa con la de la quilla 4 pulgadas, mientras que las otras hileras lo hacen con 2 ½ pulgadas. Los remaches de las planchas irán á tope y reforzados con piezas de 8 pulgadas de ancho y del grueso correspondiente á la plancha con que se unen.

Los claros que resultan entre las cuadernas y los rumbos esteriores, se llenan con calces de la anchura de aquellas.

ESPESORES DE HIERRO. La plancha de la quilla tiene ¾ pulgada de espesor, la de aparadura ⅝ pulgada, lo mismo que las dos más inmediatas á ella. Todas las demás planchas del barco

son de ½ pulgada de espesor, esceptuando las piezas que sostienen los durmientes, los mamparos de proa á popa en la parte posterior del buque, y el mamparo de la cuaderna núm. 69.

El espesor de estas partes se especificará en el lugar correspondiente.

TABLERO DE SOSTEN DEL EMBONO. Al rededor del barco, por la parte esterior y sirviendo de sosten al embono, debe correr un tablero horizontal de 46 pulgadas de anchura en el centro, el cual irá disminuyendo en proporcion y en una línea sin ángulos hasta 32 pulgadas cerca de los estremos. Este tablero se hará de hierro de ½ pulgada de espesor, é irá sujeto al casco por una barra de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}$ pulgadas, remachada en la parte inferior de este (menos en los salientes de proa y popa donde ha de sustituírsela con planchas).

Se asegura además por una série de formas, ó piezas triangulares, colocadas frente á cada número impar de las cuadernas. Tienen 22 pulgadas de ancho en el estremo inferior las del centro, y gradualmente menores hasta llegar á 17 pulgadas las que ocupan los estremos.

Dichas formas están construidas con planchas de ⅜ de pulgada, y deben ir remachadas á una curva de hierro angular de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, que á la vez se remacha al costado del casco y al mismo tablero. En el contorno de este último, y contra los estremos de las formas, se ajustará una barra de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}$ pulgadas, cuyo brazo proyectante vá hácia adentro, para que sirva de tope al estremo de la madera en que vá sujeta la armadura ó coraza.

Rodeando el casco y siguiendo la línea de arrufo, correrá otra barra de $4\times4\times\frac{1}{2}$ pulgadas, cuyo brazo proyectará hácia fuera. Todas las cabezas de esta barra de contrafuerza llevarán por el lado superior otra de refuerzo de ½ pulgada de espesor, 4 de ancho y 36 de largo.

Las formas han de partir del tablero, hasta la parte inferior

de esta barra de contrafuerte y formar ángulos rectos con el costado del barco.

Pozo del ancla. Hay un pozo cilíndrico que atraviesa la parte saliente de proa del buque, con 69 pulgadas de diámetro interior, y formado con plancha de ½ pulgada, á tope, con refuerzos y puesta á nivel en el interior. Vá sujeto al fondo del saliente por un anillo de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular, rebatido de cantos (para que quede estanco), y á los baos por una barra igual remachada al pozo y empernada á la parte inferior de estos.

El pozo será bastante largo, como para introducirse 6 pulgadas en la tablazon del puente [ó sea 1 pulgada menos de su ras (pues el puente ó cubierta tiene un espesor de 7)] y asegurarse allí con un número suficiente de clavos de 6 pulgadas de largo y ½ grueso, cuidando queden embutidas sus cabezas.

Pozo del hélice. Sobre el saliente popel y directamente encima de la rueda del hélice, habrá otro pozo rectangular que atraviese la cubierta y fondo del saliente.

Está formado con planchas de ½ pulgada, remachadas á tope y aseguradas en su posicion del mismo modo que queda esplicado para el del ancla.

Desde la parte superior del pozo del hélice, y estendiéndose por los pies de las formas que sostienen los baos, se pondrán tirantes de 3×6 pulgadas con el objeto de servir de refuerzos.

En las cuadernas 111, 113 y 115, se colocan tirantes semejantes; pero asegurados en la línea central del buque, á una plancha vertical de hierro de ½ pulgada de espesor y 12 de ancho.

Las planchas deben ir aseguradas con pernos á los baos, y remachadas á las respectivas cuadernas, reforzándolas verticalmente en cada canto con barras de hierro de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ pulgadas.

REMACHES. Todos los topes ó empates de las cabezas, deben ir reforzados y remachados con cuatro órdenes de remaches en zic-zac (dos en cada cabeza).

El empate de la quilla con la plancha de aparadura se remachará de la misma manera, pero con solo dos órdenes de $\frac{7}{8}$ de pulgada. Los empates de la cabeza de dicha plancha serán de $\frac{7}{8}$ de pulgada.

Todas las demás costuras de proa á popa, se remachan con una sola série de $\frac{7}{8}$ de pulgada.

Los mamparos de $\frac{5}{16}$ y $\frac{7}{8}$ de pulgada, deben llevar remaches de $\frac{7}{8}$ de pulgada.

En todas las otras partes, no especificadas antes, se pondrán remaches de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

PARTES QUE SE PINTAN CON MINIO. Todos los solapados y fajas de refuerzo, se pintarán con una capa de minio superior y en bastante cantidad.

Esta operacion se efectuará en el momento de colocarlas.

CALAFATEO, Ó REBATIDO, DE LOS CANTOS DE LAS PLANCHAS. Todas las costuras de proa á popa han de formar líneas limpias y derechas, con canto acanalado y rebatido en la parte esterior.

Las fajas de refuerzo deben ir desesquinadas y rebatidas en los estremos, y acanaladas y rebatidas por los lados.

Todo ha de cumplir con la precisa condicion de quedar perfectamente estanco.

EMBONO. El embono consta de una série de trozos prismáticos de madera de roble, de 17×12 pulgadas, mantenidos en su posicion, en la parte inferior, por el hierro angular de $3\frac{1}{2}$ pulgadas que vá remachado al tablero, segun he esplicado antes. En la parte superior, se aseguran dichos trozos con pernos de 1 pulgada de diámetro, que atraviesan la barra angular de 4 pulgadas, destinada á mantener la parte superior del bu-

que. Se aseguran además con cuatro clavos romos de á pulgada de diámetro, aplicados horizontalmente á través de las formas que sujetan el tablero.

De estremo á estremo del buque correrán maderos longitudinales que se afirmarán á los trozos mencionados por medio de clavos romos. Estos maderos longitudinales varian de espesor segun el del macizo del embono, que exige la curvatura general del buque. Segun se manifiesta en el plano, esta curvatura empieza en la cuaderna maestra y va reduciendo rápidamente el espesor del macizo hácia los dos estremos. A distancia de 51 pies de popa (en la cuaderna 89) y en la 91, que está situada á 47 pies de la proa, principia el minimum de espesor, á saber: 29 pulgadas por dentro de la plancha de la coraza en la parte inferior.

El grueso exacto del macizo, frente á cada cuaderna, se verá en el plano general.

Los tres maderos longitudinales de la parte baja deben ser de pino, y los dos de arriba de roble.

Regala. La regala, que forma parte del macizo, será de roble de 18 pulgadas de ancho, medidas desde el costado del buque. Tendrá 7 pulgadas de espesor é irá unida á los baos y á los trozos prismáticos por medio de clavos romos.

Baos. Los baos serán de roble de 12×12 pulgadas en el centro y de 10×12 pulgadas hácia los estremos.

Cada bao irá sujeto á las formas interiores (1) con cinco pernos de á pulgada en cada una, segun se dijo anteriormente.

El claro entre los baos será de 24 pulgadas, á escepcion del correspondiente en las cuadernas números 1, 50, 60, 76, 80 y 100, que será menor.

---

(1) Llamo formas interiores á las que corresponden á los baos, y esteriores á las del embono.

El bao de cubierta que va empernado al mamparo (estanco) popel, será de 18 pulgadas de ancho, lo mismo que los que están colocados en ambos lados de la chimenea.

Los baos asegurados á los mamparos bajo la torre, tendrán 14 pulgadas de ancho.

CUBIERTA. La tablazon de la cubierta debe ser de pino de 7 pulgadas de espesor y 8 de ancho. Su bombado, entre los puntos estremos del embono, tiene 6 pulgadas medidas en la sagita.

Las costuras deben calafatearse y embrearse con esmero, puesto que no hay medio de volver á hacer dicha operacion, á causa de la plancha de hierro que se coloca encima de cubierta. Deben tomarse medidas para desaguarla á fin de que no haya molestia para los Oficiales y tripulacion, ni deterioros en los depósitos de materiales, pertrechos, etc.

ESCOTILLAS É ILUMINADORES DE CUBIERTA. Todas las escotillas que dan entrada en el buque, las de meter el carbon, las de ventilar ó dar luz, irán guarnecidas de hierro forjado y embutido en la cubierta, de manera que formen una superficie estanca.

Deben estar perfectamente acepilladas, y tener aldabas ú otros medios para trancarlas por dentro, en caso necesario.

Las guarniciones de las escotillas de luz, ó iluminadores, están provistas de llaves en la parte interior para dar salida al agua que se deposite en ellas.

BLINDAJE DE CUBIERTA. Se componen de dos gruesos, de la mejor plancha de hierro forjado de ½ pulgada cada una, y se aseguran á la cubierta por medio de clavos.

Entre esta última y las planchas se interpone una capa de fieltro, cuidando el pintarlas antes de colocarlas.

CANDELEROS Y ARGOLLAS DE CUBIERTA. En todo el contorno de la cubierta habrá candeleros, colocados á intervalos de 10 pies, y hechos de hierro forjado con su ojo en el estremo, para pasar el cabo ó guarda-mancebo, y se introducen en carlingas de cubillo situadas en los espresados puntos.

Con el objeto de amarrar la batería se ponen sobre cubierta una série de fuertes argollas, con sus competentes cajas ó cavidades, forradas con hierro, donde se introduzcan, de manera que queden en el mismo plano de cubierta.

TUBO DEL POZO DEL ANCLA. En el pozo del ancla se introducirá un tubo de los llamados de telescópio, formado de planchas de hierro, con 5 pies de diámetro, abocinado hácia la parte inferior, hasta 5 pies 9 pulgadas, y dispuesto de manera que se pueda sacar sobre cubierta cuando sea necesario.

Este tubo contendrá una pieza central muy fuerte, que sujetará el eje de una roldana de hierro, sobre la cual pasa la cadena. Por este mecanismo, cuando el ancla está suspendida en el pozo, puede ser puesto inmediatamente en la cubierta.

Dicho pozo va cubierto con una tapa de hierro forjado de 2 pulgadas de espesor, la cual lleva argollas ú otros mecanismos para levantarla.

Conviene decir aquí que una tapa semejante, aunque de forma rectangular, debe cubrir el pozo del hélice, á la popa del buque.

ANCLA. El ancla, de forma de rezon, con cuatro uñas para que agarre mejor.

Ha de llevarse otra de respeto, de las comunes, con cadenas de la forma y tamaño que se requieren.

APARATO PARA LEVAR EL ANCLA. Al aparato de levar, consiste en un molinete formado con un sistema conveniente de engranajes. Tiene dos palancas (en sus estremos) con ojos para pasar

por ellos otra horizontal de madera, en la cual se sitúan el suficiente número de marineros para hacer con prontitud la operacion.

TIMON. El timon ha de estar equilibrado y tener 28 pulgadas de ancho á proa de su eje, 56 pulgadas á popa y 8 pies de altura. Su material es hierro forjado. Su madre debe llevar salientes hechos á martillo en ambos estremos longitudinales, para que sujeten su coraza.

Una pieza vertical, que podré llamar falso codaste, va fuertemente remachada en la parte saliente y curva del buque, para sujetar la plancha, en la cual descansa la carlinga del eje del timon.

El estremo superior atraviesa una caja de estopa que termina en un cuadrado, al cual se aplica la caña.

MAQUINA MOTORA. Hay una máquina compuesta de dos cilindros de 40 pulgadas de diámetro y 22 de golpe, montados en un fuerte marco enterizo de hierro colado, que va empernado y sujeto á los asientos de hierro forjado que lleva el buque, y descritos antes.

Todo el mecanismo de la máquina motora, condensador, bomba de aire y otras partes, son exactamente iguales al usado en la primer batería del autor, llamada *Monitor*.

Las máquinas de los ventiladores, y los mismos ventiladores, serán sin embargo más grandes que en aquella, y en lugar de ir en la cámara de la máquina, deben colocarse debajo de la torre en los espacios cuadrados que forman los mamparos de la misma. El objeto de este cambio de sitio consiste en traer el aire frio del techo de la torre á dicho cuadrado para forzarlo directamente, ó por medio de los conductores, al cuarto de las calderas ó á cualesquiera otros lugares del buque.

MÁQUINA PARA HACER EL VACÍO. Además de la máquina mo-

tora, se pondrá otra para hacer el vacío, la cual irá á babor á popa de las máquinas principales, descansando en los asientos de hierro que corren entre las cuadernas 93 y 100.

Esta consiste en un gran condensador de regadera, al cual van unidas dos bombas de aire y dos cilindros de vapor del sistema de Worthington.

Por medio de dichas bombas se producirá un constante vacío en el condensador, con el objeto de condensar todo el vapor de las máquinas de los ventiladores y el de las bombas de Worthington.

La fuerza de la máquina para hacer el vacío debe ser suficiente para condensar todo el vapor de una caldera que lo produzca á razon de 100 pies cúbicos por hora.

CALDERAS. Habrá dos del sistema de Martin, con 10 pies de cara, 9 pies 3 pulgadas de altura y 12 pies 6 pulgadas de largo.

Cada una tendrá tres hornos.

Estas calderas descansan en las varengas de 16 pulgadas. Van revestidas y calzadas como es costumbre y dotadas de todos sus enseres.

CHIMENEA BLINDADA. La chimenea será blindada, de 46 pulgadas de diámetro interior en la parte superior. Irá fuertemente asegurada á la cubierta, en la línea central del buque (de proa á popa) sobre el agujero de la caja de humo de las calderas.

Se compone por lo menos de seis planchas de hierro de á pulgada, unidas con remaches á juntas encontradas.

Su base se formará con planchas de hierro de 1 pulgada de espesor, que se estiendan por debajo del blindaje de la cubierta y vayan empernadas á los baos, que se unen con las cuadernas 76, 77, 79, 60 y 61.

Sólidos anillos de hierro forjado irán remachados á las citadas planchas de á pulgada, y á las que forman la chimenea.

La altura del tubo será 8 pies; este llevará en su tope un

emparrillado á prueba de bomba, compuesto de barras-rails. Dicho tubo irá formando superficie cónica hácia arriba.

Se necesita, además, otro de quita y pon, hecho de manera que calce bien en la parte superior de la chimenea, el cual se usará en el mar cuando se esperimente mal tiempo.

TORRE. La torre tiene 21 pies de diámetro interior, 9 de altura, y se compone de 11 planchas, que juntas medirán 11 pulgadas de grueso exactamente.

Estas planchas se colocarán en 20 secciones, unidas verticalmente y de tal manera que en un rádio cualquiera no se encuentre más que una junta. Las dos hileras interiores van sujetas fuertemente una con otra con remaches de 1 ¼ pulgada, á distancia de 9 en sentido vertical.

A estas dos hileras citadas se ajustan las otras nueve con pernos de 1 ¼ pulgadas, con cabezas embebidas en la parte esterior y tuercas en la interior.

Las 20 juntas formadas por las planchas en la parte de adentro de la torre, se cubren con fajas verticales de hierro en forma de pilastras de 14 pulgadas de ancho y ¾ de espesor. Los remaches y los pernos pasan á través de estas fajas, las cuales hacen las veces de arandela.

ANILLO DE LA TORRE. Las planchas de la torre descansan en un anillo chato de bronce de 1 ½ pulgada de espesor y 12 de ancho; el cual lleva un borde vertical de 2 ½ pulgadas de espesor.

La cara superior de este anillo está torneada y la inferior cuidadosamente torneada y pulida.

Para hacerlo más fácil de manejar y trasportar, el anillo va dividido en seis segmentos que se unen por medio de orejas en el interior, las cuales llevan pernos y tuercas.

SOLERA ALTA DE LA TORRE. Como á 10 pulgadas de la orilla superior de la torre, va insertada una solera central de 8 pul-

gadas de peralto y 4 de espesor, muy bien asegurada en sus estremos por planchas remachadas á la parte interior de la torre. En cada lado de esta solera hay cuatro travesaños de hierro forjado, de 3 pulgadas de ancho y 6 de peralto, ensamblados á caja y espiga en ella, que para dicho objeto tiene proyecciones con mortajas en las cuales se alojan.

El otro estremo de los travesaños va firmemente asegurado á la torre por medio de planchas remachadas en su interior. En la parte superior de estos se coloca una série de barras (1) á distancia de 3 pulgadas. Estas descansan en los travesaños y en planchas pegadas por dentro de la torre.

Techo de la torre. Sobre las espresadas barras, de seccion de rail, se colocan planchas de hierro forjado de ½ pulgada de espesor, unidas á tope y de tal manera que la juntura se verifique sobre el centro de la barra. Ciertas porciones de estas planchas van perforadas con agujeros de 1 pulgada de diámetro, que sirven de ventilacion para la torre.

Escotillas del techo. En dichas planchas se forman dos escotillas con marco de hierro forjado, y tapas corredizas, que deben moverse sobre barras de guia.

En el centro de las planchas que se acaban de describir, se practicará un agujero circular de 6 pies de diámetro, sobre el cual se coloca la casilla del timonel que tiene igual diámetro.

Solera baja de la torre. Formando ángulo recto con la solera central superior, se insertará otra parecida cerca del pié de la torre. Esta es de 8 pulgadas de peralto y 5 de espesor, y lleva una nuez, en el medio de la cual se abrirá á torno un taladro vertical de 12 pulgadas de diámetro.

Los estremos de la solera tienen la forma de *T* y los brazos

(1) Estas barras, son *rails* usados en los caminos de hierro.

que proyectan deben ajustarse al interior de la torre é ir sujetos con pernos y remaches.

Para resistir la presion de abajo arriba, se le ponen por encima planchas muy fuertes y que trabajen contra los estremos de la *T*, las cuales se remachan y empernan á la parte interior.

Sobre esta solera inferior van cuatro travesaños de hierro forjado, colocados perpendicularmente á ella. Son de 4 pulgadas de espesor y 7 de peralto y forman las correderas sobre las cuales se mueven las cureñas (1). Van fuertemente unidos á la solera, y llevan los estremos muy bien asegurados al interior de la torre.

Piso de la torre. A la parte esterior de las correderas, se pone un entarimado de listones de encina con escotillas enjaretadas.

Anillo de cubierta. El anillo de la torre antes descrito, que forma la base de ella, descansa sobre otro embutido en la cubierta y compuesto de segmentos de gruesas planchas de hierro, bien acepilladas y aseguradas á la cubierta con pernos embebidos, de modo que formen una superficie completamente lisa y estanca.

Anillo suelto de la torre. Rodeando la fogonadura de la torre, irá un anillo suelto de hierro forjado que pueda subir y bajar para que siempre toque la superficie del blindaje de cubierta y cubra eficazmente la cavidad ó hendidura que le queda debajo.

Candeleros de la torre. Sobre el techo de la torre van 20 cubillos dispuestos con cajas para recibir otros tantos candeleros.

(1) Dicha batería tiene dos cañones de 15 pulgadas, ánima lisa, sistema *Dahlgren*.

EJE Ó COLUMNA INFERIOR DE LA TORRE. La torre girará al rededor de una columna fija de hierro forjado, de 12 pulgadas de diámetro, descansando en asientos colocados en el fondo del buque y unidos á los mamparos de la torre como se esplicó anteriormente al tratar de ellos (1). Un brazo de hierro forjado bien asegurado á los baos, sostendrá el estremo superior de la columna ó eje, á cuyo efecto se le hará un agujero cilíndrico para recibirla.

Esta terminará 8 pulgadas más arriba de la cara superior de la solera baja, y en su remate se practicará un corte ancho y profundo que sirva para alojar la mecha del pie de la columna superior.

COLUMNA SUPERIOR DE LA TORRE. Irá montada sobre la anterior, como queda espresado, y será de hierro forjado con 10 pulgadas de diámetro. Pasa por un agujero cilíndrico hecho en la solera alta de la torre, que lleva una nuez muy semejante á la de la baja.

Dicha columna lleva un ancho y grueso collar, en el cual descansa la solera superior; interponiéndose entre esta y aquel un fuerte anillo de friccion hecho de bronce.

TORNAPUNTAS. Para sostener los costados de la torre, se usan dos tornapuntas de 5 pulgadas de diámetro, las cuales unen las dos correderas de los cañones con la solera superior de ella, tan cerca del centro como lo permita el agujero antes citado.

Dichos brazos diagonales ó tornapuntas llevan en sus estre-

(1) Conviene espresar aquí que el pié de dicha columna entra en una caja de hierro situada en la sobrequilla y descansa sobre una cuña con tornillo en su estremo menor y actuada por una tuerca.

El objeto de esta cuña es suspender una cantidad muy pequeña, pero suficiente, el eje, y por consiguiente la torre, para evitar en lo posible el rozamiento entre su anillo y el de la cubierta, facilitándose así su movimiento giratorio en el momento de entrar en accion.

mos tornillos de doble accion, con el fin de evitar la presion con solo atesarlas.

El estremo de la columna, al pasar por el agujero practicado en la solera superior, ofrecerá un punto de apoyo á la casilla del timonel.

CATALINA DE GIRO. Una rueda catalina, ó principal, de engranaje de 10 pies de diámetro, cuyos dientes estén separados como 6 pulgadas de centro á centro, irá empernada por debajo de la solera inferior y de las correderas de los cañones.

En los costados de la solera y correderas debe haber proyecciones colocadas en los lugares que intercepta el círculo de la rueda dentada. Esta irá fuertemente empernada en dichas intersecciones, con las proyecciones situadas en su cara superior, á fin de evitar todo desarreglo.

PIÑON. Un piñon de unas 26 pulgadas de diámetro engranará en la rueda catalina. Va montado en la parte superior de un eje vertical de hierro forjado de 9 pulgadas de diámetro, que descansa sobre las varengas en el fondo del buque, y se sostiene arriba por medio de una chumacera empernada á los baos del puente.

En el estremo inferior de este eje vá una rueda dentada, de 6½ pies de diámetro, que se mueve por medio de una máquina de vapor y aparejo de engranaje.

MÁQUINAS DE LA TORRE. La maquinaria de la torre se colocará horizontalmente como en el primer *Monitor*, pero en el fondo del buque y no bajo cubierta como la lleva aquel.

El mecanismo para regular el movimiento de la torre será en general de la misma especie que el empleado en dicho buque, con la diferencia que el artillero pueda dirigir la rotacion de la torre cuando esté apuntando la pieza.

PORTAS Y PÉNDULOS PARA ESTAS. Las portas serán ovaladas y de suficiente ancho para dar paso con holgura á los proyectiles de las piezas con que se dota la batería.

Varios son los medios que Ericsson ha estudiado para colocar en el interior de las torres los péndulos portas.

Consiste este péndulo en una pieza vertical de hierro, de un espesor mayor que el de la torre (en el espacio de la porta), sujeta al techo y piso de la misma por medio de collares. Lleva una palanca en la parte baja y movida á brazo lo hace girar para abrir y cerrar oportunamente.

El cañon se mueve avante y atrás por medio de un aparejo desde abajo, usando fuerza de brazo ó de vapor.

CALIBRES DE LOS CAÑONES. Los calibres de las piezas del sistema Dahlgren que se emplean en estas baterías son los de 11, 13 y 15 pulgadas. (Véase lámina 14, figuras 1 y 2.)

CUREÑA. La distancia entre las correderas de las piezas depende de la cureña que se quiera montar.

CASILLA DEL TIMONEL. Será toda ella de hierro forjado, con 6 pies de diámetro interior, 6 de altura, 8 pulgadas de grueso, y compuesta de ocho planchas unidas de la misma manera que las de la torre.

TECHO DE LA CASILLA Y AGUJEROS DE MIRA. Su techo se hará con dos planchas chatas, cada una de ellas de á pulgada de grueso, remachadas entre si y con agujeros para la ventilacion.

Cerca del techo llevará otros de mira (en su costado) para que por ellos pueda el timonel observar en todas direcciones.

PISO DE LA CASILLA. El fondo ó piso de la casilla será un enjaretado bastante fuerte para soportar el peso de lo que lleva encima. En el centro se insertará el estremo superior de la

columna, para que por este medio impida á la casilla el girar con la torre.

ANILLOS DE LA CASILLA. Un anillo de hierro forjado, torneado con esmero, vá remachado al esterior de la orilla inferior.

Otro anillo, del mismo material, enterizo ó en segmentos, vá empernado á los travesaños del techo de la torre, y su forma es tal que á la vez sirve de guía y evita que se levante la casilla.

El piso de esta tendrá escotilla, la cual dará entrada cuando la torre gire en direccion para abrirla.

RUEDA DEL TIMON Y BRÚJULA. Se coloca en la parte proel de la casilla, con las cadenas y guardines pasados por agujeros á los lados de la columna central, é irán por debajo de cubierta hasta la caña del timon, á la cual se harán firmes de la manera acostumbrada.

La brújula colocada conforme al sistema de *Morris*.

BLINDAJE DEL COSTADO Ó CORAZA. La coraza vá construida y pegada al macizo de madera que forma el embono. Se compondrá de cinco hileras de planchas que miden 5 pulgadas de grueso. Las tres esteriores tendrán 60 pulgadas de altura, y se estenderán desde la cubierta hasta el tablero de sosten del embono. La cuarta plancha, contando desde el esterior, será de 36 pulgadas (en sentido vertical) y la quinta, ó sea la más inmediata al casco, medirá 30 pulgadas.

Ninguna de las planchas debe tener menos de 60 pulgadas de largo.

Cada una de las cuatro interiores irá afirmada al macizo con dos pernos romos é independientes, de 1 ¼ pulgadas de diámetro, con sus cabezas embutidas.

Las planchas esteriores van unidas cada una con 18 pernos romos de 1 ¼ pulgadas, pasando toda la armadura y clavados en el macizo en todo su espesor menos 4 pulgadas.

Los cantos verticales de las planchas esteriores del blindaje ó coraza deben ir acepillados y perfectamente ajustados.

Los cantos de las interiores deben tambien ajustar; pero no es preciso acepillarlos.

CONDENSADOR. Lleva un condensador para agua dulce, capaz de dar 1000 galones cada 24 horas, para suplir todas las necesidades de la tripulacion. Está unido á los tanques ó aljibes por medio de tubos adecuados.

HÉLICE. El hélice es de hierro colado, con 12 pies de diámetro y 16 de paso.

INSTRUMENTOS, UTILES Y ENSERES DE RESPETO. Para cada parte de la máquina debe haber chumaceras y otros bronces de respeto que calcen bien, y á la par parrillas y otros objetos necesarios para un buque de guerra bien equipado, depósitos de aceite, aceiteras, lámparas, relojes, indicadores, manómetros, atornilladores, ceniceros, atizadores, etc., y otros útiles del mejor material y mano de obra, así como tambien cuantos instrumentos son necesarios para reparar la máquina.

ALOJAMIENTOS PARA OFICIALES Y TRIPULACION, PAÑOLES, ETC. Todo el buque, á proa de los mamparos de la torre, se destina para cámaras y camarotes de los Oficiales y tripulacion y para almacenes y pertrechos.

Concluido uno de los primeros Monitores, que fué el *Passaic*, trató el autor de hacer desaparecer el inconveniente de que los cañones saliesen 2 pies fuera de la torre en el momento de disparar, para evitar que el enemigo se los inutilizase, y con el objeto de conseguirlo, recomendó hacer fuego manteniendo el cañon dentro de la torre, de manera que su boca estuviese lo más cerca posible de la porta.

Procedieron á las pruebas, á las cuales fui invitado, saliendo, á bordo del *Passaic*, de Green-Point (Long-Island). Durante una travesía de cuatro horas, el mayor número de revoluciones del hélice fueron 54, produciendo un andar de cinco millas, y no se pretendió que diese las 80 que debia por ser la máquina nueva y no haber probado antes las calderas. El buque marchó bien y gobernaba con facilidad. La torre llevaba sus dos cañones Dahlgren, de ánima lisa, uno de 15 pulgadas y el otro de 11, fundidos en Fort-Pitt.

Las dimensiones del de 15 pulgadas, son las siguientes:

Diámetro máximo.	48 pulgs.
Idem mínimum en bruto.	38 »
Idem torneado.	26 ½ »
Anima.	15 »
Longitud.	13 pies 7 pulgs.

Peso en bruto.	68.000 libras.
Peso cuando está acabado.	42.000 »
Peso de la bala sólida.	460 »
Idem del proyectil hueco.	330 »
Carga máxima de pólvora.	55 »

El primer disparo se hizo con el cañon de 15 pulgadas, con 15 libras de pólvora y sin bala, haciendo salir la pieza 2 pies fuera de la torre; no habiéndose esperimentado incomodidad en el interior y siendo perfecta la ventilacion.

El segundo disparo con la misma carga y en las mismas condiciones, pero sin poner en accion los ventiladores centrífugos, llenó todo el interior de la torre de humo.

El tercer disparo, con el de 11 pulgadas, con carga de 15 libras y con bala, se hizo manteniendo la boca de la pieza dentro de la torre. La bala llegó próximamente á 100 yardas, rebotando varias veces: no se esperimentó incomodidad con el

humo porque funcionaban los ventiladores; pero hubo más que cuando se disparó sacando la boca de la pieza fuera de la torre.

El cuarto disparo lo hizo el de 15 pulgadas, con carga de 15 libras y bala, manteniendo su boca dentro de la torre; el proyectil llegó á 150 yardas, rebotó tres veces y se sumergió, no siendo afortunado el resultado de este disparo á causa de que el Oficial que tenia á su cargo el manejo del compresor de la cureña, abrió equivocadamente en vez de cerrar, dejando libre la pieza, que en su brusco retroceso descabezó algunos pernos, no importantes, de las planchas del interior de la torre.

Este incidente, que pudo haber causado desgracias, puso fin aquel dia á las pruebas, que en conjunto fueron poco satisfactorias, demostrando que para poder disparar los cañones manteniendo sus bocas dentro de la torre, no eran suficientes los ventiladores y se hacia necesario idear un medio de precaver se llenase de humo el interior de aquella y á la par se aminorase el gran ruido producido por la detonacion.

Pocos dias bastaron á Ericsson para resolver problema tan importante, valiéndose de una caja de ventilacion (lámina 15), asegurada en el interior de la torre, desde el piso hasta el techo y teniendo practicado un agujero para dejar pasar la caña del cañon, al que ajustó en su boca un tubo que tocase por igual los bordes del paramento interior de la porta (lámina 14, figura 3), sin que se impidiera el uso de los péndulos.

De esta manera todo el humo quedaba dentro de la caja, saliendo por el techo y al mismo tiempo la masa de aire contenido en ella, siendo poco conductora del sonido, aminoraba notablemente el ruido en el interior de la torre (véanse las figuras de la lámina 15). Hecha esta modificacion, se sometió á nuevas pruebas, saliendo el buque del muelle de Green-Point con un andar medio de siete millas contra viento y marea, haciendo su hélice 58 revoluciones.

El viento era muy fresco, la mar picada, y sin embargo, los

balances apenas se sentian, maniobrando el buque perfectamente.

Al franquear el puerto hizo rumbo al O. y se dirigió á las Palizadas, en donde hizo alto y empezó el ensayo.

El primer disparo, con el cañon de 15 pulgadas, con 20 libras y proyectil hueco, se efectuó sacando la boca fuera de la torre. El proyectil rebotó varias veces y se estrelló contra una roca situada á 300 yardas. La detonacion fué terrible fuera de la torre, no sucediendo asi en el interior, que produjo un ruido sordo muy soportable, análogo al de una pieza de pequeño calibre. El retroceso fué de 17 pulgadas.

El segundo disparo del mismo cañon, con 35 libras de pólvora y proyectil hueco, se hizo manteniendo la boca dentro, no sintiéndose gran ruido en el interior, efectuándose perfectamente la ventilacion. Retroceso 3 pies.

El tercer disparo se hizo con el mismo cañon y las mismas condiciones, y se sintió aun menos ruido que en el anterior, dando buen resultado la ventilacion. El retroceso, 16 pulgadas.

El cuarto disparo con dicha pieza y proyectil sólido, y en la misma posicion, repitió los favorables resultados anteriores, habiendo sido el retroceso de 2 pies 6 pulgadas.

Las consideraciones que se desprendieron de tan notable ensayo, fueron: 1.° Haber demostrado la posibilidad de disparar los cañones dentro de la torre, no solo sin causar incomodidad, sino aminorando la detonacion más que en el caso de disparar fuera, produciendo á la par una perfecta ventilacion. 2.° El manejar solo con cuatro artilleros el cañon de 15 pulgadas, reduciendo su retroceso por medio del ingenioso compresor de su cureña; y 3.° el navegar contra un fuerte viento y marea sin esperimentar cabeceos ni balances.

Para apreciar la naturaleza de la segunda consideracion, debe tenerse presente que en Inglaterra se abandonó el uso del cañon Armstrong, abordo de las baterías cupulares, por no ser posible colocar el suficiente número de sirvientes para mane-

jarlo dentro de ellas. Veinte no bastaban para dicha operacion, y en los Monitores con solo cuatro se sirve un cañon de mayor peso y calibre.

Con las indicadas reformas, zarparon de los diferentes arsenales particulares esta clase de Monitores con destino á la escuadra que operaba en Charleston, y allí, combatiendo contra los fuertes confederados, demostraron su invulnerabilidad.

El *Paissac* sufrió durante el primer período del sitio 170 balazos disparados por cañones de grueso calibre, que solo le causaron ligeras impresiones y abolladuras en su impenetrable coraza y torre. Solo una bala de 200 libras logró tocar en el pie de la torre cerca del anillo de sobrecubierta entorpeciendo el giro; pero fué corregido á su arribada á New-York, colocando un suncho de refuerzo compuesto de cuatro segmentos, que rodeando la parte inferior de la torre, sirviese de proteccion á su pie y al anillo de giro. Este suncho se empernó al través de las planchas de la torre sin apretar mucho las tuercas y poniendo á su alrededor una caja de estopas; y asimismo, con el objeto de hacer desaparecer el contacto de los rails por donde corren las cureñas, con el paramento interior de la torre, se cortaron estos algunas pulgadas.

Una sola desgracia ocurrió en uno de estos buques, el *Montauk*, que fué la de haber penetrado una bala por el techo de la casilla del timonel, dando muerte al Capitan Rodgers y al pagador, cuyo lamentable suceso dió orígen á que se reforzára dicho techo con un macizo de madera de 9 pulgadas de peralto, sobrepuesto á las planchas superiores, cubriéndolo además con otras dos planchas de hierro de á pulgada; operacion que se efectuó prolongando la plancha esterior del costado de la casilla y su inmediata 9 pulgadas, formando de esta manera el hueco del nuevo macizo, al través del cual se practican agujeros para la ventilacion. (Véase la lámina 14, figura 4.)

Los compresores de las cureñas usadas en todos los Monitores son sumamente ingeniosos, y consisten en asegurar al suelo

de la torre cuatro vigas de madera, tan poco separadas entre sí, que solo dejen paso á las planchas de hierro, que formando una sola pieza con la cureña, corren en el sentido longitudinal de ella. La simple inspeccion de las figuras de la lámina 16 basta para comprender el mecanismo. En el momento de disparar, se actúa la rueda manivela situada en la gualdera para apretar las vigas contra las planchas, y esto produce un contacto tal, que el cañon y la cureña se ven obligados á vencer un gran rozamiento en el retroceso.

La figura 5 de la lámina 14 representa los porta-muñones usados en la cureña del cañon de 15 pulgadas para adaptarla al cañon de 11 pulgadas.

MONITORES DE POCO CALADO

PARA COSTAS DE POCA SONDA, RIOS Y PUERTOS [1].

Descripcion general.

(Véanse las figuras de la lámina 17.)

El buque es de hierro con fondos planos y 1 pulgada de astilla muerta. La union entre los fondos y costados está formada por una curva de un radio de 15 pulgadas. Son verticales los costados de este casco de hierro, alrededor del cual hay otro de hierro esterior, tambien con costados verticales, que tienen 3 pulgadas menos de altura que los del interior. El espacio entre estos dos cascos está arreglado de modo que puede llenarse de agua á voluntad con el objeto de variar el calado del buque. Protegiendo este último casco, hay un embono, al cual

(1) Por la Real órden de 27 de Abril de 1864 y á peticion del Ministerio de Marina, fui comisionado para estudiar y remitir los planos de estos Monitores que pensaba el Gobierno emplear para la defensa de las costas de la isla de Cuba.

se dá la forma de un buque ordinario, y este embono se cubre con la coraza, cuyas dimensiones y sistema de colocacion se esplicarán más adelante.

La cubierta de este buque está formada de sólidos baos de roble á justaposicion, empernados entre sí y calafateados. Esta cubierta se protege contra los proyectiles por un blindaje de dos capas de planchas de hierro, dispuestas á juntas encontradas.

El interior del buque se divide en compartimentos estancos por medio de mamparos de planchas de hierro, comunicándose entre sí por puertas de hierro dulce.

El buque lleva una torre giratoria, encima de la cual se coloca la casilla del timonel, soportada de modo que permanezca estacionaria cuando aquella gire. Desde el interior de esta casilla se gobierna el barco en tiempo de combate. Otro aparato de gobernar hay en la cámara de la torre, el cual se emplea en caso de accidente en la casilla, y además un tercero sobre el techo de la torre á proa de la casilla del timonel, que se usa durante la navegacion, cuando no se está al frente del enemigo. Encima de la casilla y hecha firme á su techo, vá la bitácora, de cobre rojo, con una altura conveniente para que la gran masa de hierro no ejerza accion sensible sobre la aguja, cuyos movimientos se hacen perceptibles al timonel por medio de reflectores, colocados en la bitácora y en la casilla.

La torre lleva un cañon *Dahlgren* de 11 pulgadas y un *Parrott* rayado de 150 libras; este último colocado á la izquierda, mirando desde la culata á la porta.

La maquinaria del buque consta de dos calderas, colocadas á popa de la torre y en sentido de la manga; existiendo una cámara comun para los fogoneros, que corre entre las dos calderas de popa á proa. Estas son de flúses tubulares horizontales; cada una con cuatro fogones y dichos flúses colocados entre los dos interiores. Las calderas llevan una chimenea, cuya parte inferior es blindada y la superior del espesor ordinario,

bien asegurada con estais de hierro, para que no la destrocen los golpes de mar. Hay dos máquinas motoras, una para cada hélice, colocadas de babor á estribor con solo la inclinacion suficiente, para que la cruceta del cilindro de la una pase por debajo del eje de la otra. Hay un condensador tubular, cuyas bombas de aire y de circulacion son actuadas por una máquina, independiente, de balancin, que á su vez hace funcionar las bombas alimenticias. Los hélices están apoyados en un fuerte marco de hierro forjado en el esterior del buque, debajo del lanzamiento de popa y son de cuatro alas.

Los compartimentos de agua se llenan y achican por dos poderosas bombas, cada una actuada por su máquina independiente. Estas bombas tambien toman el agua de la sentina, cuando se crea necesario.

Hay además dos bombas de vapor, independientes entre sí, como auxiliares para alimentacion y para achicar el agua de la sentina.

A proa de la torre van los alojamientos de Oficiales, tripulacion, pañoles de municiones, víveres, ropa, etc., etc.

Las carboneras están situadas entre la torre y las calderas.

Coronando la cubierta del buque y á la distancia de 30 pulgadas del costado, se colocan candeleros de hierro, espaciados entre sí 10 pies, los cuales soportan un pasamanos de cabo.

Para amarrar el buque, hay argollas, manigueta y abitones en los lugares convenientes.

A proa de la cámara se coloca la del ancla, en donde se instala el molinete ó aparato de lavar. La cadena pasa sobre cubierta por un escotillon á propósito y al mar por un medio escoben.

A proa, á popa y sobre el techo de la casilla del timonel van astas de bandera, hechas firmes las dos primeras por estais de hierro dulce y la otra por estais de bronce, todas ellas provistas de perillas y tojinos.

Una escala de hierro dulce, con guarda-mancebos, de qui-

ta y pon, vá amarrada al paramento esterior de la torre, para dar acceso á su techo desde la cubierta.

Una campana de las usadas en los buques de guerra ordinarios, está sujeta á la parte de popa de la torre, considerando que la posicion natural de esta última es, presentando sus portas á la banda de estribor.

Sobre cubierta, á popa de la torre, se colocan las embarcaciones menores, soportadas por fuertes pescantes, firmes á la cubierta. Estas constan de dos botes de á 10 remos pareles y un chinchorro de 5 de punta. Todas ellas provistas de su dotacion completa de velas, toldos, empavesadas, etc. etc. Tambien llevan balsas salva-vidas.

La cubierta á popa y proa de la torre, como tambien el techo de esta última, se cubren con toldos, sostenidos por candeleros adecuados.

	Pies.	Pulgs.
DIMENSIONES PRINCIPALES. Eslora estrema sobre la coraza.	225	
Id. id. sobre los compartimentos de agua.	191	3
Id. id. sobre el casco interior.	183	
Id. id. del canto esterior de la roda á la popa, propiamente dicha.	208	9
Manga sobre la coraza.	45	
Id. sobre los compartimentos de agua.	37	
Id. sobre el casco interior.	33	
Puntal total sobre la cuaderna maestra.	9	1
Profundidad de la coraza en la cuaderna maestra.	3	
Id. id. á proa.	3	
Id. id. á popa.	1	6
Brusca de la cubierta en la cuaderna maestra. . .	»	23
Arrufo á proa sobre el canto superior de la coraza, empezando en el remate del casco de hierro, propiamente dicho.	»	3

	Pies.	Pulgs.
Arrufo á popa, empezando en el remate del casco de hierro, propiamente dicho.	»	3
Puntal del casco de hierro.	7	
Diámetro interior de la torre..	20	
Altura de la torre (longitud de las planchas). . . .	9	
Diámetro interior de la casilla del timonel.. . . .	6	
Altura de id. (longitud de planchas).	6	6
Número de calderas, dos.		
Id. de fogones para cada caldera, cuatro.		
Area de parrillas para las dos calderas (en pies cuadrados).	150	
Area de superficie de fuegos para las dos calderas en id. id.	4120	
Diámetro interior de la chimenea.	5	
Altura de la parte blindada de la chimenea sobre la cubierta.	»	27
Altura total de la chimenea..	30	
Espesor de la parte blindada de la chimenea.. . .	»	8
Número de máquinas motoras, dos.		
Diámetro de sus cilindros..	»	22
Golpe del émbolo de id.	»	30
Diámetro de los hélices..	9	
Paso de id..	12	
Area de ambos hélices en pies cuadrados..	66	
Calado del buque en carga..	6	6
Area de la flotacion en pies cuadrados.	7440	
Desplazamiento por una pulgada de calado bajo la flotacion (en toneladas) $17\frac{2}{10}$.		
Desplazamiento total al calado en carga (en toneladas) 1175.		

Detalles de construccion.

QUILLA. Está hecha de hierro dulce de la mejor calidad, de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, escepto debajo de las máquinas, donde tiene $\frac{9}{16}$ de pulgada. Va compuesta de planchas de 20 $\frac{1}{4}$ pulgadas de ancho, colocodas á tope con fajas de refuerzo cada 9 pies, y ahuecada para formar una canal de 3 pulgadas de flecha.

Concluida la pieza, tendrá 18 pulgadas de luz de canto á canto.

SOBREQUILLAS. Existen, empezando desde la proa del casco de hierro, propiamente dicho, dos sobrequillas de popa á proa de una sola plancha. Se estienden paralelamente á la quilla á una distancia entre sí de una tercera parte de la manga del buque hasta el mamparo á popa de la torre, desde el cual corren diagonalmente por la carbonera, para aproximarse á la parte de popa de esta, donde empiezan á formar una sobrequilla tubular, que continúa hasta la plancha vertical á popa del buque.

SOBREQUILLAS SENCILLAS. Las sobrequillas sencillas son de una plancha vertical de 8 pulgadas de altura por $\frac{3}{8}$ de espesor. El canto inferior descansa sobre el superior de las cuadernas, á las cuales están sujetas por un hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{7}{16}$ pulgadas por 6 pulgadas de *longitud*, remachado á cada cuaderna por dos roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada. A lo largo de la parte inferior de la plancha vertical de la sobrequilla se remacha un hierro angular de $3 \times 3 \times \frac{3}{8}$ pulgadas, que sirve para unirla con el hierro angular de las cuadernas. Las cuadernas, á las cuales se sujetan las varengas, deben tener dos piezas cortas de hierro angular, colocadas invertidas. La union del hierro angular de las sobrequillas con el de las cuadernas, se efectúa con un roblon de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Dicho hierro angular de las so-

brequillas queda remachado á ellas por roblones de $\frac{5}{8}$ de pulgada, espaciados entre sí 6 pulgadas.

A lo largo del canto superior de la plancha vertical, en el lado que mira al costado del buque, hay un hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, remachado á ella cada 6 pulgadas por roblones de $\frac{5}{8}$ de pulgada.

En el lado que mira al centro, los cantos de las planchas verticales se sujetan á las varengas por un hierro angular de $3 \times 3 \times \frac{3}{8}$ pulgadas, remachado á ellas por tres roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada, y á las planchas verticales con roblones de la misma dimension. A lo largo del canto superior de la sobrequilla hay una plancha de 6 pulgadas de anchura por $\frac{1}{2}$ de espesor, cuyo eje medio coincide con la plancha vertical, quedando su canto, que mira al costado, remachado al del hierro angular de dicha plancha por roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada, espaciados 6 pulgadas.

Las juntas en esta plancha superior deben estar á la mitad de la distancia entre varengas en todos los casos; y en los sitios donde ocurran estas juntas, se hacen los remaches de 4 en 4 pulgadas con roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

SOBREQUILLA TUBULAR. A popa del mamparo de la carbonera, empezando desde la cuaderna núm. 85, las dos sobrequillas sencillas forman una tubular de 14 pulgadas de ancho interior. La plancha superior, que corre á lo largo de los cantos de las dos laterales, tiene 20 pulgadas de ancho por $\frac{1}{4}$ de espesor y va remachada con roblones de $\frac{5}{8}$ cada 6 pulgadas al hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$. En la distribucion de juntas y remaches se practicará lo mismo que se dijo respecto á las sobrequillas sencillas, de que son continuacion.

A popa del barco, las planchas verticales siguen unidas de manera que solapan 8 pulgadas sobre la plancha vertical longitudinal que soporta el saliente, al cual se remacha con ocho roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada, que pasan atravesando las dos planchas verticales que forman los lados de la sobrequilla y la plancha

de apoyo. Los hierros angulares del canto superior corren 24 pulgadas sobre la plancha mencionada, á la cual se remachan con seis roblones de $\frac{5}{8}$ de pulgada.

CUADERNAS. Son de hierro angular de $4 \times 3 \times \frac{7}{16}$ pulgadas, espaciadas 18 pulgadas en el fondo. Cada cuaderna impar llega hasta los baos de cubierta, mientras que las pares solo á 15 pulgadas en el interior. Existe al mismo tiempo, correspondiéndose con cada una de estas últimas, otra cuaderna que corre en el esterior desde el fondo del compartimento de agua hasta los baos de cubierta.

Donde hay mamparos, las cuadernas son dobles; es decir, colocadas rama á rama, dejando entre ellas un espacio igual al espesor del mamparo. Las ramas salientes de todas las cuadernas dentro del casco interior se colocan á ángulos rectos con el plano diametral. Las del compartimento de agua tienen la figura natural.

COMPARTIMENTOS DE AGUA. Rodeando todo el casco de hierro, pero con 3 pulgadas menos de profundidad, se estiende un compartimento estanco de 2 pies de ancho, escepto en la popa, donde solo tiene 21 pulgadas. El hierro angular, de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, para reforzar los compartimentos, se remacha al esterior del casco propiamente dicho, frente á las cuadernas cortas ó pares. El hierro angular, de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, que refuerza el fondo y costados esteriores del compartimento, se coloca á espalda de estos, remachándolo con dos roblones de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Este hierro angular del fondo se sujeta además al costado del casco por una plancha de hierro triangular de 12 pulgadas de altura por 15 de ancho.

Al esterior del compartimento de agua y á cada 3 pies de distancia se remacha una barra de hierro angular de $3 \times 4 \times \frac{7}{16}$ pulgadas, con el objeto de recibir los cáncamos para sujetar la hilada interior de las maderas que componen el em-

bono. Los costados del compartimento se sujetan entre sí con tres tirantes horizontales en cada cuaderna, colocados á distancia de 2 pies unos de otros. Tienen 1 pulgada de diámetro y se mantienen unidos á las ramas salientes de los hierros angulares por pernos de tornillo de 1 pulgada, que atraviesan las quijadas abiertas en los remates de los tirantes de modo que estos se pueden zafar en caso de necesidad. El compartimento se divide en sub-compartimentos por medio de mamparos, en las cuadernas números 22, 40, 80, 100, 118; otro frente al mamparo proel de la torre y otros dos á proa y popa, formados por las planchas verticales, que sostienen los salientes ó lanzamientos. Todos estos mamparos son de plancha de $\frac{3}{8}$ de pulgada, escepto los de popa y proa, y van remachados á las cuadernas correspondientes, que son entonces dobles, quedando despues estancos con el calafateo y rebatido de cantos. Llevan en su canto alto una barra de hierro angular de $6 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$ pulgadas, sujeta á los baos de cubierta con pernos de punta perdida.

Además de estos mamparos, hay otros frente á los de las carboneras y al popel de la torre, destinados á aumentar la solidez, por cuya razon no es necesario hacerlos estancos; pero llevan practicado un agujero de tamaño suficiente, para que corra libremente el agua á las válvulas.

Hay en cada sub-compartimento comunicacion con el mar por medio de un tubo forjado de 9 pulgadas de diámetro interior, hecho de hierro de $\frac{5}{16}$ de pulgada, con arandelas de hierro dulce de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, colocadas en el interior del compartimento, formando una conexion con las bombas á popa de las calderas. Cada division tiene abiertos registros, para facilitar el acceso al interior del buque.

PLANCHAS.

	GRUESOS.	
	En 90 pies de longitud en el medio del barco.	Estremos.
Planchas de aparadura.	$\frac{1}{2}$ pulgada.	$\frac{7}{16}$ pulgada.
Id. en el pantoque..	$\frac{1}{2}$ —	$\frac{3}{8}$ —
Otras planchas del fondo.	$\frac{7}{16}$ —	$\frac{3}{8}$ —
Fondo del compartimento de agua. .	$\frac{1}{2}$ —	$\frac{3}{8}$ —
Costados del casco.	$\frac{5}{16}$ —	$\frac{5}{16}$ —
Id. del compartimento de agua.. . .	$\frac{5}{16}$ —	$\frac{5}{16}$ —

Las tracas de planchas corren de popa á proa en el fondo paralelamente á la quilla y van solapadas una dentro y otra fuera, incluyéndose entre estas las del pantoque, cuya traca sigue la curvatura general del buque con ancho uniforme en toda su estension. Estas planchas del pantoque han de ajustarse bien, antes de remacharse en sus lugares. Las de aparadura se solapan sobre las de la quilla $3\frac{1}{4}$ pulgadas. La anchura de las solapas de todas las costuras que tengan una sola traca de roblones, debe ser tres veces el diámetro de estos. La de las solapas con doble traca de remaches, es, en donde no se especifica de otro modo, cinco veces el diámetro de aquellos, midiéndose estas anchuras despues de haberse rebatido los cantos en el calafateo. Las cabezas ó frentes de las planchas, unidas á tope, se acepillan para que ajusten perfectamente entre sí. Se cubren sus juntas con fajas iguales en espesor á la plancha de mayor grueso de las que se unen, teniendo una anchura 10 veces el

diámetro de los roblones, los cuales van en dobles tracas en las fajas del fondo. Los frentes de las planchas de los costados pueden solaparse, pero empleando tambien dobles tracas de roblones. Los espacios huecos que quedan entre las cuadernas y las tracas esteriores de las planchas de aforro, deben henchirse con chirlatas de la misma anchura que la de la cuaderna.

Las planchas que constituyen el fondo del compartimento de agua se unen á tope con fajas de refuerzo. La costura que une este fondo á la traca del pantoque, se remacha á ella con doble hilera de remaches; pero donde se use una faja de refuerzo, puede emplearse una sola traca de roblones.

En las solapas de las planchas de los costados y compartimentos pueden usarse roblones de cabeza saliente y en todas las costuras: mientras que no se especifique de otro modo, puede emplearse una sola traca de roblones.

DIÁMETRO DE REMACHES.

En planchas	de $\frac{9}{16}$	de pulg.	de espesor serán	$\frac{7}{8}$	de pulg.
»	$\frac{1}{2}$	»	»	$\frac{13}{16}$	»
»	$\frac{7}{16}$	»	»	$\frac{3}{4}$	»
»	$\frac{3}{8}$	»	»	$\frac{3}{4}$	»
»	$\frac{5}{16}$	»	»	$\frac{5}{8}$	»

Los remaches van espaciados $3\frac{1}{2}$ veces su diámetro de centro á centro, tan exactamente como sea posible.

Los roblones cortos y largos que atraviesan todos los hierros angulares en el buque, van espaciados á distancias iguales á ocho veces su diámetro y remachados de modo que se compriman íntimamente la cuaderna, la chirlata y la plancha.

CALAFATEO. Todas las costuras han de ser contínuas con los cantos abiertos y rebatidos. Las cabezas ó frentes, amartilladas por fuera, para que resulten estancas las juntas á tope. Las fajas de refuerzo deben calafatearse por cada uno de sus lados hasta una distancia más allá del segundo roblon, á partir de cada lado; habiendo antes tenido la precaucion de matar las esquinas. El todo debe quedar perfectamente estanco.

VARENGAS. En las cuadernas números 15, 19, 26, 30, 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62, 64, 66, 68, 70, 74, 78, 82, 104, 116, 120, 124, 128 y 132, hay varengas de planchas verticales de 12 pulgadas de altura; la misma que la de las sobrequillas longitudinales y $\frac{5}{16}$ de pulgada de espesor, llevando en su canto superior un hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, que corre hasta el pantoque para fortalecer el fondo entre los refuerzos diagonales. Sujétanse las varengas á las sobrequillas por medio de dos hierros de ángulo de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{7}{16}$ pulgadas, remachados con tres roblones en cada rama.

Hay 50 agujeros ó groeras, practicados en cada varenga, de $1\frac{1}{2}$ pulgadas, un poco encima de la cuaderna, para dar paso al agua, debiendo distribuirse convenientemente para que no se debiliten las planchas.

HIERRO ANGULAR DEBAJO DE LAS CALDERAS. Debajo de las calderas, con el objeto de darlas un buen asiento, hay una barra de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{7}{16}$ pulgadas, remachada á una cuaderna sí y á otra no, que se estiende hasta los baos de cubierta por el costado, inclinada una de sus ramas á la misma altura que la sobrequilla central en el medio del buque.

REFUERZOS DIAGONALES Y TORNAPUNTAS. La resistencia trasversal se consigue por puntales y refuerzos diagonales, colocados como siguen. A proa de la torre se colocan puntales de hierro redondo de $2\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro sobre las sobrequi-

llas, encima de las cuadernas números 28, 32 y 36 y otros iguales con refuerzos diagonales de hierro redondo de 2 pulgadas de diámetro se colocan sobre las sobrequillas, correspondiéndose con las cuadernas números 40, 44, 48, 52 y 56.

Estos puntales se omiten en las carboneras, quedando solo los refuerzos diagonales ó tornapuntas de 2 pulgadas de diámetro en las cuadernas números 73, 75, 77, 79, 81 y 83. El estremo superior de las tornapuntas se sujeta á piezas ó formas triangulares de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, remachadas al refuerzo de hierro angular en los mamparos del pasillo y aseguradas en el canto superior por una barra de hierro angular de $3 \times 4 \times \frac{7}{16}$ pulgadas, hecha firme á los baos de cubierta con pernos de punta perdida. Estas piezas triangulares se enlazan por una planchuela de hierro de 4×1 pulgada, embutida hasta enrasar con la superficie inferior de cubierta y asegurada á los baos con pernos de punta perdida.

En la cámara de fuegos, los puntales son de hierro redondo de 3 pulgadas de diámetro, apoyados sobre la sobrequilla tubular encima de las cuadernas números 87, 92, 96, 98, 102 y 106; así como tambien existen puntales en la misma disposicion en la cámara de la máquina, sobre la cuaderna popel de la máquina á proa y la cuaderna popel de la máquina á popa. Existen puntales y tornapuntas en la varenga núm. 116 á distancia de 4 pies 2 pulgadas del plano diametral y otros en la varenga núm. 120 á la distancia de 4 pies 2 pulgadas del mismo plano, el de estribor, y 5 pies y 3 pulgadas el de babor. Tambien hay en la cuaderna núm. 124, entre el condensador y la chumacera de empuje del eje del hélice, otros dos separados 2 pies 4 pulgadas del plano longitudinal. En los lugares donde existen puntales aislados, tendrán estos un diámetro de 3 pulgadas, y donde hay dos en una cuaderna, serán de $2\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro. Los estremos superiores de los puntales se mantienen unidos trasversalmente por una planchuela de hierro de 4×1 pulgada, embutida en la superficie inferior de los

baos de cubierta. Todas las tornapuntas tienen 2 pulgadas de diámetro y sus estremos inferiores se sujetan á formas ó piezas triangulares remachadas á las cuadernas encima de las planchas de pantoque. Las planchuelas que se emplean sobre las calderas, son de las mismas dimensiones y van aseguradas de igual manera que las otras mencionadas. Las planchuelas ó fajas corren hasta el costado del casco de hierro, al cual están sujetas por curvas de hierro angular de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, reforzadas con formas de plancha de hierro de $\frac{3}{8}$ de pulgada.

MAMPARO DE LA CÁMARA DEL ANCLA. Cerrando la cámara del ancla, existe un mamparo trasversal sobre la cuaderna número 22, que llega hasta los baos con este objeto, hecho de plancha de hierro de $\frac{3}{8}$ de pulgada, estendiéndose desde la superficie inferior de la cubierta hasta el fondo del barco. Se remacha á la cuaderna en los costados y en el fondo y á la cubierta con pernos de punta perdida de 1 pulgada de diámetro, distribuidos á distancias de 12 pulgadas entre sí, quedando reforzado en la parte proel con hierro angular de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas. El hierro de ángulo del canto superior para sujetar el mamparo á los baos, es de $6\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas. Las planchas que lo componen se unen á tope con fajas de refuerzo, que tienen seis veces la anchura de los diámetros de los roblones, que van dispuestos en una sola traca. Hay practicada en este mamparo una fuerte puerta de hierro, suspendida con goznes, que se abre hácia popa, hecha de manera que quede estanca cuando está cerrada. Su luz es de 22 pulgadas por 5 pies de altura. La cara popel del mamparo se reviste de tablones de pino blanco de $1\frac{1}{2}$ pulgada de espesor.

MAMPAROS EN LAS CUADERNAS NUMEROS 28 Y 40. Hay un mamparo de separacion entre la cámara de Oficiales y la del Comandante en la cuaderna núm. 28, que llega hasta los baos con este objeto, y en la cual existe una faja de 2 pies de longitud

por $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, remachada á la misma. El mamparo está compuesto de planchas de $\frac{5}{16}$ de pulgada, unidas á tope con fajas de una anchura seis veces el diámetro de los roblones, que van dispuestos en una sola traca. Dicho mamparo se refuerza en su cara popel por hierros angulares ó nervios de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, espaciados 2 pies de centro á centro: lleva además un hierro angular de $3 \times 4 \times \frac{7}{16}$ pulgadas, hecho firme á los baos con pernos de punta perdida. A las dos caras del mamparo, y á la misma altura de las varengas, se remacha una pieza de hierro de ángulo de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, destinada á formar por uno y otro lado un saliente para recibir los tablones del piso.

Van en este mamparo dos puertas, destinada la una á dar acceso á la cámara de Oficiales y la otra á la despensa del Comandante. Estas puertas tienen en su contorno y en las dos caras del mamparo un marco de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas; se abren hácia proa y sus hojas son de hierro dulce, montadas sobre goznes.

Existe en la cuaderna núm. 40, entre la cámara de Oficiales y la parte del sollado, destinado á la marinería, otro mamparo igual al anterior, con una puerta que dá entrada á la cámara de Oficiales y que se abre hácia popa.

Las dos caras de estos mamparos se revisten de tablas de pino blanco de $1\frac{1}{2}$ pulgada de espesor.

MAMPAROS TRASVERSALES DE LA TORRE. Sobre la cuaderna número 71, y 6 pulgadas á popa de la núm. 60, van instalados los mamparos de la torre, que se estienden desde la quilla hasta la cara baja de los baos.

Están compuestos de planchas de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, unidas á tope con fajas de refuerzo, de una anchura 10 veces el diámetro de los roblones, que van dispuestos en dobles tracas. Además, los mamparos van reforzados de alto á bajo con nervios de hierro angular de $6 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas, espaciados entre sí. Van sujetos á los baos por dos piezas de hierro an-

gular de $6 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas, remachadas á dichos mamparos y aseguradas á los baos con pernos de punta perdida, de 1 pulgada de diámetro y espaciados entre sí 12 pulgadas.

Hay en el mamparo de proa practicado un vano ó puerta, que dá paso á la cocina, de 2 pies de ancho por 5 de alto, y otro de 23 pulgadas de ancho, que conduce á la cámara de la torre, cerrado con una puerta apropiada que abre hácia proa. La cara proel de este mamparo se reviste de tablas de pino blanco de $1\frac{1}{2}$ pulgada de espesor.

Hay tambien en el mamparo popel un vano de 22 pulgadas de ancho por 5 pies de alto, que conduce al pasillo y se cierra con una puerta, montada en goznes. Todas las aberturas para puertas tienen sus dinteles de medio punto y los umbrales rectos, yendo reforzadas en las dos caras del mamparo en todo su contorno con marcos de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas.

MAMPAROS LONGITUDINALES DE LA TORRE. Paralelos al plano diametral, existen dos mamparos, uno á babor y otro á estribor, distantes entre sí 16 pies y 6 pulgadas, destinados á unir los trasversales de la torre y que se estienden desde la cara baja de los baos hasta el canto alto de las varengas. Quedan asegurados á estas últimas por dos piezas de hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, remachadas, la una al hierro angular del canto superior de las varengas y la otra á una pieza de hierro, angular tambien, remachada á la cara opuesta de la varenga. Estos mamparos se unen á los trasversales de la torre por dos esquinales de hierro de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas, y en los cantos altos van las mismas piezas de hierro de ángulos empleadas en los otros mamparos y hechas firmes á los baos con pernos de punta perdida, de 1 pulgada de diámetro por 10 de longitud, espaciados entre sí 12 pulgadas.

Las planchas de estos mamparos longitudinales van unidas á tope con fajas cubre-juntas y doble traca de remaches.

Se refuerzan diagonalmente con nervios de hierro angular de $6 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas. En cada mamparo hay practicado un vano circular de 31 pulgadas de diámetro, frente á cada ventilador de abanico, destinados á dar paso al aire.

MAMPAROS DE LAS CARBONERAS. En la cuaderna núm. 85 hay un mamparo trasversal de plancha de hierro de $\frac{3}{8}$ de pulgada, que se estiende desde la cara baja de los baos remachado á la cuaderna y empernado á aquellos, como se describió en los mamparos de la torre. Va reforzado de alto á bajo con nervios de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas, espaciados ente sí 24 pulgadas. Sus planchas se unen á tope con fajas cubre-juntas y remaches en una sola traca. Tiene una puerta de hierro para comunicar con el pasillo. Su luz es de 22 pulgadas y su altura 5 pies. La puerta debe abrirse hácia popa, existiendo una en cada carbonera. Igualmente se abre en el mismo sentido la correspondiente á otro vano de $24\frac{1}{2}$ pulgadas por 4 pies y 2 pulgadas. En cada una de las puertas de las carboneras hay un postigo de corredera, de 14 pulgadas de ancho por 22 de alto. El piso de las carboneras está formado de tablones de pino blanco, de 3 pulgadas de espesor, distribuidos en dos capas de $1\frac{1}{2}$ pulgada cada una, á juntas encontradas y hecho de quita y pon. La anchura de los tablones es de 6 pulgadas y las tracas van dispuestas paralelamente á la quilla.

PASILLO. Entre las carboneras hay un pasillo de 30 pulgadas de ancho, formado por dos mamparos en sentido de la quilla, de plancha de hierro de $\frac{3}{8}$ de pulgada, que corren desde la cara baja de los baos hasta el canto superior de las varengas, á las cuales quedan asegurados por medio de un hierro angular de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{5}{16}$ pulgadas, que se remacha al mamparo y al hierro angular que lleva el canto de la varenga en una de sus caras y á otro hierro angular que se remacha en la cara opuesta.

Estos mamparos se sujetan á los de la torre y carboneras

por esquinales de hierro de ángulo de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, yendo además reforzados con nervios de hierro de ángulo de iguales dimensiones, distribuidos de tres en tres pies.

Las planchas que lo componen se unen á tope con fajas cubre-juntas y roblones en una sola traca, remachachos por el lado del pasillo. Los mamparos se aseguran á los baos por una pieza de hierro angular de $6\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas con pernos de punta perdida de 1 pulgada, espaciados entre sí 12 pulgadas. Va colocado en este pasillo un piso de tablones de fresno, de 3 pulgadas de espesor por 6 de ancho, dispuestos en sentido de la quilla y bien ajustados, pero no clavados para que puedan zafarse cuando sea necesario.

Las fajas cubre-juntas, en todos los mamparos, han de colocarse en la cara opuesta á la que lleva los nervios de refuerzo.

Sobrequillas de la torre. Entre los mamparos de la torre, y corriendo en sentido de la quilla, hay cuatro planchas verticales de $25\frac{1}{2}$ pulgadas de peralto por $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, que forman las sobrequillas de la torre, destinadas á soportar la columna central de esta y los ejes de los engranajes.

Se sujetan á las cuadernas con dos piezas de hierro angular de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, remachadas á otra pieza de hierro de ángulo que se coloca para este fin en aquellas. Las varengas se unen firmemente á estas planchas con hierros angulares, como se practicó en la union de estas mismas varengas con los mamparos longitudinales de la torre. Cada plancha vertical ó sobrequilla lleva en su canto alto una pieza de hierro angular de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, á la cual se remacha una plancha de hierro de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor por 61 pulgadas de anchura, que sirve de apoyo á los asientos para el pie de la columna central de la torre y para el eje del piñon principal, los cuales van empernados á ella. Cerca de las carboneras, estas sobrequillas disminuyen de altura con el objeto de dar más cómodo acceso

al pasillo. En las sobrequillas inmediatas al costado del buque, se colocan las quijadas para recibir las tornapuntas diagonales, quedando las sobrequillas cerca de los pernos que se emplean para fijar dichas quijadas fortalecidas por las varengas. Estas tornapuntas diagonales, de $3\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro, quedan sujetas en sus pies á las quijadas y tienen una cabeza en el estremo superior para recibir una llave con el objeto de tesarlas. La plancha de la llave es de hierro fundido, bien ajustada y firmemente asegurada á los baos de cubierta encima de los mamparos longitudinales de la torre.

Sobrequillas de las máquinas. En la cuaderna núm. 113, á proa de las números 112 y 108 y á popa de la 109, hay varengas verticales de 15 pulgadas de peralto y $\frac{1}{2}$ pulgada de grueso, con el objeto de soportar las sobrequillas destinadas á las máquinas.

Se sujetan al fondo del barco por medio de una pieza de hierro angular de $4\times3\times\frac{7}{16}$ pulgadas y llevan en su canto alto dos piezas de hierro de ángulo de $3\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}$ pulgadas, á las cuales se unen las planchas verticales que forman dichas sobrequillas, mediante dos piezas de hierro angular de $5\frac{1}{2}\times3\frac{1}{2}\times\frac{9}{16}$ pulgadas. Estas planchas de sobrequilla llevan asimismo en su canto alto hierro angular de las mismas dimensiones, á los cuales se aseguran los asientos de las máquinas. Debajo de estas sobrequillas, la tubular, ya descrita, se la eleva á una altura de 15 pulgadas para darle el peralto de las varengas. Las sobrequillas cerca de las cuadernas números 108, 109, 112 y 113, se mantienen unidas por cuatro planchas verticales de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor, colocadas en direccion de la quilla, las cuales se aseguran á estas sobrequillas por dos piezas de hierro angular de $3\times3\times\frac{1}{2}$ pulgadas en cada estremo.

Sistema de sujecion de los baos de cubierta al casco. Coronando el canto alto del casco, va una barra de hierro angular,

de $3\frac{1}{2} \times 6 \times \frac{1}{2}$ pulgadas, cuya rama mayor se proyecta hácia fuera; á la cual se aseguran los baos por pernos de $1\frac{1}{8}$ pulgada de diámetro, de cabeza cuadrada, embutida en la cara alta de estos y teniendo en su estremo inferior una tuerca exagonal, para apretar cuando sea necesario. Un hierro angular, igual al anterior, corre al rededor del canto alto del costado del compartimento de agua, cuya rama mayor se proyecta hácia dentro, á la cual se acaba de asegurar cada bao, de la manera espuesta anteriormente, con pernos de 1 pulgada.

CONSTRUCCION DEL EMBONO DE MADERA. La primera traca de maderas, que forman la balsa ó embono, está firmemente sujeta al casco de hierro por cáncamos, de $1\frac{1}{4}$ pulgada de diámetro, asegurados á las cuadernas del esterior con pernos de tornillo de 1 pulgada, que atraviesan las quijadas abiertas en los estremos de los anteriores pernos. Para facilitar la colocacion de la primera traca del embono en cuestion, los taladros que se practican en ella son de un diámetro, $\frac{1}{4}$ de pulgada mayor que el de los pernos, para que tengan holgura. El todo se asegura por tuercas, que se aprietan contra grandes arandelas cuadradas de plancha de hierro, de $\frac{1}{4}$ de pulgada de grueso. En la traca inmediata deben practicarse cavidades para alojar estas tuercas. Ha de ponerse mucho cuidado al labrar estas cavidades, para que los hierros se ajusten de modo que puedan contribuir á la resistencia longitudinal. Todas las tracas se unen entre sí con pernos de punta perdida, de $1\frac{1}{4}$ pulgada de diámetro, á distancias de 3 pies unos de otros, las cuales deben mantenerse tan exactamente como sea posible, cuidando al propio tiempo evitar los cáncamos de ojo y los verticales, que aseguran los baos de cubierta, así como tambien los pernos de la coraza. Las tracas se sujetan en sentido vertical y á los baos por pernos de tornillo, de $1\frac{1}{8}$ pulgada de diámetro, con arandelas cuadradas de $\frac{1}{4}$ de pulgada de espesor debajo de las tuercas.

A proa existe una plancha vertical de $\frac{1}{4}$ pulgada de espesor,

especie de mamparo trasversal estanco, que profundiza 2 pies 7 pulgadas en la madera del embono. Esta plancha tiene una costura horizontal á tope con fajas cubre-juntas en cada cara y roblones en dobles tracas, no existiendo ninguna costura ó junta vertical. La traca interior de maderas se une á esta plancha, labrando chaflanes en sus estremos; los cuales quedan asegurados á dicha plancha con pernos pasantes de 1 ¼ pulgada de diámetro. Las demás maderas se solapan y empernan entre sí con pernos de 1 ¼ pulgada. Además de estos, hay 14 pernos de 1 ¼ pulgada de diámetro, que atraviesan completamente de una á otra banda la proa del barco.

Todos estos pernos tienen arandelas de plancha de hierro, de ¼ de pulgada de espesor y de 4×4 pulgadas debajo de sus cabezas y tuercas.

Roda. Existen dos piezas de hierro angular, de 4×3×½ pulgadas, que se estienden 3 pies á proa de la parte anterior del compartimento de agua, remachadas á la plancha vertical, ya mencionada, y destinadas á formar un asiento para el pie de roda. Esta última, de madera, de 18×14 pulgadas, descansa sobre dichas piezas de hierro y se asegura á la plancha vertical con tres pernos de 1 ¼ pulgada de diámetro. Esta roda continúa hasta el canto bajo de la coraza, quedando su estremo inferior sujeto á los baos por cuatro pernos largos, de 1 ¼ pulgada de diámetro. El aforro de madera en la proa se protege con dos planchas de hierro, de ¾ de pulgada, remachadas á la misma proa y estendiéndose hácia atrás debajo de la coraza 3 ½ pies. Se clavan de 12 en 12 pulgadas con clavos de ⅝ de pulgada y se remachan en el canto popel por cinco roblones pasantes de ¾ de pulgada.

Codaste. A una distancia de 5 pies á proa de la parte posterior del casco de hierro propiamente dicho, empieza una plancha vertical, de ¾ de pulgada de espesor, que se estiende

en toda su altura hasta la cara inferior de los baos de cubierta, sujeta á una plancha que cubre la de la quilla por dos hierros angulares de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas y á los baos por dos hierros angulares de $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$ pulgadas con pernos de tornillo, de 1 pulgada, que atraviesan cada bao. Estas planchas verticales pasan á través del compartimento de agua, formando un mamparo estanco y continúan con toda su anchura hasta el codaste del casco de madera ó embono. En este sitio se escota una parte en sentido diagonal hasta el asiento del pinzote del timon y otra parte se estiende hácia arriba hasta el canto bajo de las planchas de blindaje entre los pozos de los hélices. Las planchas de que se compone, afectan la figura apropiada, quedando luego reforzadas con cubre-juntas y dobles tracas de remaches. La plancha superior puede hacerse en dos partes en caso necesario, soldándolas despues entre sí y empleando fajas cubre-juntas y roblones en el camino de los guardines.

El saliente ó lanzamiento de popa, se protege y refuerza en la cara inferior con planchas de hierro de $\frac{1}{4}$ de pulgada, unidas á tope y reforzadas con cubre-juntas y remaches de cabezas embebidas y firmemente clavadas á la madera.

Arreglos de popa. Solapándose sobre la quilla y estendiéndose á popa, para formar un asiento al pinzote del timon, existe una barra de hierro forjado de 8 pulgadas de ancho, aumentando de espesor desde $1\frac{1}{2}$ pulgada en la quilla hasta $2\frac{1}{2}$ pulgadas en el asiento del pinzote. Las planchas verticales se sujetan firmemente á esta barra por dos piezas de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 5 \times \frac{9}{16}$ pulgadas.

Con el objeto de formar un alefriz para el forro de tablones, se remacha un hierro angular de $3 \times 3 \times \frac{3}{8}$ pulgadas á cada lado de la plancha vertical en el sitio del codaste del casco de madera, con la rama que proyecta abierta, segun indica la figura correspondiente. Los tablones se ajustan con esmero debajo de esta rama saliente y se remachan de parte á parte con

roblones de $\frac{5}{8}$ de pulgada, teniendo sus arandelas apropiadas. Las cabezas de las maderas de la balsa ó casco de madera, se unen achaflanándolas á la plancha vertical, empleando, de la misma manera que en la proa, pernos de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Los vanos abiertos en el saliente para formar los pozos de los hélices, se refuerzan con planchas de hierro y piezas angulares. Hay tambien otro vano practicado en el mismo saliente, para dar campo á la caña del timon. Esta abertura se protege con un cubichete de plancha de hierro formado de tres capas de $\frac{3}{4}$ de pulgada de espesor cada una. Existe una espiga ó gina ajustada á la parte alta de dicha caña, que sale al esterior de la cubierta y cuya cabeza va escuadreada con el objeto de recibir una segunda caña para gobernar cuando no se está en combate. Esta última se laborea desde el techo de la torre á proa de la casilla del timonel. El aparato para este objeto es independiente. El paso de la espiga al través del cubichete se hace estanco con una caja de estopas.

Timon. El timon es equilibrado, estendiéndose su pala 7 pies á popa del eje y 3 pies á proa. Se hace de plancha de hierro de $\frac{1}{4}$ de pulgada, con henchimiento de madera. El eje tiene orejas arriba y abajo para recibir las planchas. La espiga superior, de $4\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro, pasa por una caja de estopas y remata en una escopleadura ó parte escuadreada para recibir la caña. El pinzote inferior, de 4 pulgadas de diámetro, descansa en una cavidad formada en la barra antes mencionada. El gobierno del timon se efectúa en la casilla del timonel, cámara de la torre y encima del techo de esta última, como tiene lugar en los Monitores.

Chumaceras de los ejes de los hélices. Los ejes de los propulsores atraviesan las maderas del casco ó balsa por el interior de dos bocinas ó tubos de hierro forjado, introducidos á fuerza en la madera. El espesor de estos es $\frac{5}{16}$ de pulgada y $7\frac{1}{2}$ pulga-

das su diámetro interior. A popa de los hélices hay dos chumaceras para los estremos de los ejes, cuyas formas y dimensiones se indican en la lámina 17.

Estas se ajustan con esmero y se remachan firmemente con roblones al hierro angular en la base de la plancha vertical que sirve de sosten al saliente, y se empernan á la cara inferior de este último con doce pernos de rosca de 1 pulgada en cada plancha superior encima del apoyo.

Se debe tener presente, que el saliente ha de escotarse en el sitio del codaste, empezando por rebajar á su cara inferior una porcion tal, que quede esta á 6 pies por encima de la línea de base de dibujo, hasta llegar á 18 pulgadas á popa del centro de la parte de eje esterior de cada propulsor, desde cuyo punto se labra en pendiente hasta llegar al canto esterior de las maderas que respaldan la coraza.

Baos de cubierta. La cubierta se compone de baos de roble, de 15 pulgadas de peralto en el centro y 12 pulgadas encima de los compartimentos de agua, en la parte de mayor manga del buque. Se colocan justapuestos y empernados entre sí con pernos de punta perdida de 30 pulgadas de longitud por $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, distribuidos de 6 en 6 pies. Las juntas de las caras laterales de los baos, van bien calafateadas con tres hilos ó ramales de estopa y embreadas con pez vegetal, formando un sólido y estanco techo sobre el casco de hierro. La cara baja de los baos, desde el compartimento de agua hasta los estremos ó cabezas de aquellos, puede ser horizontal. La brusca de los baos de cubierta se mantiene constante desde los pozos de los hélices á popa hasta el mamparo que separa la cámara del ancla de la del Capitan. Al disminuir las bruscas á proa, las curvas de las cabezas de los baos al unirse deben formar un remate redondeado, para dar mejor apariencia. Las bruscas empiezan tambien á disminuir á popa, á partir de los pozos de los propulsores.

Para construir la parte horizontal que ha de servir de base á la torre sobre cubierta, debe tenerse en cuenta que dicho plano horizontal ha de pasar por la parte más alta de la brusca del bao; y para mayor claridad, consúltese la lámina 17, en la cual la seccion trasversal enseña la disposicion de la cubierta en este sitio.

La distancia vertical entre el centro de la curva de bao de la cuaderna maestra, tomada sobre el blindaje de cubierta y el canto superior de la coraza, es de 23 pulgadas.

Debe procurarse en los sitios donde tengan que practicarse los vanos para iluminadores de cubierta y escotillas ó arandelas para el carbon, que sus centros caigan sobre una junta de baos, cuidando no cortar estos más de una mitad de su anchura, teniendo tambien en cuenta distribuir los pernos convenientemente para evitar dichos vanos.

En las escotillas, hay brazolas de roble ó esloras, de 15 pulgadas de escuadría, con rebajos apropiados para servir de apoyo á los baos donde han quedado cortados, para proporcionar dichas escotillas.

La cara inferior de los baos se labra y apara con esmero. Las juntas se cubren con chirlatas de pino de 4 pulgadas de ancho por 1 pulgada de espesor. En el centro de ellas, y abierta en su cara superior, hay una canal de 1 ½ pulgada de ancho por ⅜ de pulgada de profundidad, para conducir hasta el costado el agua que pueda filtrarse. Con el objeto de impedir las infiltraciones por el costado del buque, hay sobre el canto superior del casco interior y el del compartimento, practicado un agujero ó bitoque de 1 ¼ pulgada de diámetro, taladrado en la junta del bao hácia abajo hasta el hierro angular. Este bitoque se rellena con un espiche de pino blanco, bien ajustado.

Blindaje de cubierta. Las planchas se colocan en dos capas de ½ pulgada de espesor cada una. Corren las tracas de popa á proa, con el objeto de aumentar la resistencia de la cubierta

en este sentido. Encima de la balsa ó casco de madera, solo se coloca una capa. Las planchas tienen 3 pies de ancho por 9 pies de largo. Esta longitud ha de variar precisamente, atendiendo á que ningun taladro de perno venga á encontrar á las juntas de los baos. Las planchas de la capa superior se clavan cada 8 pulgadas con clavos de $\frac{3}{4}$ de pulgada de espesor por 10 de largo. Están acepilladas en todos sus cantos, pintadas con esmero con blanco-zinc, antes de colocarse, y dispuestas á juntas encontradas. Interpónense entre las planchas y los baos dos capas de fieltro alquitranado.

MADERAS QUE RESPALDAN LA CORAZA. A la espalda de la coraza, y quedando debajo de las planchas de la cubierta, hay piezas longitudinales de roble de 15 pulgadas de ancho, que se estienden verticalmente 18 pulgadas debajo del canto alto de la coraza. Desde la parte baja de estos hasta el canto inferior de dicha coraza, va colocada otra pieza de roble de 12 pulgadas de ancho. Estas piezas longitudinales del espaldon, se aseguran firmemente de 3 en 3 pies á las de la balsa, con pernos de punta perdida de $1\frac{1}{4}$ pulgada de diámetro.

CORAZA. La coraza ó blindaje del costado se compone de tres capas de planchas de hierro, cada una de á pulgada cumplida. Miden 3 pies en sentido vertical, escepto en la popa, donde esta altura se disminuye hasta 18 pulgadas, segun se vé en la lámina correspondiente. Estas planchas tienen una longitud constante, que cuanto mayor sea, ofrecerán más ventaja, cuidándose de no admitirlas de menos de 8 pies.

Las dos capas interiores se empernan con dos pernos de $1\frac{1}{8}$ pulgada de diámetro en cada plancha para sostenerlas en sus sitios, mientras se acomodan las esteriores. Estas se sujetan con pernos de punta perdida, de $1\frac{1}{8}$ pulgada, espaciados, teniendo sus cabezas encastradas en las planchas, enrasando con la superficie. Los taladros para los pernos se hacen 6 pulgadas

más profundos que el largo de estos, á fin de que cuando sean heridos por los proyectiles, puedan penetrar y alojarse en esta cavidad, sin tender á agujerear el costado del buque. Los frentes y cantos superiores de las planchas de la coraza se acepillan y ajustan con esmero. El canto alto corre horizontalmente hasta los estremos del casco de hierro, propiamente dicho, donde comienza á elevarse hasta llegar á una altura de 3 pulgadas en las estremidades de popa y proa del buque.

Refuerzos longitudinales de hierro de la coraza. A la espalda de la coraza y encastrados en las maderas, empezando á 25 pies de la proa en cada costado, hay dos largueros de hierro de refuerzo, de 9 pulgadas de espesor por 7 pulgadas de anchura vertical, que se mantienen separados entre sí 2 pulgadas. La ranura practicada en el roble para su encastre, tiene 16 pulgadas de ancho, rellenándose despues el espacio comprendido entre los dos largueros, con chirlatas de roble de 2 pulgadas de peralto. Los pernos que sujetan las planchas de la coraza, atraviesan estas chirlatas comprendidas entre los largueros, quienes no han de tener más taladros que tres, abiertos en el sitio á proa, de donde parten, quedando allí remachados con tres roblones de 1 ¼ pulgada de diámetro.

Torre. La torre tiene 20 pies de diámetro interior por 9 pies de altura y su costado se forma de ocho planchas de á pulgada cumplida de espesor cada una. Estas planchas se aplican en 20 secciones y se disponen verticalmente, de tal manera que no haya más que una junta en cualquier lugar. Las cinco capas interiores se remachan firmemente unas á otras con roblones de 1 ¼ pulgada, espaciados de arriba abajo 9 ¼ pulgadas. Las dos capas inmediatas se sujetan por una traca sencilla de remaches. La capa esterior se sujeta tambien por una traca de roblones en cada lado de las juntas. Los remaches en estas tres capas esteriores tienen 1 ¼ pulgada de diámetro y se colocan á media

distancia entre los de las capas interiores. En la tercera capa, contada desde el esterior, los taladros tienen 1 ½ pulgada de diámetro y los roblones que pasan por ella se calientan en el punto apropiado, para que al remacharlos formen contra los agujeros un collar ó filete, destinado á impedir que el perno salga en ningun sentido al recibir la torre un golpe de proyectil. Todos estos remaches han de ser de igual calidad que el mejor hierro de Ulster, el cual resiste una tension de 45000 libras por pulgada cuadrada y se alarga una pulgada en cada 5 pulgadas sometido á la máquina de prueba. Antes de introducirse los remaches en sus taladros respectivos, deben calentarse con esmero, á fin de hacer su hierro más dulce. Las planchas descansan sobre un anillo chato de bronce de 1 ½ pulgada de espesor, provisto de una pestaña ó reborde vertical en el interior, de 1 ½ pulgada de altura y 1 ½ pulgada de espesor. La cara superior del anillo está torneada y la inferior torneada y pulimentada. Para la comodidad en el manejo y trasporte divídese el anillo en seis segmentos, que despues se unen entre sí por medio de chapas, encastradas en la cara superior, mantenidas sujetas con tornillos de cabeza avellanada, rasantes con la superficie de aquellas. Se puede al vaciar los anillos formar orejas para sujetarlos provisionalmente, las que deben quitarse cuando no se necesitan; pues de otro modo se desprenderian del anillo al recibir la torre un golpe de proyectil. En la parte alta de la torre y próximamente á 10 pulgadas debajo de su canto alto se estiende una barra de hierro forjado, de 8 pulgadas de peralto y 5 pulgadas de ancho, con sus estremos remachados al paramento interior de la torre con el intermedio de planchas de hierro. En cada lado de esta barra se insertan, mediante una mortaja, dos barras cortas de 6 pulgadas de peralto por 5 pulgadas de ancho y otras dos de 6 pulgadas de peralto por 4 de ancho. Para este objeto la barra maestra ó principal tiene orejas ó proyecciones, en las cuales se practican las mortajas ya citadas. Las cabezas de las barras cortas se asegu-

ran al paramento interior de la torre con planchas remachadas á él. Otra série de barras, de 3 pulgadas de peralto por 4 pulgadas de ancho, separadas 2 pulgadas entre sí, se colocan encima de las anteriores, quedando soportadas parcialmente por ellas y por planchas sujetas al paramento interior. Estas barras han de ser de la mejor calidad de hierro forjado.

Encima de estas barras se colocan planchas de hierro laminado de ½ pulgada de espesor, dispuestas de manera que las juntas caigan sobre la línea central de las barras y están provistas de agujeros de 1 pulgada de diámetro. En estas planchas se abren dos escotillas con brazolas de hierro forjado y cuarteles de corredera, tambien del mismo hierro, de 2 pulgadas de espesor, con guías apropiadas.

En el centro del techo, así formado, hay practicada una abertura circular, sobre la cual se instala la casilla del timonel, como se esplicará más adelante.

Formando ángulo recto con la barra maestra, hay otra igual insertada cerca del pie de la torre, de 6 pulgadas de ancho, provista en su centro de un cubo, cuyo taladro vertical tiene 14 pulgadas de diámetro, guarnecido en su interior con un collar de bronce, de 12 pulgadas de diámetro, por el cual pasa el eje ó columna central de la torre. Los estremos de esta barra tienen la forma de *T*, cuyas ramas se ajustan al paramento interior y sujetan en cada estremo con remaches de 2 pulgadas de diámetro. Sobre la cara alta de esta barra van otras cuatro de hierro forjado, colocadas á ángulos rectos con aquella. Estas barras tienen 4 pulgadas de ancho por 7 pulgadas de peralto y forman las correderas, sobre las cuales juegan las cureñas de los cañones. Las dos barras estremas llevan soldada una oreja para el taladro de 7 pulgadas que recibe el eje principal de los engranajes de la cureña, como se vé en la lámina. Estas correderas están firmemente sujetas á la barra maestra inferior, descansando sus estremos en soportes apropiados remachados al paramento interior de la torre. La distancia entre

las correderas es de 37 ½ pulgadas. La torre tiene un piso de tablones de fresno blanco, en el cual van practicadas varias escotillas de servicio con cuarteles de enjaretado. El anillo de bronce ya descrito, descansa sobre otro insertado en la cubierta del buque y compuesto tambien de segmentos. Está formado de planchas de hierro de 1 pulgada de espesor y 11 pulgadas de ancho, exactamente alisado y sujeto á la cubierta con pernos de cabezas encastradas para que resulte una junta estanca y una superficie continua. En el esterior de la torre y alrededor de su base hay practicada en la cubierta una cavidad de 8 pulgadas de ancho con su fondo al nivel de la cara alta de dicho anillo de hierro forjado, destinada á recibir un empaquetado de estopas análogo al que se usa en las juntas de las piezas de máquinas de vapor, yendo asegurado en su sitio por otro anillo de plancha de hierro de ¼ de pulgada de espesor por 6 pulgadas de ancho, sujeto á la cubierta por tornillos de madera de ¾ de pulgada. Alrededor del pie de la torre hay un suncho de refuerzo y á la par de proteccion, hecho de hierro forjado, de 5 pulgadas de grueso por 15 pulgadas de peralto. Este suncho ha de ser de una calidad de hierro tal, que resista á ser encorvado en frio hasta un radio de 18 pulgadas, sin presentar grietas en su superficie. Va dispuesto en cuatro segmentos y sujeto á la torre con 40 pernos de 2 pulgadas de diámetro, que llevan sus cabezas encastradas en el esterior y tuercas en el interior.

Encima del techo de la torre, y en su paramento interior, hay abiertas 20 cajeras ó taladros cuadrados para recibir igual número de candeleros.

Al rededor del techo de la torre, y 4 pulgadas fuera del paramento interior, hay dispuesto un blindaje de plancha de hierro de ¼ pulgada de espesor y 30 pulgadas de altura, dividido en ocho segmentos y destinado á proteger á los tiradores contra las balas de rifle. Una pieza de hierro angular de $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$ pulgadas, se sujeta á la parte superior de las panchas de la torre

con pernos de tornillo, en tal disposicion, que el canto interior de la rama de este hierro venga á enrasar con la plancha interior, quedando los segmentos sujetos á él con pernos de 1 pulgada. En las uniones de los segmentos, hay placas colocadas sobre su borde superior que van remachadas á un segmento y empernadas al otro.

La torre gira alrededor de una columna central ó eje fijo de hierro forjado de 12 pulgadas de diámetro, descansando en las sobrequillas en el fondo del barco, como ya se mencionó y puede verse en la lámina.

Un brazo de hierro fundido, hecho firme á los baos de cubierta, soporta el estremo superior de la columna mediante un agujero cilíndrico, taladrado á propósito en él.

La columna central termina 20 pulgadas más arriba de la cara alta de la barra maestra inferior, presentando en su estremo una profunda muesca trasversal de 4 pulgadas de ancho por 3 pulgadas de profundidad.

Una columna central superior de hierro forjado, de 9 pulgadas de diámetro, se coloca sobre la columna inferior, ya mencionada, teniendo en su pie una espiga que penetra en la muesca de aquella. Esta columna superior pasa por un agujero practicado en el espesor de la barra maestra del techo de la torre, la cual tiene para este objeto un cubo central análogo al que lleva la barra maestra inferior, ya descrita. La columna superior tiene 12 pulgadas de diámetro en la parte que atraviesa el cubo de la barra y sirve como apoyo central para la casilla del timonel. Sobre la cabeza de esta columna va instalado el aparato de gobernar. Va asimismo provista esta pieza de un collar, sobre el cual descansa la barra maestra del techo, guarnecido interiormente de una fuerte anilla ó casquillo antifriccion.

Para el apoyo del cuerpo de la torre, hay dos tirantes diagonales de 4 ½ pulgadas de diámetro, cuyos estremos superiores están bifurcados y empernados á la barra maestra del techo

con pernos de 3 ½ pulgadas de diámetro, tan próximos al centro como lo permita la columna. Tienen dobles roscas á uno y otro lado con el objeto de que al tesarlos, disminuyan el rozamiento del anillo de bronce de la torre con el de hierro de cubierta. Los pies de estos tirantes se atornillan á traviesas de hierro cuyos estremos entran en cavidades practicadas en los cantos bajos de las correderas interiores. Sobre los estremos de estas correderas para las cureñas, hay fuertes piezas forjadas, remachadas á la torre, para resistir á la fuerza desarrollada de abajo á arriba.

MAQUINARIA DE LA TORRE. Una rueda dentada de 10 pies de diámetro, con paso de dientes de 6 pulgadas, se emperna á la solera y á las correderas de los cañones. Con el objeto de obtener una completa sujecion entre estas piezas y la rueda principal, se les sueldan en la forja proyecciones en los lugares donde interceptan á la corona de la rueda, y asimismo se colocan agarraderas en la cara superior de esta última, para recibir dichas proyecciones.

Un piñon de hierro colado de 23 pulgadas de diámetro, se engrana en dicha rueda principal ó catalina y va sujeto al estremo superior de un eje vertical de hierro forjado, de 9 pulgadas de diámetro, cuyo pie descansa en una chumacera unida á las sobrequillas de la torre, y su estremo superior entra en un collar sujeto á los baos de cubierta. Hecho firme á este eje, y á unas 12 pulgadas por debajo de los baos, hay una rueda de 78 dientes con paso de 4 ½ pulgadas, la cual engrana con un piñon de hierro forjado de ocho dientes, hecho en una pieza, y cuyo eje es de 6 ½ pulgadas de diámetro. Este eje se coloca al esterior de los mamparos de la torre, apoyado en su pie en una chumacera y sujeto su estremo superior por un collar apropiado. Cerca del pie de este eje, se coloca una rueda cónica de 40 dientes con paso de 3 pulgadas, conducida por un piñon de hierro forjado con 11 dientes, unido al eje acodado de la má-

quina de la torre. Los detalles de este sistema de engranajes se ven en la lámina 17.

DESCRIPCION DE LAS MÁQUINAS DE LA TORRE. Se produce el movimiento giratorio de la torre por medio de dos máquinas con cilindros de 12 pulgadas de diámetro y 16 pulgadas de golpe de émbolo.

Estas máquinas se colocan á un ángulo de 126°, y actúan un eje acodado comun. Se sujetan á las caras del mamparo proel de la torre (la de babor en el interior y la de estribor en el esterior de la cámara de la torre) con 10 pernos de 1 pulgada de diámetro en cada peana de las máquinas. Para proporcionar un buen asiento, se coloca entre las peanas y el mamparo una pieza intermedia de madera de roble de 2 pulgadas de espesor.

Las peanas de las máquinas son de hierro fundido, con orejas en el estremo esterior, para recibir las correspondientes de los cilindros, uniéndose entre sí con cuatro pernos de tornillo de 1 pulgada de diámetro.

El estremo interior de las peanas se construye de modo que forme guias para la cruceta, que es de hierro forjado con contrachavetas de bronce. El émbolo es de hierro colado y sin tapa, con empaquetado de semi-anillos de hierro tambien colado, y se ahueca á torno en su circunferencia, para poder recibir á los anillos y sus muelles. La barra del émbolo es de acero fundido, de 1 ¾ pulgada de diámetro, sujeta á la cruceta y al émbolo con cuñas de acero de ¼ pulgada de ancho. El movimiento de válvulas de cada máquina se obtiene por la cruceta de la otra, efectuándose esto por un sistema de palancas arregladas como se vé en la lámina.

El eje principal y sus manubrios son de hierro forjado. El manubrio de la máquina de babor es doble y forjado en una sola pieza con el eje, y el de la de estribor simple y soldado en caliente al eje, despues de haber atravesado este el mamparo. El eje se soporta en dos chumaceras de hierro colado armadas

con metal blanco anti-friccion, una de las cuales se emperna al mamparo y la otra á una varenga que soporta el piso del sollado.

DIMENSIONES DE LAS MÁQUINAS DE LA TORRE.

Diámetro de cilindros.	12	pulgadas.
Golpe de émbolo.	16	»
Espesor del cuerpo del émbolo ó piston. .	4	»
Anchura de anillos de empaquetado. . . .	2½	»
Diámetro de la barra del émbolo. . . .	1¾	»
Idem del gorron ó espiga de la cruceta de la barra de conexion ó biela.	1¼	»
Diámetro del boton del manubrio de la máquina de estribor.	3	»
Idem idem de la de babor.	3¼	»
Diámetro del eje del manubrio.	3½	»
Idem de la biela en el cuello.	1¾	»
Idem idem en el centro.	2¼	»
Portas ó aberturas para la entrada del vapor.	1 × 4½	»
Idem idem para la salida ó descarga. . .	1½ × 4½	»
Válvula.	5¾ × 6	»
Cavidad en la válvula para la salida del vapor.	3½ × 4½	»
Diámetro del tubo de vapor.	2½	»
Idem del tubo de descarga.	2¾	»
Idem de la varilla de la válvula. . . .	1¼	»

Las palancas para el movimiento de las válvulas son de hierro forjado y sus agujeros acerados. Los pasadores son de acero. La biela en el estremo del manubrio tiene una cabeza de *T*. La mitad de las espigas ó cuellos de la *T* están armadas de metal blanco anti-friccion. Todas las partes movibles y frotantes están pulimentadas, como asimismo las tuercas y las cabezas aparentes

de los pernos. Los rebordes ó platinas de los cilindros y de las tapas han de estar bien acabadas. Los cilindros se forran con fieltro y el todo se cubre ó enfunda con duelas de nogal sujetas con aros de laton.

CASILLA DEL TIMONEL. La casilla del timonel es de hierro forjado, de 6 pies de diámetro interior, 6 ½ pies de altura y 10 pulgadas de espesor. Se construye en 10 capas de planchas de 1 pulgada cumplida de espesor cada una y unidas entre sí de la misma manera que se hizo en la torre.

El techo se forma, primero de dos planchas de 1 pulgada cumplida de espesor cada una, remachadas entre sí y torneadas para insertarse exactamente dentro de la tercera capa de planchas, á contar desde el interior, la cual se dobla por encima del canto del techo para asegurarlo firmemente en su lugar. Con el objeto de recibir este techo, las dos capas interiores tienen 2 pulgadas menos de altura. Las dos capas esteriores suben 9 pulgadas más arriba de las otras, y dentro de estas, por encima de las espresadas planchas, hay un relleno de madera de roble cubierto con dos planchas de hierro de ¾ de pulgada de espesor cada una. La inferior se estiende hasta el nivel de las planchas inferiores; pero la superior está casi horizontal y se remacha sobre su canto esterior, como se ha dicho para las inferiores. Entre estas dos planchas y las esteriores verticales existe un relleno de madera de roble. Esta tapa superior se remacha á la madera ó relleno con 12 pernos de punta perdida de 6 pulgadas de longitud por ¾ de pulgada de diámetro, con sus cabezas embutidas.

Se practican en este techo agujeros para la ventilacion, y entre ellos uno de 5 pulgadas de diámetro, un poco á proa del centro de dicho techo, con el objeto de iluminar la casilla. Encima de este agujero se coloca la bitácora, que es de cobre, para cuando se gobierna con el compás. A 21 pulgadas, contadas en el esterior de la casilla desde el canto superior del te-

cho, hay ocho miras que tienen al esterior una anchura horizontal de 14½ pulgadas por 1 pulgada en sentido vertical y al interior 11 pulgadas en sentido horizontal, por 3½ pulgadas en sentido vertical, abocinándose al esterior é interior desde una seccion central, que tiene 6 pulgadas de ancho por ⅜ de pulgada en sentido vertical.

En el pie de la casilla hay una solera de suficiente fuerza, para soportar todo el peso de ella. Por el centro de esta solera pasa el estremo superior de la columna central de la torre, que sirve tambien de apoyo al piso de la casilla, al cual va unida, impidiendo de esta manera que la casilla participe del movimiento giratorio de la torre.

Se practican escotillas en dicho piso de la casilla, con el objeto de dar acceso á ella cuando gira la torre y se hacen coincidir con las del techo de esta última, las cuales se cubren con enjaretados de fresno de 1¼ pulgada de espesor.

Aparato de gobernar. El estremo superior de la columna central de la torre se reduce en el torno 6 pulgadas en sentido de su eje, hasta un diámetro de 5 pulgadas. En el embase ó asiento así practicado, hay un soporte de bronce bien ajustado que tiene cuatro asientos vaciados en la misma pieza y taladrados en un diámetro de 2 pulgadas. Dos de estos taladros llevan un eje de hierro pulimentado de 2 pulgadas de diámetro. A un estremo de este se sujeta una rueda de timon de 3 pies 8 pulgadas de diámetro, con ocho rayos de falsa acacia (*locust*), insertados en un cubo de bronce bien acabado. La pina de esta rueda es de caoba de Cuba, con adornos de madera blanca ó acebo, embutidos. En el otro estremo del eje se asegura un piñon pulimentado de hierro forjado de 3⅛ pulgadas de diámetro en la línea de contacto, con dientes de 2¼ pulgadas de cara. Este piñon conduce ó engrana con una rueda de bronce pulimentada, con dientes al interior, y cuya línea de contacto tiene 23¼ pulgadas de diámetro. Esta rueda se asegura á otro eje,

que gira en los otros dos apoyos. Cerca del centro de este último eje, se coloca un piñon de hierro forjado pulimentado, con dientes de 2 ½ pulgadas de cara, cuyo diámetro en la línea de contacto es de 3 7/16. Este último piñon engrana con una cremallera vertical de hierro forjado bien pulimentada. Dicha cremallera tiene una prolongacion que pasa por una muesca en la columna de la torre y comunica movimiento al timon por medio de un mecanismo que se describirá más adelante. Todo el engranaje debe hacerse por la fresa ó cortado, y bajo ningun concepto colado ó forjado.

NUMERACION PARA INDICAR EL CALADO. En cada costado del buque, y en su parte media y en los dos lados de la roda y el codaste, hay números para indicar el calado exacto, medido verticalmente á contar desde el canto inferior de la quilla.

Los números son de hierro de 3/16 de pulgada de espesor y 6 pulgadas de alto. La parte inferior del número ha de estar exactamente en la línea del calado, que indica en pies. Se sujetan firmemente al blindaje con tornillos de cabeza embutida. Los números se estienden desde el fondo hasta el canto superior de la coraza y se pintan con el color general del buque.

PINTURA. Todo el buque, interior y esteriormente, como asimismo el hierro, la madera y los algibes por dentro y fuera, reciben tres capas de pintura, hecha de óxido blanco de zinc puro mezclado con aceite de linaza, cocido solamente. Toda la carpintería de blanco recibe además otra capa de blanco porcelana reluciente, y las partes de pintura de color, se dan sobre esta.

CARPINTERIA DE BLANCO. Los materiales usados por el carpintero de blanco, son: pino blanco, fresno blanco, alerce ó meple y nogal negro, bien depurados y de la mejor calidad. Las partes de metal de laton y los botones de las cerraduras, de

porcelana blanca. Las cerraduras y bisagras son fuertes y bien hechas, y ninguna llave abre otra puerta que su correspondiente.

Todos los mamparos y puertas son de madera de 2 pulgadas. Los tableros tienen 1 pulgada de espesor despues de acabados.

CAMARA DEL COMANDANTE. El frente del sofá y la obra de encima, de nogal negro, con tableros. La litera fija. En otros conceptos, la obra es la misma que la de la cámara de Oficiales, refiriéndose al plano general de alojamientos, pañoles, almacenes, etc.

CÁMARA DE OFICIALES. En cada lado de la cámara de Oficiales, hay dos largos ó crugías de literas, cada una de tres pisos de literas y arregladas segun marca la figura en la lámina 17, de modo que se puedan desmontar y formar con ellas un sofá. Frente de ellas se coloca una cortina que corre en varilla cilíndrica de laton de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, sujeta á la cara inferior de los baos de cubierta figurando un camarote semi-circular cuando está corrida la cortina. En cada crugía, entre las literas, hay un lavavo de nogal negro con espejo encima. Los frentes de las literas, los bazares y los marcos de los espejos, son de nogal negro. Los cantos frontales ó largueros de las literas, de alerce. Todas las puertas tienen persianas en el tablero superior con latas de $1\frac{5}{16}$ pulgada de ancho por $\frac{5}{16}$ de espesor, separadas verticalmente 1 pulgada. Las persianas son de meple, rodeadas por una moldura de nogal negro. Todas las puertas del buque, escepto donde haya dibujos especiales, tienen batientes de madera dura.

SOLLADO. La marinería y tripulacion duerme en literas de quita y pon, arregladas en andanadas ó pisos para acomodar 28 hombres y colocadas en sentido de la manga. Estas literas se hacen de modo que puedan quitarse con facilidad. Los mon-

tantes y largueros son de fresno y los cubos ó zoquetes, de bronce. (Véase la lámina 17.)

Los pañoles de pólvora y de granadas tienen dobles mamparos, con un espesor total de 4 pulgadas; un grueso en hileras horizontales y el otro en hileras verticales. Las divisiones para la pólvora se forran de plomo. Los forros de los costados del buque son de madera, de 1 ¼ pulgada, machiembradas y los anchos no deben pasar de 8 pulgadas en cada tabla. Todos los mamparos, que llegan hasta la cubierta, se han de ajustar bien á los baos y estar firmemente asegurados y unidos á ellos para que ayuden en cuanto sea posible á soportar la cubierta y á fortalecer la ligazon general del buque.

Las gavetas y los bazares en la botica son de nogal negro. Las otras gavetas y bazares de pino blanco. Las gavetas tienen todas botones de porcelana blanca. Las zapatas para el pie de los mamparos son de fresno blanco. Los asientos de los comunes son de fresno blanco de 1 ¼ pulgada de espesor, redondeado solamente en una cara para que se pueda reconocer la inferior de la superior. Las escalas son tambien de fresno blanco con el gancho y grapa de hierro forjado, como se usa en los buques de guerra. Se colocan alacenas en los lugares convenientes y en la cámara de la máquina para materiales del maquinista. La clase de obra de carpintería es semejante á la de la cámara de Oficiales; bazares y gavetas, de pino con botones de porcelana y cerraduras en las puertas.

Las puertas tienen chapas de porcelana con letreros de imprenta hechos á fuego.

Las llaves tienen tarjetones de laton con su letrero correspondiente.

Los marcos para los estados, órdenes, obligaciones, plan de combate, etc., son de nogal negro. Toda la obra de nogal negro del barco, debe darse de aceite.

APARATO DE LOS COMUNES INODOROS. El aparato consiste en

una vasija provista de un grifo ó llave de bronce, cuyo tubo de descarga pasa por el fondo del barco.

Una tapa de bronce pulimentado, que ajusta herméticamente, se arregla con bisagras, de modo que se abra fácilmente, teniendo aparatos para sujetarla cuando está cerrada. Esta tapa tiene una nariz ó gollete en su cara superior, á la cual se aplica un tubo de goma vulcanizada. El otro estremo de este tubo se une á la caja de la válvula de descarga de una bomba de aire, con el objeto de vaciar la vasija por la presion del aire.

El cuerpo de bomba es de hierro fundido, forrado con laton laminado. El estremo superior queda abierto con solo la escepcion de una barra de bronce pulimentado que le atraviesa. Por un taladro hecho en el centro de esta barra, pasa la varilla guia del émbolo. Esta barra se estiende á cada lado para formar un punto de apoyo para la palanca y para su guía. El cuerpo del émbolo es de bronce con un empaquetado de suela en figura de copa, tanto en la parte superior como en la inferior.

La palanca de la bomba es de hierro forjado pulimentado, cuya manivela debe estar bien acabada y charolada, lo mismo que la de la llave ó grifo y la cabeza de T de la tuerca que aprieta la tapa.

Muebles. Una mesa que puede alargarse desde 7 hasta 12 pies para la cámara de Oficiales.

Otra id. para la cámara del Comandante, que puede estenderse desde un círculo de 3 pies de diámetro hasta un largo de 7 pies.

Un aparador para la cámara de Oficiales.

Cuatro cómodas para id.

Doce sillas de mesa para id.

Tres sillas de id. para la cámara del Comandante.

Cuatro sillas de tijera para id. id.

Doce id. para la de Oficiales.

Una cómoda pupitre para la cámara del Comandante.

Un espejo para la cámara del Comandante de 21×23 pulgadas.

Dos id. para la de Oficiales, de 21×31 pulgadas.

Los antedichos, inclusos los marcos de los espejos, serán de nogal negro dados de aceite, hechos con elegancia y de primera clase, debiendo mirarse antes á la duracion que al capricho.

LÁMPARAS. Una lámpara quinqué colgante para la cámara del Comandante.

Dos id. para la de Oficiales.

Diez lámparas en pies de amigo sujetas á los mamparos.

Todas estas lámparas se motan en esferas como las brújulas.

ILUMINADORES DE CUBIERTA Y ESCOTILLAS. Se iluminan las diferentes partes del buque, mediante los iluminadores de cubierta.

Las aberturas practicadas en la cubierta con dicho objeto se forran con plomo y se cubren en tiempo de combate con una tapadera á propósito, hecha de dos planchas de hierro de una pulgada cada una, remachadas entre sí. Dicha tapadera se asegura desde abajo. Las escotillas para dar paso al interior del buque, recibir carbon y para descargar las cenizas están tambien provistas de tapaderas de bronce arregladas con ojos ó semiesferas de vidrio y con sus correspondientes de combate, de 2 pulgadas de grueso, que se aseguran desde abajo.

Las escotillas para bajar al interior del buque, van provistas de brazolas de hierro forjado, con juntas de goma elástica y cercadas con pasamanos ó guarda-mancebos de capucha, de bronce, sujetos de manera que se puedan quitar fácilmente.

MÁQUINA MOTORA.—CALDERAS. Hay dos calderas con fluxes tubulares horizontales y se colocan una enfrente de otra con la cámara de fuegos comun á las dos, y que corre entre ellas en sentido de la eslora. Cada caldera tiene cuatro fogones, dos en el estremo popel y dos en el proel. Los fluxes tubulares se colocan entre los dos fogones interiores. La conexion posterior

se divide en dos partes por un mamparo de agua y los tubos de cada una se disponen en dos séries. Cada série tiene 15 tubos en la anchura y 12 en la altura. El centro de la andanada inferior de tubos de 3 ½ pulgadas se coloca á 10 ½ pulgadas del fondo de la caldera; y cada andanada sucesiva, contando hácia arriba, disminuirá ⅛ de pulgada en diámetro. En las tres andanadas inferiores, á cada lado de los tirantes verticales, los tubos tienen solamente 2 ¾ pulgadas de diámetro, en lugar de 3 ½, 3 y 2 ¾. Los fogones tienen puentes de agua y en sus paredes y espalda de la conexion posterior, pendiente hácia adentro y hácia la parte superior, para dar fácil escape al vapor.

Las calderas tienen las siguientes dimensiones:

Altura al frente.	6	pies	7 ½	pulgadas.
Id. en la espalda.	6	»	4	»
Ancho en sentido de la eslora.	25	»	6 ¾	»
Longitud de calderas para los tubos.. .	10	»	9	»
Id. desde el centro de la chimenea sobre las calderas.	13	»	6	»
Id. de las calderas para los fogones. . .	9	»	0	»
Ancho de cada fogon (interior) en la parrilla..	3	»	1 ½	»
Longitud de parrilla.	6	»	0	»
Id. de tubos.	7	»	6	»

Espesores de hierro:

Costados y techo.	11/16	pulgada.
Fogones y fondos de calderas.	⅜	»
Cenicero.	7/16	»
Plancha de los tubos.	½	»
Las partes restantes.	5/16	»

Diámetro de tubos (esterior):

Hilera ó andanada superior.	1 5/8	pulgada.
Id. próxima.	1 3/4	»
Id. id..	1 7/8	»
Id. id..	2	»
Id. id..	2 1/8	»
Id. id..	2 1/4	»
Id. id..	2 3/8	»
Id. id..	2 1/2	»
Id. id..	2 3/4	»
Id. id..	2 7/8	»
Id. id..	3	»
Id. inferior.	3 1/8	»
Espacio medio de agua entre fogones.	6	»
Id. id. entre el fogon y la pared de la caldera. .	5 1/2	»
Id. id. debajo de los ceniceros.	6	»
Id. id. en el puente de agua	6	»
Id. debajo de los tubos.	9	»
Id. detrás de la conexion posterior.	7	»
Id. enfrente de los fogones.	6	»

El espesor del metal se incluye en las dimensiones de estos espacios.

Todas las superficies planas van reforzadas cada 8 pulgadas con tirantes de 1 pulgada de diámetro, en donde estén á ángulos rectos con la superficie; pero los diagonales tendrán 1 1/8 pulgada de diámetro. Cuando se emplean tirantes planos, sus secciones han de ser iguales á las de los cilindros ya mencionados. Cuando se juntan dos tirantes, para formar uno, el sencillo debe tener igual fuerza que los dos. Se pone mucho cuidado en que todas las horquillas, pernos, orejas y roblones sean iguales en resistencia á los tirantes en los cuales se emplean. Hay un hierro de T de $3\frac{1}{2} \times 4 \times \frac{3}{8}$ pulgadas, remachado al techo y costados del casco de las calderas cada 4 pulgadas y

espaciados 8 pulgadas en cada lado. Todas las partes, menos las espuestas directamente al fuego, tienen dobles remaches. Las costuras de los fogones corren longitudinalmente.

Se prueban las calderas despues de concluidas, bajo una presion de 75 libras por pulgada cuadrada.

Superficie de parrilla.	150	pies cuadrados.
Id. de caldeo.	4120	» »

CHIMENEA BLINDADA. Hay una chimenea blindada de 5 pies de diámetro interior, compuesta de ocho capas de planchas de 1 pulgada cumplida de espesor cada una. Estas se remachan entre sí, precisamente del mismo modo que se efectúa en la torre, y se sujeta á la cubierta en la línea central del buque encima de la salida de la caja de humo comun á las dos calderas. La altura de la parte blindada de la chimenea, es de 27 pulgadas. Un enjaretado de barras de hierro (á prueba de bomba) se inserta en el interior de la chimenea, de modo que su cara superior quede 1 pulgada más baja que la superficie de la cubierta. (Véase la lámina 17). La parte superior es de hierro dulce y se estiende hasta 30 pies por encima de la cubierta. La hilera inferior de sus planchas tiene $\frac{1}{4}$ de pulgada de espesor y las demás $\frac{3}{16}$ de pulgada.

Las costuras verticales tienen sus fajas cubre-juntas en el interior y las costúras horizontales al esterior. Estas últimas fajas forman sunchos ó aros de 4 pulgadas de ancho por $\frac{1}{4}$ pulgada de espesor. Las demás fajas tienen $\frac{1}{8}$ de pulgada de espesor. La parte superior de la chimenea se sujeta á la parte blindada, por medio de dos sunchos de hierro angular, de $5 \times 3 \times \frac{1}{4}$ pulgadas, puestos en sentido contrario. A la altura de 20 pies, por encima de la cubierta, hay cuatro cáncamos de ojo remachados al suncho horizontal, de un diámetro de $1\frac{1}{8}$ pulgada en donde lo atraviesa. De estos cáncamos parten cuatro vientos de hierro, de 1 pulgada de diámetro, bajo un ángulo de 25° cada uno, bien sujetos á la cubierta por cáncamos de ojo

atornillados á sus planchas, con pernos de 1 ¼ pulgada. Cada viento tiene un acollador de tornillo para tesarlo.

MÁQUINAS MOTORAS. Hay dos máquinas, que funcionan independientemente una de otra.

Los cilindros son de 22 pulgadas de diámetro y 30 pulgadas de golpe, soportados en marcos de hierro forjado, sujetos á cuatro sobrequillas trasversales ya descritas.

Las máquinas están inclinadas 6 ½° con la línea de base, con el objeto de permitir que la cruceta de la una pase por debajo del eje de la otra. El propulsor de estribor se actúa con la máquina de babor y el de babor con la de estribor.

DIMENSIONES. Diámetro de cilindros.	22	pulgadas.
Golpe de émbolos.	30	»
Espesor de id.	6 ½	»
Ancho de los anillos del empaquetado metálico.	3 ¾	»
Diámetro de las barras de émbolos (acero fundido).	3	»
Diámetro de las bielas en el cuello.	3	»
Id. id. id. en el centro.	3 ¾	»
Id. de los botones de los manubrios.	6	»
Longitud de id.	5	»
Diámetro de los pasadores de la cruceta de la válvula (acero).	1 ¾	»
Diámetro de las varillas de las válvulas (acero fundido).	1 ½	»
Diámetro de los gorrones ó luchaderas principales.	7	»
Longitud de id.	10 ¼	»
Tamaño de las portas de introduccion de vapor.	16 × 1 ¾	»
Id. de las portas de descarga ó evacuacion de vapor.	16 × 4 ½	»

Las tapas de los cilindros, cantos de las platinas, aparato de cambiar el movimiento, válvulas, pernos, tuercas y todas las partes que trabajan, han de pulimentarse. Los muelles del émbolo son de la patente de Haight. Todas las espigas, gorrones ó luchaderas tienen copas de bronce pulimentado, para la lubricacion. Los cilindros se visten con fieltro y despues se cubren con duelas de nogal, sujetas con aros de laton pulimentado. Los tubos de conduccion y descarga de vapor de todas las máquinas, se forran con fieltro y se cubren con lona pintada. Existen tubos con grifos adecuados, encima de cada soporte ó chumacera principal, con el objeto de refrescar con agua la luchadera.

Las cajas de válvulas se colocan al lado de los cilindros. La válvula está equilibrada y actuada por un cuadrante (*link-motion*), cuyos eslabones son de hierro forjado acerados, hechos en dos piezas, para arreglarse al desgaste ocasionado por el movimiento de los cursores, los cuales son de bronce hechos en dos mitades. La luchadera principal tiene cojinetes de bronce, con apretadores de hierro forjado.

El aparato para cambiar de movimiento se maneja con facilidad y todas las válvulas de garganta, de inyeccion y de entrada y descarga de vapor, están arregladas de manera que se puedan manipular rápidamente por un solo maquinista.

Hélices ó propulsores. Hay dos hélices ó propulsores de hierro fundido y de las dimensiones siguientes:

Diámetro de los propulsores.	9 pies.		
Id. del cubo central.	1 »	3 pulgadas.	
Paso.	12 »	»	»
Longitud del cubo..	1 »	10	»
Id. en la periferia..	1 »	8	»
El canto proel se inclina hácia atrás en línea recta.		6	»
Rádio de las esquinas proeles..		6½	»

Rádio de las esquinas popeles. . . . . 4 ½ pulgada.
Id. del filete al pie del aspa. . . . . 3 »
Máximo espesor en el pie del aspa encima del filete. . . . . 4 »
Mínimun espesor en las demás partes. . . . . ¾ »

El cubo central de los propulsores tiene un taladro cónico, que mide 7 pulgadas en la parte proel y 6 pulgadas en la popel, y el eje se le ajusta exactamente en el torno. El propulsor se sujeta al eje por medio de una llave ó cuña trasversal de acero de 3 pulgadas de ancho por 1 de espesor, teniendo su canto popel 3 pulgadas á proa de la parte posterior del cubo, bien ajustada é insertada firmemente. La parte saliente en cada estremo está cortada á cincel y cubierta con una plancha ó placa de hierro forjado, de ½ pulgada de espesor, asegurada con dos tornillos de ¾ de pulgada con cabezas embutidas. Las chapas se cubren bien con pintura de minio, antes de colocarse. Existe una rueda dentada en cada eje de los propulsores para hacerlos girar á mano, mediante un gato ó cric.

Condensador tubular. Existe un condensador tubular, que tiene 2500 pies cuadrados de superficie en el interior de los tubos. Las correspondientes bombas de aire y de circulacion se actúan por una máquina de vapor, independiente, de balancin y apropiada espresamente para este objeto. Se hacen conexiones á este condensador con las máquinas y las calderas, de modo que todo el vapor que las dos calderas juntas puedan generar, pase por él y se condense aunque la máquina esté parada, ande poco ó á toda fuerza. Todas las máquinas exhaustan su vapor en este condensador y todas las válvulas de seguridad se descargan en él, ó al aire, á voluntad de los maquinistas.

El casco de este condensador se hace de cuatro planchas de hierro forjado de ⅜ de pulgada de espesor, 6 pies 6 pulgadas de longitud y 4 pies 2 ¼ pulgadas de ancho, remachadas entre

si y con esquinales de hierro angular. Todos los roblones son de ¾ de pulgada de diámetro. Alrededor de cada estremo de este casco, se remacha un suncho de hierro angular de $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ pulgadas, soldado en sus estremos. A este suncho se remachan las planchas de los tubos y una cámara de hierro fundido se emperna con pernos de 1 pulgada que pasan por las planchas de los tubos. Estos tubos son de bronce y de la clase conocida con el nombre de sin costura (*seamless*). Están atornillados en una plancha de tubos de bronce laminado de ¾ de pulgada de espesor y dilatados lo suficiente para llenar los taladros alegrados en la otra plancha de tubos, que es tambien de bronce laminado de 1 ½ pulgada de espesor. Debe ponerse especial cuidado en abrir las roscas en la una y alegrar los taladros en la otra plancha, para cerciorarse que quedan en línea recta. Los estremos de los tubos atraviesan al esterior de la plancha de pulgada y media y se dilatan con el mandril ó huso dilatador.

Esta operacion se hace solo lo suficiente para obtener una buena union, sin que por eso el tubo deje de deslizarse libremente cuando se dilate ó contraiga. Una cámara de hierro fundido con nárices ó golletes tubulares, apropiadas para conectar con las bombas de circulacion, se sujeta á cado estremo por encima de las planchas de los tubos. Estas cámaras tienen fuertes bonetes ó tapas de hierro fundido. Todos los pernos son de 1 pulgada de diámetro, con taladros alegrados. Cáncamos de ojo se sujetan á estos bonetes y á la cara inferior de los baos encima de ellos, con el objeto de enganchar un aparejo cuando se quiera removerlos.

Dimensiones del condensador.	Número de tubos. . . .	3294
Diámetro esterior de los tubos.		⅝ pulgada.
Longitud de los tubos.	5 pies 8 ¼	»
Espesor de tubos.—Número 10 del calibrador de alambres.		

Superficie de enfriamiento (interior de los tubos). 2500 pies cuadrados.

MAQUINAS PARA EL VACIO. Se coloca entre las máquinas principales y el condensador, una máquina con bombas de aire y de circulacion.

El cilindro de estas máquinas es vertical; su émbolo tiene un tronco ó vara tubular en su cara superior, y actúa un balancin. El otro estremo del balancin actúa un eje que lleva un exéntrico y un volante. Este balancin es de hierro forjado con estremos ahorquillados y se une en caliente á un eje que forma los muñones centrales. Este eje se estiende 23½ pulgadas á cada lado de la línea central de los cilindros de vapor, y lleva los balancines para poner en movimiento las bombas de aire y de circulacion. El eje del balancin se soporta en chumaceras sujetas en la parte superior de los depósitos de agua caliente. La válvula funciona por medio de un exéntrico colocado en el eje del manubrio. El volante tiene un cubo de hierro fundido, taladrado para ajustarse en el eje, de 8 pulgadas de longitud por 9 pulgadas de diámetro. Por el centro del cubo se levanta una pestaña ó platillo de 2 pulgadas de espesor por 17 pulgadas de diámetro esterior. A cada lado de este platillo ó plancha se remachan, con 12 roblones embebidos de 1 pulgada de diámemetro, unos discos de plancha de hierro de ⅝ de pulgada de espesor, taladrados con esmero para ajustarse sobre el cubo, y torneados en su canto esterior en un diámetro de 2 pies 10 pulgadas.

La pesada pina ó corona del volante, tiene un diámetro interior igual al esterior de los discos, con los cuales se ajusta mediante una pestaña que se estiende hácia el centro, de 2 pulgadas de espesor por 2 pies 4 pulgadas de diámetro interior y que se aloja entre los dos discos. El todo se remacha de parte á parte con 24 roblones embutidos de 1 pulgada de diámetro.

El diámetro esterior de la pina ó corona es de 48 pulgadas

y su espesor de 8 pulgadas. La seccion es rectangular con las esquinas redondeadas en un radio de $\frac{3}{8}$ de pulgada.

Se notará que estos discos de planchas de hierro hacen las veces de brazos del volante, apartando así todos los peligros debidos á los esfuerzos de contraccion y á los de injuriar á los que se espusieran mientras está funcionando.

DIMENSIONES DE LAS MAQUINAS DEL VACIO.		
Diámetro del cilindro de vapor.	18	pulgadas.
Golpe de émbolo.	24	»
Espesor del émbolo en el centro.	5	»
Anchura de los anillos de empaquetado. . .	3	»
Diámetro esterior del tronco.	7	»
Id. interior id.	$5\frac{1}{2}$	»
Id. de la espiga del tronco ó varilla tubular (acero).	$2\frac{5}{8}$	»
Id. de los muñones en el estremo del balancin para la dicha espiga.	3	»
Id. de los muñones del balancin principal. . .	$7\frac{1}{2}$	»
Id. del cubo central de id.	$12\frac{1}{2}$	»
Id. del perno ó pasador en el estremo del balancin que corresponde al manubrio. . . .	$2\frac{1}{2}$	»
Id. del boton del manubrio.	$2\frac{1}{2}$	»
Longitud del manubrio desde el centro del eje hasta el centro del boton.	12	»
Diámetro del eje del manubrio.	$4\frac{1}{2}$	»
Id. de la biela en el cuello..	$2\frac{1}{4}$	»
Id. en el centro.	$2\frac{3}{4}$	»
Dimensiones de las portas de vapor.. . . .	$1\frac{1}{2}\times 12$	»
Id. id. de descarga.	$3\frac{1}{2}\times 12$	»
Portas de válvulas.	9×14	»
Hueco para la exhaustacion.	5×12	»
Diámetro de los tubos de vapor.	$4\frac{1}{2}$	»
Id. de los tubos de exhaustar.	6	»

Diámetro de la varilla de la válvula (acero fundido). 1 ¾ pulgada.
Diámetro del volante al esterior de la corona. . . 4 pies.

Todas las partes movibles, cilindro y tapas de la caja de vapor, han de estar bien acabadas, como asimismo las tuercas y los estremos de los pernos.

El cilindro se viste con fieltro, enfundándolo despues con duelas de nogal sujetas con aros de laton pulimentado.

Bombas de aire y de alimentacion. Las bombas de aire son dos, colocadas á estribor del cilindro y funcionan por medio de un balancin puesto en caliente en el eje que forma el muñon central del balancin principal.

Las guías de la cruceta son de hierro fundido y descansan sobre pies de amigo apropiados, situados al nivel del platillo superior en cada lado del cuerpo de bomba. Las bombas de alimentacion son cuatro, colocadas á cada lado de las bombas de aire y actuadas por las crucetas de estas, que se estienden al esterior de las guías con el espresado objeto. Esta prolongacion de la cruceta lleva un ojo hecho en la forja, para recibir el émbolo inmergente de la bomba.

Estas bombas son de bronce, á escepcion del émbolo inmergente, que es de hierro fundido y cubierto de bronce solo en la parte que entra en la bomba. Los cuerpos de las bombas de aire son de hierro fundido y forrados de bronce laminado, de ¼ de pulgada de espesor, en la parte donde obra el émbolo de vá vulas.

Este émbolo es de bronce y provisto de una válvula de goma elástica pura de Pará, de ¼ de pulgada de espesor y 11 pulgadas de diámetro. Dicha válvula se escota en el borde, para dejar paso á las orejas que sujetan la tapa del empaquetado del émbolo.

La válvula tiene en su centro un cubo ó anillo, que se ajusta deslizándose en la vara del émbolo. Este cubo tiene dos filetes

que se ajustan en ranuras correspondientes, hechas en la barra con el objeto de evitar desplazamientos á la válvula. Dicha válvula sube y baja sobre la barra y la cantidad de movimiento se arregla por medio de un collar que se aprieta con tornillos. Existe una arandela en la cara superior, sujeta al cubo y á la válvula.

La válvula inferior se coloca en el pie del cuerpo y su enjaretado de bronce descansa y se sujeta á un reborde interior. La válvula es de goma elástica pura de Pará, de $\frac{3}{4}$ de pulgada de espesor por 10 $\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro, asegurada por un cubo igual á el de la válvula del émbolo. Hay una válvula de descarga en cada bomba, y son de goma pura de Pará, de $\frac{3}{4}$ de pulgada y 9×14 pulgadas. La válvula tiene su asiento sobre un enjaretado de bronce, y se sujeta por su canto superior, yendo además provista de una guarda apropiada de bronce. Las válvulas se colocan mirándose mútuamente y descargan en un depósito comun. Este depósito forma parte de la peana de la máquina y se sitúa entre las bombas, directamente encima de la canal y tiene golletes apropiados para los tubos de alimentacion y para la descarga al mar. Hay tambien una entrada para visitar y reconocer las válvulas de descarga, que se cierra con una tapa de hierro colado. Dicha abertura se coloca en el lado esterior y encima del gollete del tubo aspirante que viene del condensador. Tiene 10 pulgadas de diámetro y descarga en la canal. En la cara superior del depósito se sujeta una chumacera para el eje del balancin.

DIMENSIONES PRINCIPALES DE LAS BOMBAS DE AIRE Y DE ALIMENTACION.

Diámetro del cuerpo de bomba.	13 pulgadas.
Golpe de émbolo.	15 »
Diámetro de la varilla del émbolo (metal Muntz).	2 »
Diámetro de los muñones del balancin estremo (un muñon en cada lado del balancin).	2 $\frac{1}{2}$ »

Diámetro del eje central.	5 ½	pulgada.
Id. de las espigas de la cruceta para las bombas de aire.	2 ½	»
Id. del émbolo inmergente.	3	»
Id. de la varilla de hierro forjado, dentro del émbolo inmergente.	2 ½	»
Golpe de los émbolos de las bombas de alimentacion.	15	»
Area de la suma de las aberturas de la válvula inferior de la bomba de aire.	50	pulgadas cuadradas.
Id. id. id. de la válvula del émbolo de la misma.	30	»
Id. id. id. en la válvula de descarga de id.	50	»

Las tapas de las bombas, los pernos, tuercas, etc. y todas las partes que trabajan deben concluirse con esmero. Los pernos de tornillo en las tapas de los émbolos y asientos de las válvulas son torneados, los taladros alegrados y cada perno ajustado y marcado con señales, para encontrar con facilidad el lugar que les corresponde.

Bombas de circulacion. Las bombas de circulacion son dos, colocadas á babor de los cilindros. Se actúan por un balancin puesto en caliente, en el eje que forma el centro del balancin principal. Son de simple efecto y abiertas en la parte superior, en donde atraviesa una barra, que tiene un cubo en su centro, por cuyo taladro pasa la varilla guía del émbolo. El émbolo es de bronce y el cuerpo de bomba en donde roza, tiene un forro de laton laminado. Hay una válvula de pie en cada bomba, colocadas en la canal de descarga y son de goma pura de Pará, de ¾ de pulgada $\times 15 \times 14$ pulgadas que cierran contra un asiento de bronce y abren contra una guarda del mismo metal. Tam-

bien hay una válvula de descarga en cada bomba, de goma pura de Pará, de $\frac{1}{4} \times 15 \times 15$ pulgadas, que cierran contra un asiento de bronce y abren contra una guarda del mismo metal. Descargan en un depósito que forma parte de la peana. Este tiene en su parte superior un apoyo ó muñonera para el eje del balancin. Una abertura de 12×16 pulgadas se practica en el lado esterior de dicho depósito, para poder reconocer las válvulas de descarga. Por encima de esta abertura hay otra de 12 pulgadas de diámetro, por la cual se verifica la descarga al mar. La abertura para la inyeccion se sitúa en cada estremo de la peana. La figura de aquella es rectangular, de 7 pulgadas de altura vertical por 13 pulgadas de longitud.

DIMENSIONES DE LAS BOMBAS DE CIRCULACION.

Diámetro del cuerpo de bomba.	10 $\frac{3}{4}$	pulgadas.
Golpe de émbolo.	15	»
Diámetro del eje del centro del balancin. . .	5 $\frac{1}{2}$	»
Id. del estremo ahorquillado del balancin. . .	2 $\frac{1}{2}$	»
Id. de los gorrones ó pasadores del estremo inferior ahorquillado de la biela (pasadores de acero)..	1 $\frac{3}{4}$	»
Diámetro de la varilla guía..	1 $\frac{3}{4}$	»

Area total de los claros en la válvula inferior.	75	pulgadas cuadradas.
Id. id. id. de la válvula de descarga.	100	» »

Todas las partes que trabajan se han de acabar con esmero y tambien sus pernos y tuercas. Los pernos de tornillos en las tapas de los émbolos y en los asientos de las válvulas se tornean y los taladros deben alegrarse. Cada perno debe ajustarse en su sitio y llevar señales para verificarlo.

BOMBAS AUXILIARES DE ALIMENTACION Y DE AGOTAMIENTO. Hay

dos bombas de vapor auxiliares, iguales en clase y capacidad á las del núm. 5 de *Worthington*.

Son independientes una de otra, y tienen sus tubos de aspiracion, grifos ó válvulas para achicar la sentina, sacar agua del mar, de los depósitos de agua salada y de los de agua caliente; tubos de descarga y grifos ó válvulas para conducir el agua al mar ó á las calderas, etc. En cada uno de estos últimos hay otra válvula de descarga (de resguardo) independiente, situada en el estremo en donde entran dichos tubos en las calderas. Estas bombas se colocan como se ve en la lámina 17.

BOMBAS Y MAQUÍNAS PARA ACHICAR LOS COMPARTIMENTOS Y PARA LA SENTINA. A popa de las calderas, y en cada costado del buque, se colocan las bombas para achicar y llenar los compartimentos. Son iguales en clase y calidad, carácter y eficacia, á las centrífugas de *Andrews* núm. 9, capaces de descargar 3000 galones por minuto. Las válvulas y los tubos se arreglan de manera que puedan aspirar agua del mar, de los compartimentos y de la sentina, con tubos y válvulas para descarga en los compartimentos ó en el mar. Con este objeto hay una cámara de hierro colado situada en dichos compartimentos, con doble válvula de bronce de corredera, que obra deslizándose sobre un asiento del mismo metal. Las válvulas tienen sus golletes ó narices sobre la cámara para tomar el agua ó de los tubos del compartimento ó de los del mar. Las válvulas de descarga se arreglan de manera que echen el agua al mar ó á los tubos del compartimento, y son de bronce con goznes. La abertura en la cubierta del buque se protege con una plancha de combate, que es de hierro forjado. Entre las cuadernas números 121 y 122 se colocan las válvulas para la sentina, las cuales se conectan con los tubos de los compartimentos al interior, y tienen un filtro en forma de regadera que se estiende hácia la parte inferior hasta el pantoque. Dichas válvulas son semejantes á las usadas para los compartimentos.

MAQUINAS OXILANTES PARA LAS BOMBAS DE LOS COMPARTIMENTOS. Con el objeto de actuar dichas bombas hay una doble máquina oxilante conectada directamente con el eje de ellas. Estas máquinas son de la patente de *Andrews*. Los cilindros tienen 10 pulgadas de diámetro y 7 pulgadas de golpe. Tiene tubos apropiados para la conduccion del vapor y se exhaustan en el condensador. Las peanas de las máquinas descansan sobre un asiento de madera de roble sujeto á las varengas. Debajo de la máquina existe una sobrequilla de popa á proa, situada entre las varengas para conseguir mayor resistencia.

MAQUINAS PARA ACTUAR LOS VENTILADORES DE ABANICO. Estas máquinas se colocan dentro de la cámara de la torre y van sujetas á los mamparos longitudinales. El estremo superior de la peana se asegura á la parte superior del mamparo proel y el estremo inferior descansa en un fuerte asiento de hierro colado, hecho firme á las varengas. Los coginetes ó bronces principales se aprietan con una fuerte llave ó cuña. Los apoyos esteriores son de hierro colado armados de metal anti-friccion y se soportan con un puntal de madera.

La polea es de hierro fundido, colocada al esterior de los mamparos de popa á proa. El émbolo es sólido y sin tapa. Los anillos de los empaquetados en mitades é insertados en la correspondiente muesca. La cruceta es de hierro forjado, formando una sola pieza con la vara del émbolo. Uno de los estremos de la barra de conexion es ahorquillado y otro sobre pasadores ó muñones, puestos en caliente, en la cruceta.

DIMENSIONES DE ESTAS MÁQUINAS. Las dimensiones principales de estas máquinas son las siguientes:

Diámetro de los cilindros.	12 pulgadas.
Golpe de émbolo.	12 »
Espesor de id.	3 ½ »

Espesor de los anillos de empaquetado. . . .		2½ pulgadas
Diámetro de la barra del émbolo (hierro forjado).		2 »
Diámetro de los muñones de la cruceta. . . .		2½ »
Longitud id.		2½ »
Diámetro de la biela en el cuello.		2½ »
Id. id. id. en el centro.		2½ »
Id. del boton del manubrio (acero).		2½ »
Longitud de id. id. (acero).		3½ »
Diámetro de la espiga de la barra del émbolo. .		1½ »
Diámetro de las varillas de las válvulas. . . .		1½ »
Diámetro del eje.		4 »
Longitud de id.	3 pies	3 »
Diámetro del gorron esterior.		3½ »
Longitud del gorron esterior.		6 »
Diámetro del gorron principal.		4 »
Longitud de id.		6½ »
Dimensiones de las portas de vapor.		1½×8 »
Dimensiones de las portas de exhaustar. . . .		2½×8 »
Id. de la válvula.		8 ×10 »
Id. de su hueco para la exhaustacion.		4½×8 »
Golpe de válvula.		3½ »

La mano de obra y materiales de estas máquinas son de primera clase, en atencion á que están funcionando continuamente durante el viaje ó campaña del buque.

Todas las partes movibles, tapas de cilindros, platillos, pernos, tuercas, etc. han de estar bien acabados. La polea para la correa de trasmision está torneada y tiene 4 pies de diámetro y 10 pulgadas de anchura de pina. Los cilindros están vestidos con fieltro y cubiertos con duelas de nogal negro, aseguradas con aros de laton pulimentado. Los tubos para la entrada y salida del vapor se forran con fieltro y lona pintada.

VENTILADORES DE ABANICO. Los dos ventiladores de abanico se

colocan en la cámara de la torre y se actúan por las máquinas ya citadas.

Son de la clase conocida bajo el nombre de «abanicos centrífugos de Dumphel» y corresponden en tamaño al núm. 44, que es de 60 pulgadas de diámetro por 32 pulgadas de cara.

Están situados en la parte popel de la torre, cerca de los mamparos longitudinales. La polea se pone al esterior del mamparo en la misma línea con la rueda conductora del eje de la máquina. La polea en el eje del ventilador tiene 12 pulgadas de diámetro por 10 pulgadas de cara. Los ventiladores reciben el aire por sus aberturas esteriores, que dan á los pasillos que corren á cada lado de la torre. Las aberturas interiores se cubren con una tapadera de palastro de quita y pon, con el objeto de que durante el combate quitándola, aspiren los ventiladores el aire atmosférico que circula al través de los agujeros practicados en el techo de la torre. Los ventiladores mandan el aire puro á la cámara de los fuegos por medio de un tubo conductor que atraviesa por las carboneras. La abertura en el mamparo popel de la torre tiene 18 pulgadas de altura vertical por 32 pulgadas de ancho. Los ventiladores tienen orejas apropiadas para sujetarlos al mamparo popel de la torre.

Tubería de cobre. Los espesores de todos los tubos de cobre correspondientes á la maquinaria, menos en los lugares en que se especifica de otro modo, son los siguientes:

Diámetro de tubos.	Peso por pie cuadrado de la plancha de que se hacen.
2½ pulgadas.	6½ libras.
3 »	7½ »
3½ »	8½ »
4 »	9 »
5 »	9 »
6 »	10 »
7 »	10½ »
8 »	10½ »
10 »	12 »

Todas las juntas ó uniones se efectúan por medio de rebordes ó platillos, sin emplear soldadura alguna. Los platillos son de bronce torneados en los cantos; los de la cámara de la torre están torneados en los cantos y en las caras aparentes y se unen con pernos de 1 pulgada con tuercas y cabezas bien acabadas. La goma elástica, que se introduce entre los platillos, para formar la junta, debe recortarse cuidadosamente despues de apretados aquellos con las tuercas.

Los pernos tienen de longitud solo la suficiente para no sobresalir de la cara de la tuerca. Los platillos se sueldan con bronce á los tubos y el canto de estos va remachado encima de ellos. En los tubos donde haya ramales de menos de 8 pulgadas de diámetro, se hacen de una pieza y no se les pueden poner ni remachados ni soldados. Los ramales no tienen más longitud que la suficiente para permitir el apriete de las tuercas.

CALORIFEROS DE VAPOR. Las cámaras, el sollado y demás lugares del buque se calientan de la siguiente manera.

En el sollado hay sujeto al mamparo proel de la torre un calorífero radiador de Nason, que consta de 60 tubos de 1 ¼ pulgada de diámetro por unas 30 pulgadas de longitud.

Para la cámara de Oficiales hay una hélice de tubos colocada debajo de la mesa, que contienen unos 40 pies de superficie de calentamiento.

Para la cámara del Comandante hay un radiador Nason que contiene unos 20 pies de superficie de caldeamiento.

Estos calentadores reciben el vapor de las calderas por medio de tubos y grifos ó válvulas apropiadas y tienen ademas tubos para desahogo.

Estos aparatos deben montarse con cuidado y evitarse en ellos los escapes en las uniones.

CONDENSADOR PARA OBTENER AGUA FRESCA POTABLE. Con el objeto de hacer agua fresca, para el uso de los Oficiales y tripu-

lacion, hay un condensador de tubo en forma de espiral, colocado dentro de un cilindro de hierro colado, que tiene 20 ¾ pulgadas de diámetro interior por 3 pies 6 ¼ pulgadas de longitud sobre sus platillos. El tubo tiene 1 ¼ pulgada de diámetro y el vuelo de la espiral tiene 19 pulgadas de diámetro esterior.

El vapor pasa por dicha espiral, mientras que el agua fria corre continuamente en el cilindro, por medio de las bombas de circulacion ó las auxiliares. Hay grifos ó válvulas y tubos conectados con el cilindro para dicho efecto. Tambien se ponen tubos y grifos para la conduccion del vapor condensado á los aljibes, colocados á proa de la torre. Los platillos superiores y las tapas de este cilindro están pulimentadas.

El tubo en forma de espiral tiene que ser de la mejor calidad y sin ningun defecto para que sea duradero y esté siempre en buena condicion.

Arreglos para sacar las cenizas. Encima de la cámara de los fuegos y á proa de la chimenea hay practicada en la cubierta una abertura ó escotilla, de 10 pulgadas de diámetro esterior y 24 pulgadas de diámetro interior, en la cara inferior de los baos, por donde se sacan las cenizas. La escotilla se forra con planchas de hierro de ¼ de espesor, abocinando dicho forro, para que ajuste bien en el derrame, haciéndolo firme á la cara inferior de los baos con una barra de $4 \times 4 \times \frac{1}{2}$ pulgadas de hierro angular, á la cual va remachado.

Esta escotilla va provista de una brazola de hierro forjado, de 18 pulgadas de altura, que se sujeta á la cubierta y se hace el todo estanco por medio de goma elástica.

Cerca de la brazola existe un pescante con una roldana en su estremo superior, sobre la que pasa la cuerda á la que se amarran los cubos llenos de ceniza.

En tiempo de combate se cubre la escotilla con una plancha de hierro de 2 pulgadas de espesor, que se asegura por la par-

te interior. Durante la navegacion va cubierta con un iluminador Hyatt de bronce.

Sistema de ventilacion. Encima de la cámara del ancla se coloca un pesado tubo de hierro forjado de 20 pulgadas de diámetro en su base. Este tubo es de hierro de ' pulgada de espesor, disminuyendo desde 20 pulgadas en su base, hasta 15 pulgadas en su parte superior. Mas arriba, en una distancia de 10 pies, hay un cilindro de hierro de ¼ pulgada de espesor y 15 pulgadas de diámetro interior. Superior á este en una distancia de 5 pies hay otro de hierro de ¼ de pulgada. Las planchas se unen á tope con fajas cubre-juntas en los lados y en los estremos. Las fajas verticales por la parte interior y las horizontales por la esterior. El tubo se hace firme á la cubierta en la base y además se hace estanco. Lleva tres vientos de hierro cilíndrico de ¼ de pulgada.

El tubo se quita á voluntad y en tiempo de combate se cubre la abertura con una tapadera de igual resistencia que el resto de la cubierta. La tapadera es de hierro forjado.

El aire entra por este tubo y encuentra su camino al través de las aberturas de los mamparos, y por los pasillos, á cada lado de la cámara de la torre, desde donde pasa á los ventiladores de abanico, los cuales agitan dicho aire y lo conducen á las diferentes partes del buque, como ya queda esplicado.

Piso de la cámara de la maquina y de la de los fuegos. El piso en estas cámaras es de hierro colado y sin aberturas; pero sí con relieves en figura de rombóides. Las planchas son de tamaño conveniente para su fácil manejo, debiendo ajustarse bien y no tener menos de ½ pulgada de espesor en las partes más delgadas. Las planchas esteriores tienen un reborde vertical de 1 ½ pulgada de altura.

Barandas con pasamanos. Al rededor de las bombas centri-

fugas, de las máquinas motoras, de las máquinas para el vacío y en todos los demás lugares en que sean necesarias, se colocan barandas hechas de tubos de bronce pulimentado, de 1 ¼ pulgada de diámetro esterior, y $\frac{1}{16}$ pulgada de espesor. Los pasamanos se colocan á 34 pulgadas por encima del suelo. Los montantes son de hierro forjado pulimentado y se encajan en cubos hechos en la cara superior de las planchas esteriores del piso, sujetándolos con un pasador, que atraviesa el cubo y el montante. En el estremo superior de cada montante hay un ojo de bronce por el cual entra el pasamanos (1).

---

(1) NOTA.—INSTRUMENTOS PARA LAS MÁQUINAS. Dos indicadores, cuyos émbolos tienen $^1/_2$ pulgada de área ajustados al estremo de cada uno de los dos cilindros principales. En las otras máquinas solo hay un indicador en cada estremo de su correspondiente cilindro.

Una balanza de muelle de hélice para pesar desde $^1/_2$ libra hasta 150 libras.

Un indicador de mercurio para el vacío en el condensador.

Un manómetro de muelle en la cámara de las máquinas.

Un manómetro de muelle sujeto á cada caldera.

Un id. en la cámara de la torre.

Un termómetro grande, fijo en el tubo que abastece el condensador para determinar la temperatura del agua del mar.

Un termómetro grande, fijo en el tubo de descarga del condensador, para determinar la temperatura del agua del mar cuando ha pasado por el condensador.

Un termómetro grande, fijo al depósito del agua fresca, para acusar la temperatura del agua de alimentacion.

Un termómetro grande, fijo en un sitio cómodo en la cámara de la máquina, para acusar la temperatura general.

Dos soplones ó contadores en cajas de bronce, para colocarlos uno en la máquina de estribor y otro en la de babor.

Un reloj de patente con caja de bronce, colocado en la pared de la cámara de la máquina.

Dos timbres para la misma cámara. Uno de 18 pulgadas de diámetro y otro de 12 pulgadas. Han de dar sonidos diferentes, para que no puedan equivocarse. El pequeño se coloca á babor para su máquina, y el grande á estribor para la suya. Dos salinómetros, uno ajustado á cada caldera. Un pito-silvato de vapor de 6 pulgadas de diámetro, colocado sobre cubierta é inmediatamente á popa de la chimenea.

MAQUINARIA DE RESPETO. Un juego completo de cojinetes ó bronces para toda la maquinaria.

Un juego completo de chavetas y contra-chavetas, para que cuando una se rompa haya otra lista.

MONITORES DE GRAN CALADO

PARA OPERAR EN ALTA MAR.

Estos se diferencian de los descritos hasta aquí en sus ma-

Un juego de válvulas y asientos para todas las bombas.

Un juego de pernos y tuercas para las tapas de los émbolos.

Cincuenta tubos para el condensador, ya ajustados y listos para colocarse.

Seis muelles para anillos de émbolos.

Dos juegos de dados cursores y pasadores para los sectores de válvulas.

Dos muelles para la palanca de cambiar de movimiento.

Seis copas surtidas para grasa.

Un bonete (tapa) y válvula para las cámaras de válvulas de los compartimentos.

Una tapa para la boca de la abertura de limpieza y dos para los agujeros de mano de las calderas, teniendo para cada tamaño usado en las calderas, sus guardas y pernos correspondientes.

Medio juego de barras de parrillas con sus sostenes.

Setenta y dos tubos de caldera, empaquetados en cajas de á seis de cada tamaño.

Todas las piezas de respeto, menos los tubos, se empaquetan y se colocan en sus lugares con letreros correspondientes.

Las partes de hierro pulimentado se cubren con una mano de albayalde y sebo.

Utiles del maquinista. Tres herramientas para quitar las bojuelas de los tubos de las calderas.

Doce cepillos para limpiar los tubos.

Seis cubos para carbon, de capacidad de 80 libras, hechos de palastro.

Seis cubos para las cenizas, de igual tamaño y resistencia.

Cuatro hachas.

Diez y seis buriles ó cinceles de boca angosta para abrir ranuras.

Diez y ocho corta-frios chatos.

Dos reglas de medir (de charnela) 2 pies.

Dos gatos hidráulicos (7 toneladas), uno largo y el otro corto.

Dos gatos de tornillo.

Seis llaves ó destornilladores, surtidos.

Un juego de machos ó tarrajas y dados ó cojinetes para abrir roscas de tornillos y tuercas, con sus garrotes ó volvedores. (Se emplean para enroscar abordo los pernos y tuercas de $1\,^1/_4$ pulgada abajo).

Un juego completo de llaves ó destornilladores de hierro acerado pulimentado, para toda la maquinaria de abordo. Van colocados en estanteria de nogal, situada en la cámara de la máquina.

Una escuadra de acero.

Un compás de 8 pulgadas. Dos id. de piernas curvas para calibrar, uno grande y otro pequeño.

Un tornillo de armero de 6 pulgadas, sujeto á su banco de madera de roble de $4\,^1/_2$ pulgadas y situado en la cámara de la máquina.

yores dimensiones en sentido de eslora, manga y puntal; en el mayor espesor de sus blindajes, corazas y torres; en sus proas reforzadas formando arietes, y careciendo por lo tanto de pozos para las anclas; en la gran potencia de sus máquinas, capaces de desarrollar un andar de 12 á 14 millas.

Otro tornillo de mano.

Dos aparejos con cuadernales de madera, roldanas de patente y beta de cuerda de Manila (abacá) de 2 1/2 pulgadas y 7 brazas de largo, para sacar las porciones de maquinaria de su lugar y volverlas á colocar, con cuyo objeto se colocan cáncamos de ojo en los lugares convenientes.

Tres martillos de remachar. Seis id. para cincelar. Dos id. de cobre de cinco libras cada uno. Uno id. de cobre de dos manos (10 libras). Un martillo de dos manos con boca de acero y de arista en el otro.

Un arco ó grampa de hierro para taladrar con berbiquí.

Dos carracas (porta-taladros).

Doce brocas ó taladros de tamaños surtidos, para las carracas.

Seis alegras ó escarriadores surtidos, de 1/2 pulgada hasta 1 1/4 pulgada.

Seis hierros de rebatir ó colafatear.

Cuatro punteros.

Dos palancas octogonales de acero de 1 1/8 pulgada de diámetro y 3 pies de longitud.

Una fragua portátil, con juego completo de herramientas.

Un yunque.

Un cucharon de hierro.

Doce palas de acero para el carbon.

Doce útiles para dilatar la boca de los tubos de las calderas, uno para cada tamaño de tubos.

Cuatro azadones para los fogones.

Cuatro atizadores para id.

Cuatro espadas para id.

Palomillas ó estantería para los hierros de los fuegos.

Doce cubos para agua con asas de hierro y aros de laton pintados de verde y marcados: *Maquinista.*

Tres pizarras dobles con bisagras, con 75 lapiceros.

Tres pares de tenazas para tubos de 1 pulgada, 1 1/2 y 2 pulgadas.

CARGO DEL DEPARTAMENTO DEL MAQUINISTA. Un juego de medidas de cobre para aceite. Medio galon y un cuarto de galon.

Nueve vasijas ó tinas para el aceite de lámparas.

Diez y siete alcuzas de dar aceite por inyeccion.

Dos platillos para recibir el goteo de dichas alcuzas.

Una tina de hierro de capacidad de 200 galones para el aceite de ballena.

Una id. para el aceite de linaza (32 galones).

Una id. para el sebo (200 libras).

Una caldera para sebo, con asa, tapadera y pico, para contener 10 libras.

Siendo la estructura general la misma que la de todos los Monitores, me limitaré á presentar la seccion longitudinal y trasversal del *Puritan* (lámina 18), que es el mayor de los construidos, y las dimensiones de los más notables.

Cargo del contramaestre. Dos cables cadenas de hierro de 1 1/8 pulgada en secciones de 15 brazas. Cada cadena de 120 brazas con sus tornillos ó eslabones giratorios y grilletes completos.

Un ancla de 1500 libras sin incluir el cepo (Patente *Porter*).

Otra id. de 1300 libras.

Una media ancla de 750 libras.

Tres anclotes de 400, 300 y 150 libras.

Un calabrote de 8 pulgadas (abacá de Manila) y 120 brazas.

Otro calabrote de id. de 120 brazas y de 6 pulgadas.

Dos id. de remolque de 4 1/2 pulgadas y 120 brazas cada uno.

Doce ganchos para las cadenas.

Dos juegos de guardines de cuerda de alambre de hierro, de 5/8 de pulgada de diámetro, uno montado y otro de respeto.

Un almacen de agua que contiene 45 galones, con su filtro.

Un almacen doble para carne, que contenga 70 libras de vaca en una division y 75 libras de puerco en la otra.

Una cocina económica de hierro con todos sus accesorios, para 150 raciones.

Dos hachas, tres candeleros, tres parrillas, tres cazuelas, dos calderas de cobre para té ó café.

Dos calderas de hierro. Dos id. para pescado. Dos cucharones de hierro. Dos sartenes para freir. Cuatro cazuelas para guisar. Tres vasijas para asar al horno. Una olla de hierro. Dos atizadores. Dos palas para el fogon. Dos pares de tenazas para id. Dos bidentes de cocinero. Un cubo de 24 galones para remojos. Seis coberteras para la cámara del Comandante. Dos id. para la de Oficiales. Dos tapetes para la cámara del Comandante. Dos id. para la de Oficiales. Cinco arcas para avios de té y café con bisagras y candados: son de pino, y las tapas de nogal ó fresno.

Dos botes de remos pareles con 10 remos de 15 pies de longitud.

En la cubierta y á popa de la torre, hay pescantes de hierro para colgar estos botes durante la navegacion. La cara inferior de sus quillas deben estar á 3 pies del piso de la cubierta. Tienen aparejos adecuados para el objeto.

Un chinchorro de 4 remos de 12 pies de longitud.

Dos pitos de plata.

Una balsa salva-vida, enteramente equipada.

Cargo de bitácora. Seis linternas de cubierta (segun ordenanza).

Un juego de faroles de señales (segun id.) cuatro blancos y dos rojos.

Un escandallo grande. Cuatro id. pequeños, dos de á 7 libras y dos de á 9 libras.

Cien brazas sondaleza de 1 1/2 pulgada para el escandallo grande.

Seis sondalezas para los escandallos pequeños.

Cuatro correderas.

Dimensiones del PURITAN.

Eslora estrema..	**347 pies.**
Manga.	**50 pies.**
Puntal.	**21 pies 8 pulgadas.**

Una máquina de patente para las mismas.

Dos carreteles para id.

Un carretel para sondaleza.

Dos bocinas de mando.

Dos banderas, una de 10 × 19 pies y otra de 7 $^{1}/_{2}$ × 14 pies.

Una id. para el mal tiempo, de 4 $^{1}/_{2}$ × 8 pies.

Cuatro id. para botes, de 2 $^{1}/_{2}$ × 5 pies.

Dos id. (jacks) de 6 × 4 $^{1}/_{2}$ pies.

Dos gallardetes largos, uno de 30 pies × 4 $^{1}/_{2}$ pulgadas y otro de 20 pies por 4 pulgadas.

Un gallardete para mal tiempo, de 15 pies × 3 $^{1}/_{2}$ pulgadas.

Un id. para de noche, de 10 pies × 3 pulgadas.

Dos id. para botes, de 6 pies × 2 $^{1}/_{2}$ pulgadas.

Un juego de banderas de señales, que consiste en 10 números. Una corneta, una de guardia, tres repetidores, una de misa, otra de comida, una de interrogatorio, una preparatoria, todo segun reglamento de Marina. Las banderas tienen 6 pies de largo por 4 $^{1}/_{2}$ de altura. Repetidores 9 pies × 4 $^{1}/_{2}$. Los otros gallardetes 12 pies de largo por 2 pies de altura cerca del asta, todas con cuerdas cosidas en un costado y dejando una porcion ó entreclaro igual á la altura de la señal.

Tres barriles para agua (5 galones) para botes.

Seis id. de 6 galones para rancho.

Dos id. para miel con fondo de pino y 25 galones.

Dos id. para vinagre (fondo de roble) de 25 galones cada uno.

Un juego de balanzas y pesas.

Un id. de herramientas del carnicero, cuchillas, hacha, sierra, etc.

Un juego de medidas de cobre. Un galon, $^{1}/_{4}$ galon, $^{1}/_{8}$ galon, $^{1}/_{16}$ de galon.

Un rollo de cuerda de abacá de Manila, de 2 $^{3}/_{4}$ de pulgadas, para colgar ropa.

Dos pastecas, una de 15 pulgadas y otra de 18 pulgadas (herradas).

Un rollo de cuerda para drizas de señales.

Dos pastecas para sondalezas con roldanas de 5 pulgadas.

Un rezon de 30 pulgadas.

Un filtro para el rancho de los Oficiales con relleno de carbon animal de las refinerías de azúcar.

Doce baldes con gazas de cabo.

Dos aparejos de rabiza con roldanas de patente, con beta de 20 brazas de 2 pulgadas.

Dos id. id. id. de 30 brazas 3 pulgadas.

Doce lampazos.

Seis rasquetas.

Doce escobas de guano.

Tiene dos torres giratorias de hierro de 24 pulgadas de espesor, dotadas cada una con dos cañones, uno liso de 15 pulgadas, sistema Dalhgren, y el otro rayado de 300 libras, sistema Parrott. Sobre cada torre lleva una casilla, la una para el timonel y la otra para observatorio. Los demás arreglos interiores,

---

Doce id. de sorgo.

Tres pasadores.

Ciento cincuenta brazas de cabo de abacá de Manila de 3 1/2 pulgadas.

Treinta libras de piola.

Diez libras de merlin.

Un aparejo de cubierta con cuadernas dobles, roldanas de patente y beta de Manila de 3 3/4 pulgada.

Un toldo para la torre.

Cuatro toldos para diferentes lugares sobre cubierta.

Tres toldos para botes.

Tres mangueras de ventilacion.

CARGO DEL CARPINTERO. Un embudo pequeño de cobre.

Un embudo de duelas de madera con tubo de cobre,

Doce escupideras de duelas y aros de laton.

Dos palas.

Un juego de útiles para las cadenas, que consiste en un yunque de mano de 3 libras, cuatro botadores para los grilletes pequeños, uno para el grande y un cortafrios.

Dos bombas de mano (cobre) en tres largos.

Un encerado para cada escotilla.

Un juego de planchas caladas para marcar, con letras de molde.

Un juego id. de números.

Un juego de útiles de tonelero. Azuela, apretador y barrenos para la boca y fondos.

Dos sierras de marco para leña, con sus caballetes.

Una caja de útiles de carpintero, conteniendo un hacha, una azuela, un hacha para leña, un hachete, seis taladros surtidos de 3/8 hasta 1 1/4 pulgada, cuatro punzones, tres cortafrios, cuatro formones de 3/4 á 1 1/2 pulgada, cuatro id. de cubo, tres limas para las sierras de mano, tres id. pequeñas, cuatro barrenas pequeñas surtidas, tres gubias de cubo surtidas, una cuerda para marcar, tres cepillos surtidos, á saber: garlopa, garlopin y cepillo. Dos cepillos de machiembrar, dos id. de molduras (cuarto-bocel) 1/2 pulgada y 3/8 pulgada, una cuchilla de dos mangos, un par de pinzas ó tenazas, un berbiquí con su juego de mechas, dos escofinas, dos sierras de mano, una sierra angosta de punta, una regla de medir de madera (2 pies), una sierra de lomo para espigas, una escuadra plantilla de inglete, una alcuza de aceite, un amolador de piedra, un par de alicates, una escuadra de acero (2 pies por 16 pulgadas), una rastra ó perro de carpintero, una escuadrilla, un travador para las sierras, un tornillo de mano y una cinta de medir (48 pies).

ventiladores, máquinas para mover las torres, chimenea blindada, etc., lo mismo que los anteriores.

Dimensiones del DICTATOR.

Eslora estrema..	320 pies.
Manga..	50 pies.
Puntal.	21 pies 8 pulgadas.

Este lleva solo una torre de 24 pulgadas de espesor, y su proa reforzada y formando ariete.

Dimensiones del ONONDAGA.

Eslora estrema.	226 pies.
Eslora desde el canto de la roda hasta el canto popel del codaste..	220 »
Manga de fuera á fuera.	48 »
Puntal desde la linea de bao hasto la de la regala.	13 »
Desplazamiento.	2130 toneladas.

Lleva tres torres giratorias, con dos cañones cada una.

Si examinamos detenidamente las modificaciones que Ericsson iba introduciendo en su sistema para vencer las dificultades que en la práctica encontraba, y comparamos su primitivo Monitor con los últimos de gran calado, no podremos menos de admirar su fecundo é inagotable génio mecánico.

Al principio luchó tambien el sistema con las preocupaciones de los marinos, que veian con él desaparecer el encanto de su profesion; pero poco tardaron los hechos en disipar aquellas.

En el ataque á las fortificaciones de Charleston, ni uno solo de estos buques sucumbió al fuego de los cañones lisos y rayados de gran calibre, habiendo habido algunos que sufrieron más de ciento ochenta balazos, sin causarles otro daño que el

dejar marcadas sus huellas con ligeras abolladuras. En los combates con los diferentes blindados confederados, salieron siempre victoriosos é ilesos, rindiéndolos ó echándolos á pique. El abordaje es impracticable en ellos, pues suponiendo que un buque se acercase lo bastante para efectuarlo sin ser antes destruido, los cañones de sus torres giratorias barrerian en todas direcciones la cubierta, debiéndose contar además con otras defensas accesorias que podrian desarrollarse en momento tan supremo. Las embestidas tampoco pueden causarles gran daño, y lo demostró el duelo con la *Merrimac*, no debiendo olvidar que en estos buques los movimientos son muy rápidos, máxime en los que llevaban dos hélices que maniobrando la una avante y la otra ciando, pueden con más facilidad evadir este género de ataque. Por último, las condiciones marineras que han demostrado poseer en alto grado los que han atravesado el Océano, y muy particularmente el que dobló el cabo de Hornos con la escuadra del Almirante Pierson, quien hace grandes elogios de su navegacion, son pruebas más que suficientes para establecer de un modo concluyente la superioridad de estas baterías flotantes acorazadas sobre todas las conocidas hasta el dia; y como si esto no bastára todavía, ha venido á sellar el sistema la tendencia en los Estados-Unidos de resolver el problema de su Marina militar, dividiéndola en dos grupos, á saber: Monitores para la defensa de sus costas, rios y puertos, en combinacion con los fuertes; y fragatas de madera de poca manga, mucha eslora, pocos cañones, pero de grueso calibre, combinando rayados y lisos, aparejos atrevidos y máquinas tan potentes, que puedan desarrollar un andar medio de 12 á 14 millas, para operaciones tras-atlánticas.

BLINDADOS.

El Gobierno de los Estados-Unidos quiso tambien aprovechar algunas de sus fragatas de guerra de madera, blindándolas y dotándolas de torres giratorias de hierro del sistema Ericsson.

La fragata *Roanoke* sufrió esa modificacion, á cuyo efecto la rebajaron y blindaron sus costados con planchas de 4 ½ pulgadas de espesor, escepto las de la hilera inferior, que solo tenian 3 ½ pulgadas. Le adosaron un embono de 30 pulgadas de espesor y colocaron tres torres giratorias sobre su cubierta de 24 pies de diámetro, 9 de altura y 11 pulgadas de espesor, en planchas de hierro de á pulgada, con dos cañones Dalhgren de 15 pulgadas cada uno. Las máquinas se diferenciaban muy poco de las empleadas en los Monitores. Las dimensiones eran las siguientes:

Eslora.	257 pies.
Manga á la grua.	50 pies 2 pulgadas.
Puntal.	26 » 4 »
Calado en carga.	22 » 3 »
Desplazamiento..	4800 toneladas.

CAÑONERAS.

Durante la guerra, se construyeron tambien diferentes clases de cañoneras, y las figuras de la lámina 19 enseñan las principales que figuraron en el Oeste, á saber: la *Winnsbago*, *Milwaulkee*, *Chickasaw* y *Kickappoo*, construidas en San Louis de Missouri. Las dimensiones generales eran de 221 pies de eslora y 56 pies de manga.

Las figuras de la misma lámina representan las cañoneras *Osage* y *Neoche* usadas en el rio Mississipí.

Tambien se construyeron torpedos blindados, cuyos buques afectaban en general la forma del primitivo Monitor, pero sin cúpula y más sumergidos, llevando en su proa un aparato en donde se colocaba el torpedo para destruir las embarcaciones.

FIN.

COLECCION DE PLANOS

REMITIDOS POR EL AUTOR

durante la Comision que desempeñó en los Estados-Unidos

Y QUE EXISTEN

en el Depósito Topográfico de la Direccion General del Cuerpo.

ARTILLERÍA.

	Planos.
Cañones Columbiads de 15 y 20 pulgadas, sistema Rodman..	1
Trazado del contorno de un cañon por la curva concóidea.	1
Cañon Parrott de 30 libras con pequeña preponderancia.	1
Cañon Parrott de 10 libras.	1
Cañon rayado Parrott de 8 pulgadas.	1
Cañon rayado Parrott de 10 pulgadas.	1
Cañon rayado Parrott de 100 pulgadas	1
Seccion del cañon Parrott de 100 libras, enseñando sus rayas.	1
Tornillo de puntería para los cañones rayados Parrott de 100, 200 y 300 libras.	1
Cureña de hierro del cañon Parrott de 100 libras.	1
Marco de casamata para el cañon Parrott de 100 libras.	1
Marco con pinzote central del cañon Parrott de 100 libras.	1
Marco para barbeta con pinzote frontal para el cañon Parrott de 200 libras.	1
Cureña y marco para casamata, del cañon Parrott de 200 libras.	1

Planos.

Marco con pinzote central para el cañon Parrott de 200 libras. 1

Cureña y marco de pinzote central para el cañon Parrott de 300 libras 1

Proyectiles para el cañon rayado Parrott de 20 libras. 1

Proyectil sólido para el cañon Parrott de 100 libras. 1

Proyectil hueco para el cañon Parrott de 100 libras. . 1

Granada corta para el cañon Parrott de 100 libras. . . 1

Granada larga para el cañon Parrott de 100 libras . . 1

Efecto de un proyectil lanzado por un cañon Parrott rayado, de 10 pulgadas, contra una plancha de hierro forjado de 6 pies 4½ pulgadas de longitud, 30¼ pulgadas ancha y 8 pulgadas de espesor. 1

Efecto de un proyectil hueco, lanzado por un cañon rayado Parrott de 10 pulgadas, contra un blanco compuesto de tres capas, cada una con 5 planchas de hierro forjado de 2⅜ pulgadas de espesor y 5 pies 6 pulgadas de longitud. Las planchas acepilladas y empernadas contra piezas de madera de roble de 12 pulgadas × 15¼ pulgadas. 1

Sistema de rayar de Waitrrorth. 1

Modelo prusiano: peso aproximado del cañon 50.000 libras prusianas. 1

Modelo prusiano: id. del id. 15.760 libras id. . . . 1

Modelo prusiano (cañon). 1

FORTIFICACION.

Proyecto del Capitan Olañeta para la defensa de costas con el empleo de Torres giratorias de hierro. . . . 5

Porta de hierro de accion espontánea para casamatas. . 1

Litografías representando operaciones militares, sitios y construccion de algunos fuertes, durante la guerra de los Estados-Unidos. 14

MARINA MILITAR.

Monitores de poco calado del sistema J. Ericsson, destinados para la defensa de puertos, costas y rios, en combinacion con las fortificaciones.

	Planos.
Plano general de la bateria flotante Monitor, seccion longitudinal, secciones trasversales, curvas y demas detalles.	2
Detalles de la torre.	2
Disposicion general de la maquinaria de la torre.	1
Detalles de la maquinaria de la torre.	3
Máquinas de la torre.	1
Detalles de las máquinas de la torre.	1
Mamparos de la torre.	1
Péndulos-portas en el interior de la torre.	1
Compresores de las cureñas..	1
Ventiladores centrifugos de abanico.	1
Máquinas para dar movimiento á los ventiladores de abanico.	1
Detalles de las máquinas motoras.	1
Detalles del propulsor.	1
Tubo para la ventilacion.	1
Durmientes ó sobrequillas de las máquinas.	1
Detalles del timon y arreglos de popa.	2
Chimenea blindada.	1
Aparato para gobernar.	1
Condensador tubular.	1
Aparato para hacer el agua potable y aljibes.	1
Cilindros de las máquinas motoras.	1
Iluminadores de sobre cubierta.	1
Coraza y embono.	1
Instrumentos para las máquinas.	1

	Planos.
Blindaje de cubierta.	1
Escotillas para sacar cenizas y pescante de botes. . .	1
Puntales, tirantes diagonales, argollas de sobre cubierta y candeleros.	1
Comunes inodoros y sus bombas de aire.	1
Brazolas y escotillas para el carbon.	1
Válvulas para llenar los compartimentos..	1
Mecanismo de los timbres de señales.	1
Casilla del timonel.	1
Canales para cadenas de las anclas.	1
Plano general de las cámaras, camarotes, sollado, pañoles y demas dependencias del buque.	1
Carpintería de blanco en la cámara de los Oficiales. . .	1
Carpintería de blanco del sollado.	1
Cañonera blindada (Monitor) de poco calado.	2

Monitores de mediano calado.

Plano general de la bateria flotante (Monitor) seccion longitudinal y trasversal.	1
Seccion trasversal de la misma, por la cuaderna maestra.	1
Plano general de distribucion de cámara, camarote, pañoles y demas dependencias del buque.	1
Plano del piso bajo cubierta enseñando las escotilas. . .	1
Seccion trasversal por la cuaderna maestra de los nuevos Monitores construidos en Jerzey-City.	1
Sistema de blindas.	1
Iluminadores de cubierta y escotillas para el carbon. .	1
Argollas de sobre-cubierta.	1
Mamparos de la torre.	1
Torre.—Solera baja y correderas de los cañones, con la Catalina de giro.	1
Sistema de unir las planchas de la torre..	1

	Planos.
Aparato para cambiar el movimiento giratorio de la torre	1
Máquinas para dar movimiento á la torre.	1
Aparato para cambiar el movimiento giratorio de la torre.	1
Entarimado del piso de la torre y escotillas para el servicio de las piezas.	1
Ultima modificacion introducida para unir las planchas de las torres de las baterías del Capitan J. Ericsson. .	1
Aparato para el movimiento de la torre. Rueda angular. Eje del piñon y cigüeña.	1
Máquinas de la torre. Ventiladores y máquinas de estos.	1
Cureña del cañon Dahlgren de 11 pulgadas (usada en las baterías flotantes de Ericsson) y del cañon de 15 pulgadas.	1
Asiento inferior del eje principal de la torre y tornapuntas.	1
Escotillas y puertas del techo de la torre.	1
Arreglos interiores de la torre.	1
Péndulos-portas de la torre colocados dentro de las cajas para el humo.	1
Anillo del asiento de la torre.	1
Techo de la torre	1
Bitácora de cobre.	1
Chimenea blindada.	1
Pozo de ancla y aparato para levar.	1
Aparato para gobernar el timon.	1
Caña del timon.	1
Hélice ó propulsor.	1
Timon, hélice y arreglos de popa.	1
Máquinas para dar movimiento á los ventiladores de abanico.	1
Válvula de cuello y union entrante de espansion. . . .	1
Calderas tubulares.	1
Peana ó placa de asiento de la máquina y chumacera que	

	Planos.
recibe el empuje.	1
Soportes horizontales y verticales para palancas de válvulas.	1
Aparato para cambiar el movimiento.	1
Varillas de las excéntricas y sus estrobos..	1
Excéntricas y aparato para cambiar el movimiento. . .	1
Cajas de las válvulas y varillas de las mismas.	1
Válvula de retorno con tubo de alimentacion. . . .	1
Válvulas.	1
Biela principal y eslabon.	1
Embolo y tapas del cilindro principal.	1
Cigüeña principal y eje del propulsor.	1
Barra de la bomba de aire, émbolo de id. con su válvula, cruceta, biela y palanca, con los émbolos ó pistones de las bombas de alimentacion.	1
Comunes inodoros.	1
Cuadrante con nivel de aire para el estremo del muñon de la pieza de Dahlgren.	1
Aparato de friccion de Ericsson, soportes y chumaceras.	1
Piñon principal y cremalleras, rueda principal y su piñon.	1
Retranca ó aparato de engranar.	1
Rueda de friccion y piñon.	1
Plano general del nuevo aparato de friccion ó retranca, del Capitan J. Ericsson para reemplazar á sus primitivos compresores de las cureñas, usados en sus baterías flotantes blindadas.	1
Guias de cremallera.—Piñon conductor y eje.—Piñon principal y eje.—Piñon de retranca, eje y manivela. .	1
Guarda-hélice.	1
Aparato para gobernar el timon.	1
Techo de la torre y piso de la casilla del timonel. . . .	1
Ultima modificacion introducida en la construccion del	

Planos.

techo de la casilla del timonel. 1
Cañon Dahlgren de 13 pulgadas. 1
Cañon Dahlgren de 15 pulgadas. 1
Apoyo ó porta-muñones, usado en cureña del cañon de 15 pulgadas, para adoptarla al cañon de 11 pulgadas. 1
Anillo adosado á la boca del cañon de 15 pulgadas, para cerrar el espacio entre ella y la porta, y no dejar penetrar el humo en el interior de la torre. 1

Monitores de gran calado.

Plano general de la gran batería blindada, con ariete, *Dictator*. 1
Secciones trasversales de la misma. 1
Gran batería *Puritan*. 1
Seccion trasversal de la misma. 1
Ariete de las baterías *Puritan* y *Dictator*. 1
Gran batería blindada *Onondaga*. 1
Secciones trasversales de la misma. 1
Plano de la misma. 1

Blindados.

Fragata blindada de gran calado *Roanoke*. 1
Seccion trasversal de la misma. 1
Seccion de la torre y su maquinaria. 1
Plano de la torre y su maquinaria. 1
Vista de frente de la maquinaria de la torre. . . . 1

Cañoneras.

Cañoneras del sistema Ericsson. 1
Cureña del cañon Dahlgren de 11 pulgadas, usado en las

	Planos.
cañoneras del Oeste.	1
Cañoneras usadas en el rio Mississipi.	1
Cañoneras usadas en el Oeste de los Estados-Unidos. .	1

NOTA. Ademas existen con esta coleccion de planos, varias memorias para ilustrarlos.

INDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTA OBRA.

	Páginas.
Introduccion.	5
Nota de la reduccion de pesos y medidas.	7
ARTILLERIA MODERNA DE LOS ESTADOS-UNIDOS.	11
Cañones columbiads.	12
Procedimiento de fundicion de Rodman. . . .	13
Detalles de la fundicion del cañon de 20 pulgadas.	17
Pruebas con los cañones de 10 pulgadas. . . .	24
Columbiads de 15 pulgadas.—Informe sobre la inspeccion, trasporte, cureña y pruebas..	26
Dimensiones de los cañones de 8 y de 10 pulgadas. . .	41
Trazado del contorno de un cañon por la curva concóidea..	42
Cañones de Parrot..	45
Fabricacion del suncho..	46
Colocacion del suncho.	48
Rayas del cañon Parrot.	49
Proyectiles..	49
Alcances del cañon Parrot de 100 libras. . . .	51
Desviacion.	52
Cañon de 8 pulgadas ó de 200 libras..	52
Cañon de sitio de 30 libras, ánima 9 libras, ó 4'2 pulgadas..	55
Cañon de 20 libras, ánima 6 libras, ó 3'67 pulgadas..	56

Páginas.

Cañon de 10 *libras, ánima* 3 *libras, ó* 2'9 *pulgadas.* 56
Regla aproximada para la duracion de la trayectoria. 57
Puntos de mira. 57
Tornillos de puntería. 57
Cureñas. 58
Detalles de los cañones. 60
Cañon de 10 *pulgadas ó de* 30 *libras.* 60
Observaciones generales. 61
Artillería de campaña. 65
Artillería de sitio. 69
Artillería de costa. 72
Cañones de hierro forjado de Ames. 76
Reflexiones generales. 79
Nota. 87

FORTIFICACION.

Sitio y reduccion del fuerte Pulaski. 91
Fuerte Pulaski. 91
Observaciones generales. 93
Apéndice.—Baterías establecidas en el sitio del fuerte Pulaski. 105
Sitio de Charleston. 119
Fortificaciones en la bahía de Charleston antes de la guerra. 119
Plan de operaciones. 122
Plan de ataque preliminar. 129
Ataque á la isla Morris el 10 *de Julio de* 1863. . 130
Instrucciones confidenciales. 134
Circunstancias físicas características de la isla Morris. 141
Asalto del fuerte Wagner, 18 *de Julio de* 1863. . 143

Páginas.

Sitio del fuerte Wagner y primer bombardeo del fuerte Sumter. 144
Ultimo bombardeo y toma del fuerte Wagner. . . 164
Segundo bombardeo del fuerte Sumter. 172
Errores cometidos en la defensa del enemigo. . . 174
Observaciones.—Cañones rayados y proyectiles de Parrot. 180
Reflexiones generales. 190
Aplicacion de las torres giratorias á la fortificacion. . . 197
Descripcion general. 197

MARINA MILITAR.

Baterías flotantes. 209
Monitores. 214
Detalles de construccion de un Monitor de mediano calado. 218
Monitores de poco calado para costas de poca sonda, rios y puertos.—Descripcion general. . . 247
Detalles de construccion. 252
Monitores de gran calado para operar en alta mar. . . 309
Blindados. 316
Cañoneras. 316

ÍNDICE DE LAS LÁMINAS. (1)

ARTILLERIA.

	Láminas.
Columbiads.	1
Trazado de un cañon por la curva concóidea.	2
Detalles de fundicion de los cañones Parrott.	
Cañones rayados Parrott.	3
Cañon rayado de Ames.	
Marco de casamata para el cañon Parrott de 100 libras. . .	4
Cureña y marco para casamata para el cañon Parrott de 200 libras.	5
Cureña y marco del cañon Parrott de 300 libras.	6
Marco con pinzote central del cañon Parrott de 100 libras y proyectiles para el cañon rayado de 20 libras.	7
Proyectiles para los cañones Parrott.	8
Proyectiles Sckenkle, Hotchkiss y James.	

FORTIFICACION.

Posicion de las baterías federales en la reduccion del fuerte Pulaski.	9
Bahía de Charleston y sus aproches.	10

(1) Para mayor claridad y sencillez las acotaciones de las láminas que marcan pies, se acentuan con una coma, y las que marcan pulgadas, con dos. Las escalas en pies ingleses.

Láminas.

Proyecto del Capitan Olañeta para la defensa de costas con el empleo de torres de hierro giratorias. 11
Detalles de dichas torres giratorias. 12

MARINA.

Primer proyecto de Ericsson de baterías flotantes. . . .
Plano general, seccion longitudinal, seccion trasversal y vista de un Monitor de mediano calado. . . . . . } 13
Cañones Dalhgren y sus detalles. . . . . . .
Modificacion del techo de la casilla del timonel de los Monitores. . . . . . } 14
Caja de humos para la ventilacion. 15
Compresor de las cureñas. 16
Plano general, seccion longitudinal y trasversales de los Monitores de poco calado. 17
Plano general, seccion longitudidal y proyeccion trasversal del Monitor de gran calado PURITAN. 18
Bosquejo de diferentes cañoneras. 19

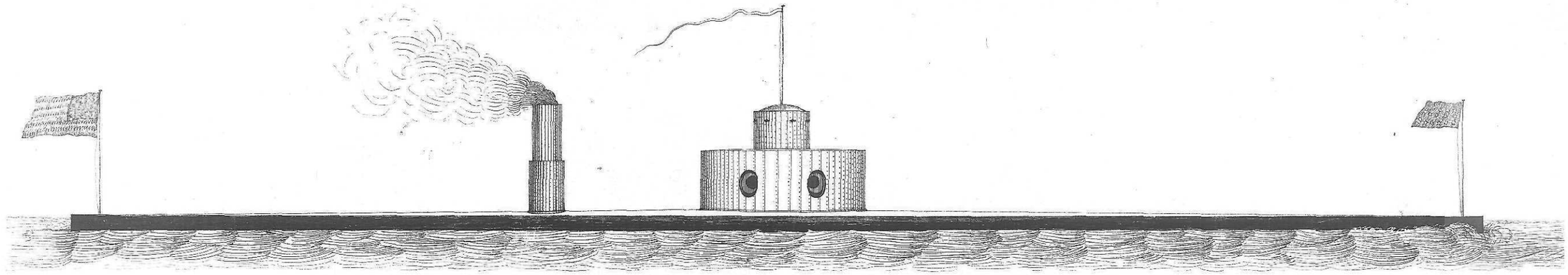


Fig. 1.

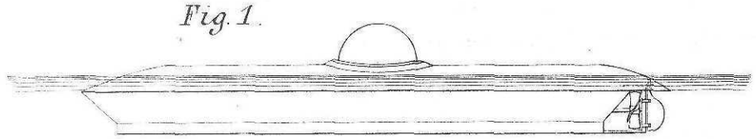


Fig. 2.

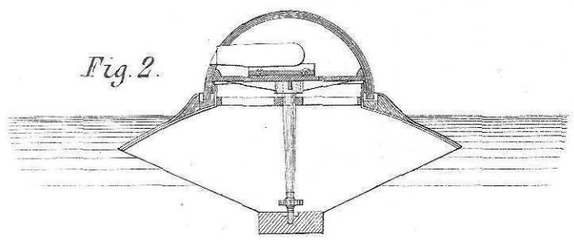


Fig. 5.

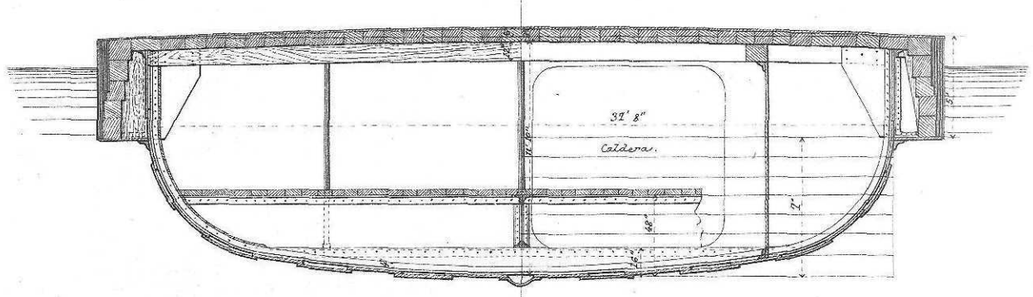


Fig. 3.

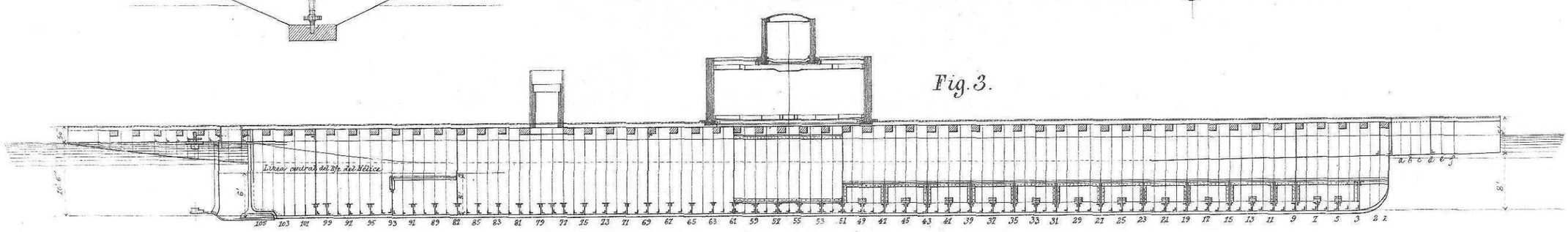
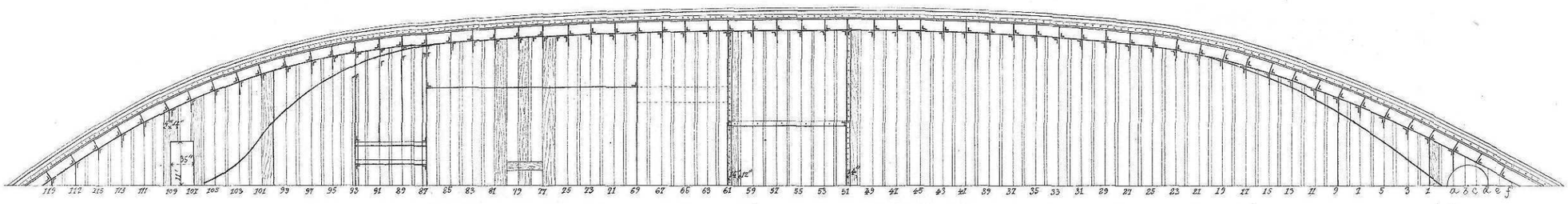


Fig. 4.



Gº por el Celador, J. Pajares.

Fig. 2.

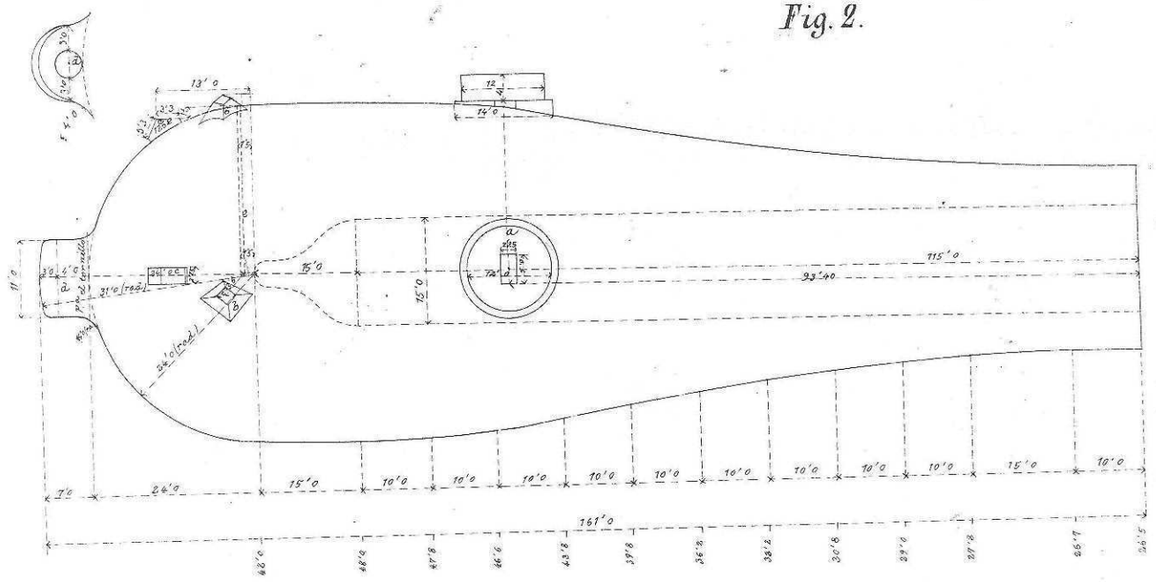


Fig. 1.

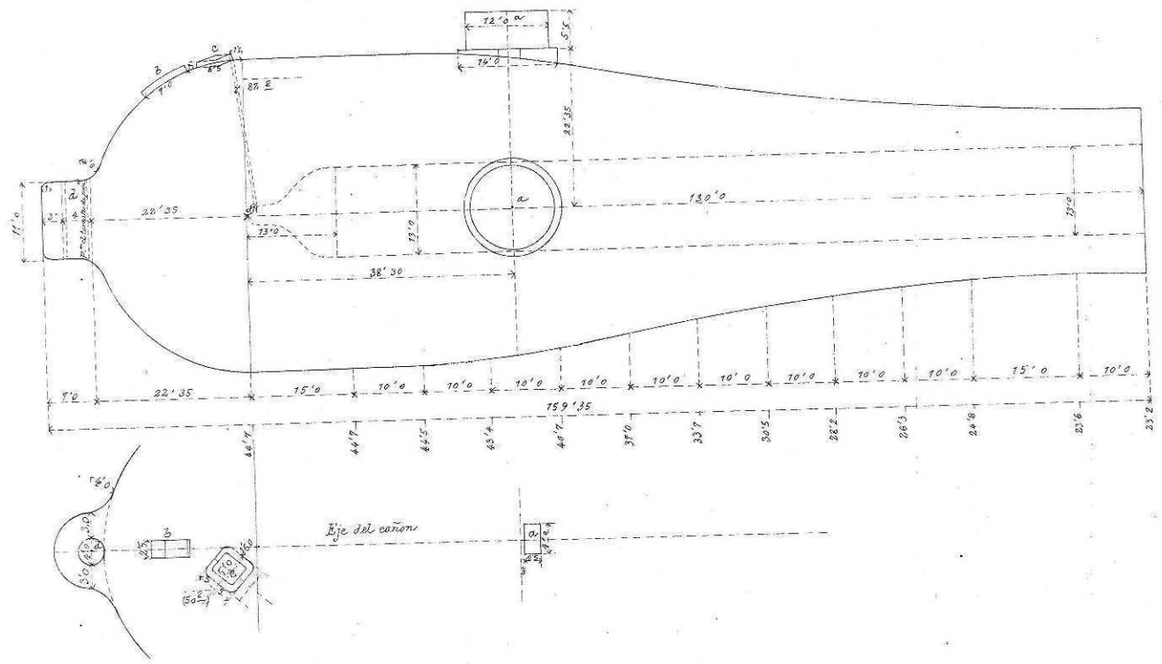


Fig. 4.

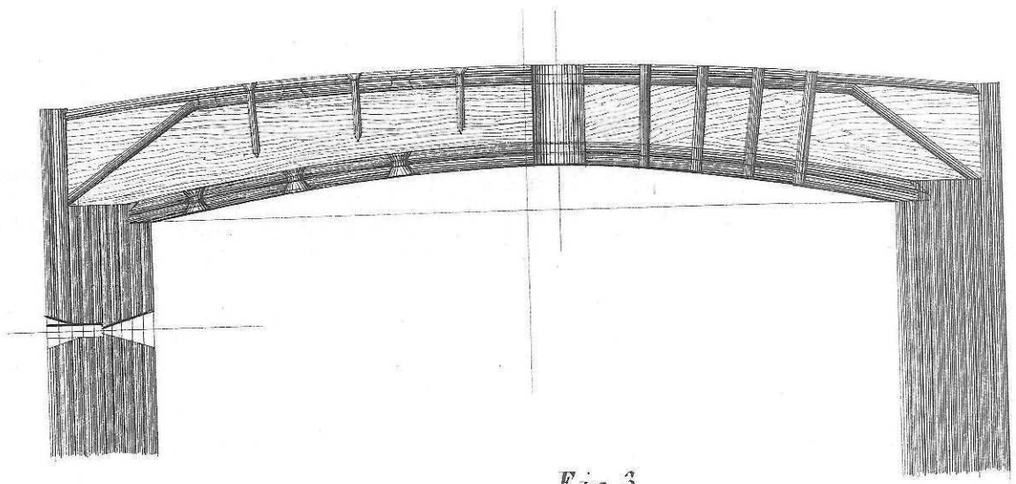


Fig. 3.

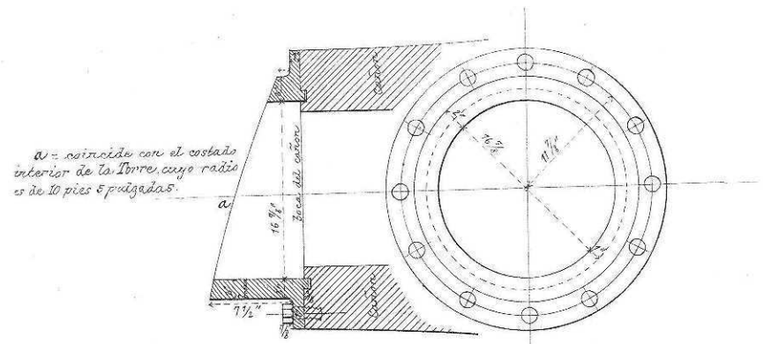
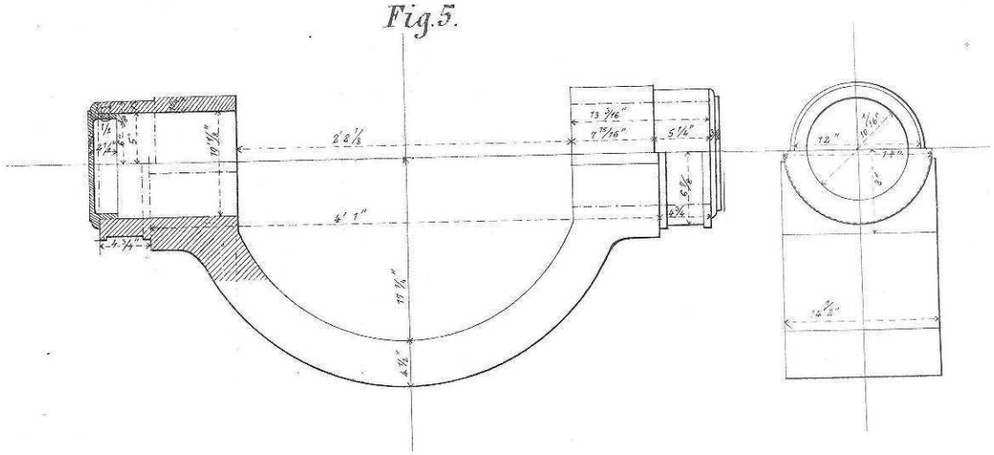
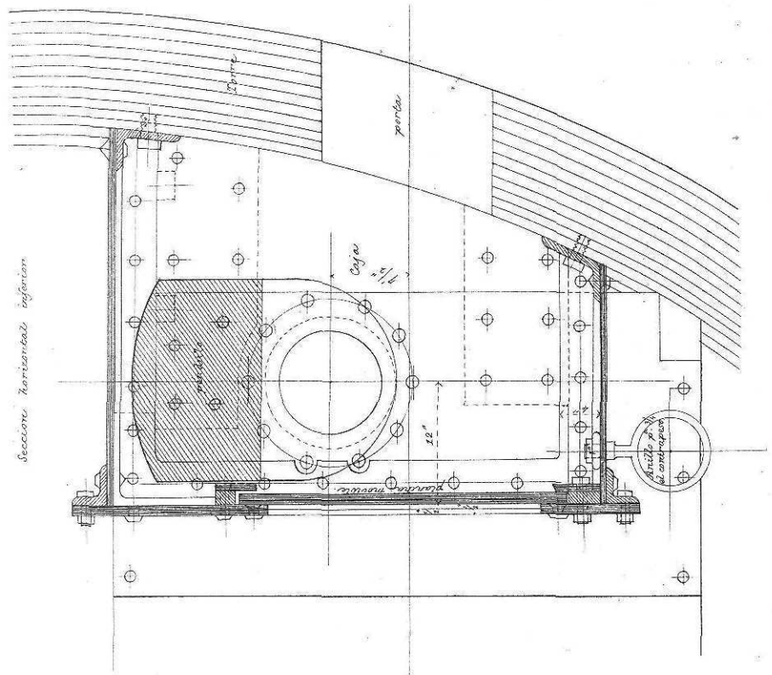


Fig. 5.

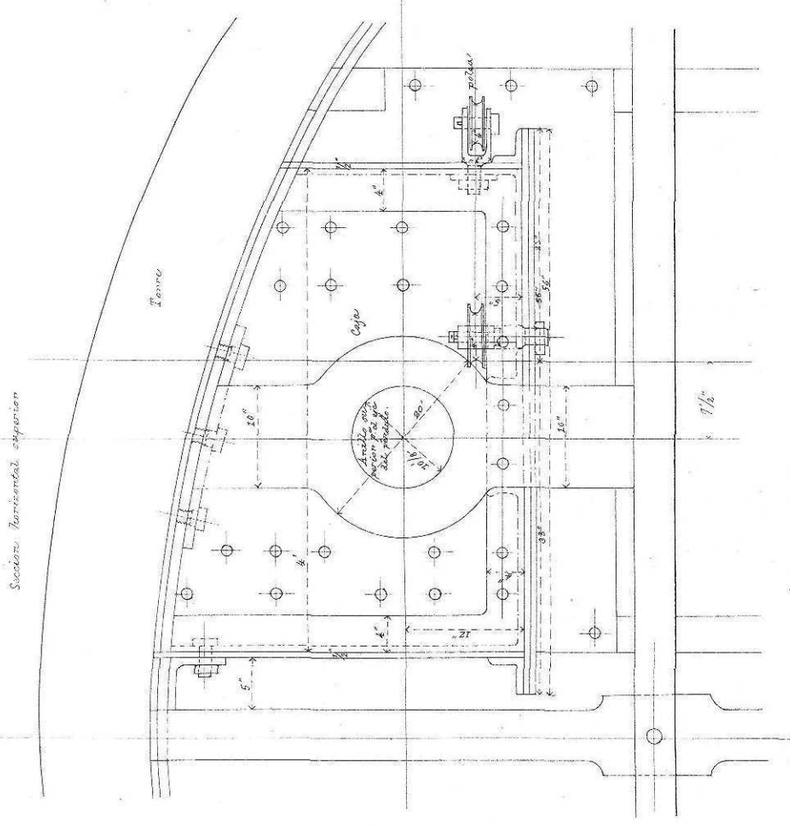


G.º por el Celador J. Pajares.

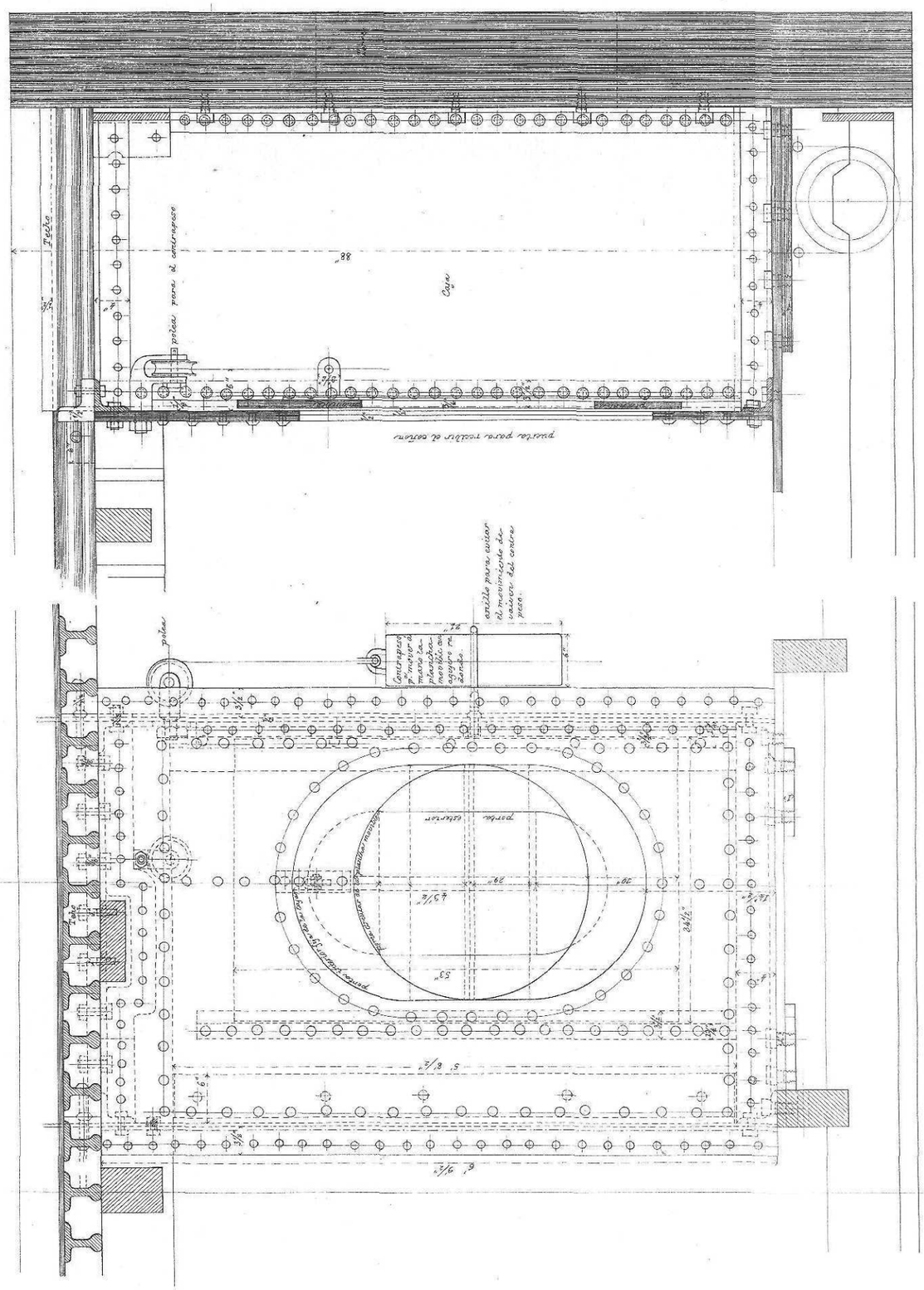
Sección horizontal inferior



Sección horizontal superior

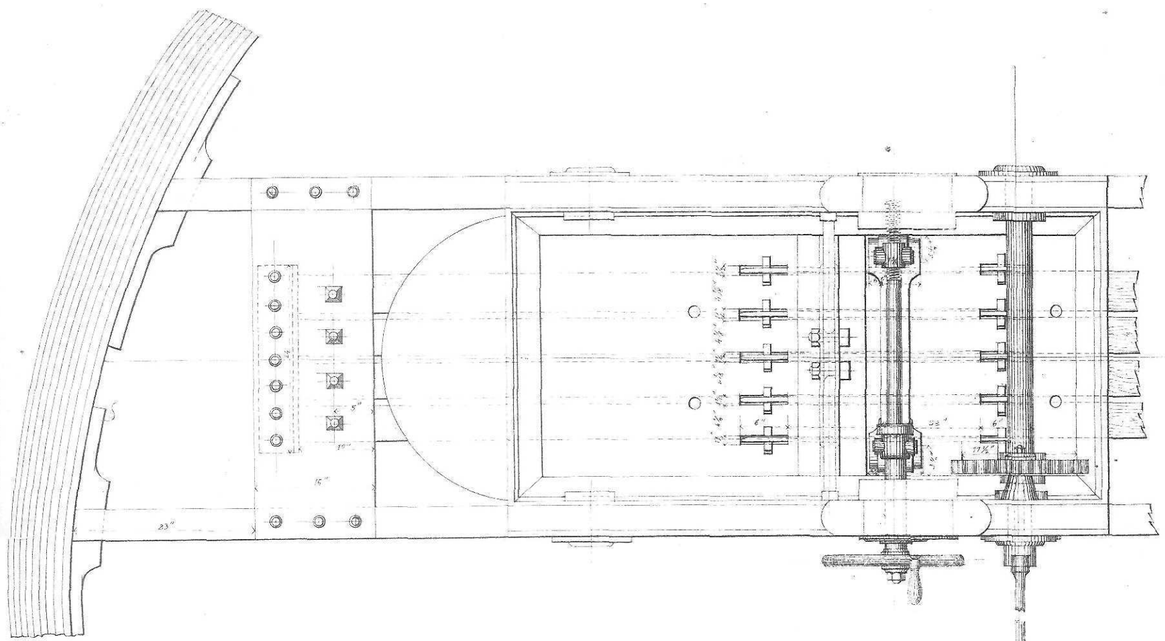


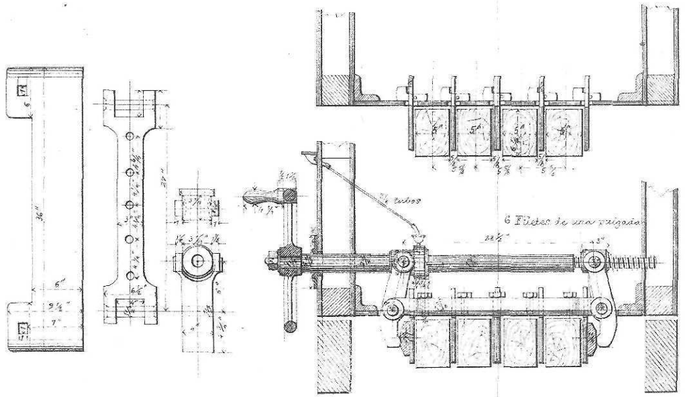
Sección vertical.

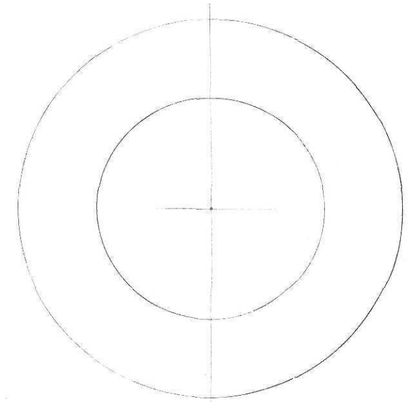


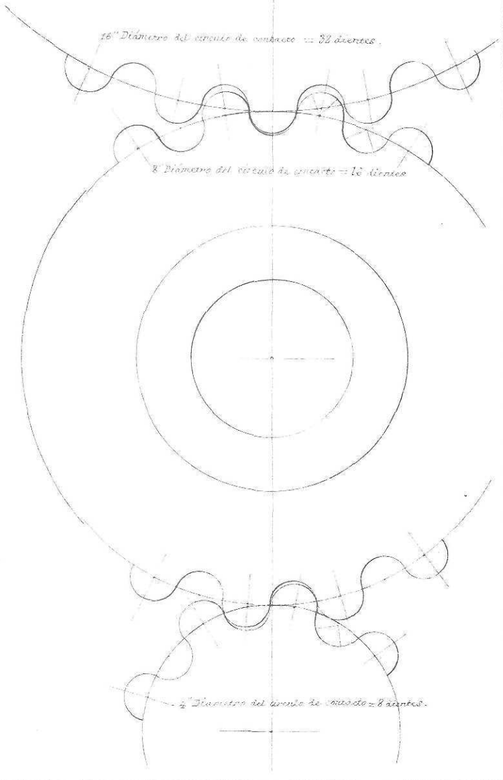
Corte y vista de frente, enseñando las puertas interiores y la puerta exterior.

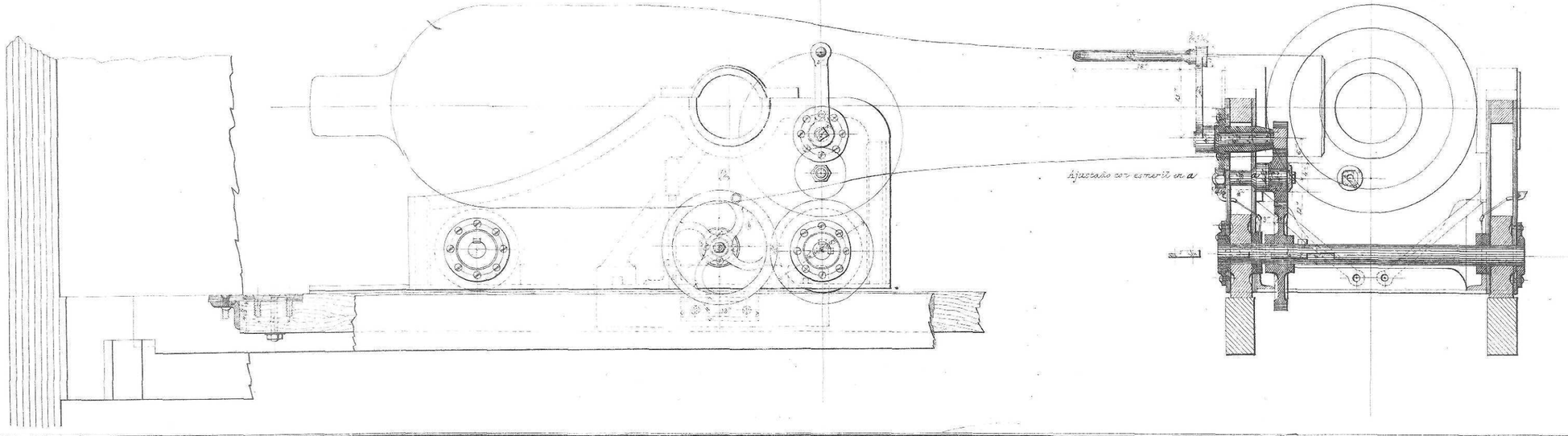
Grabado por el Celador de fortificación J. Pajares.



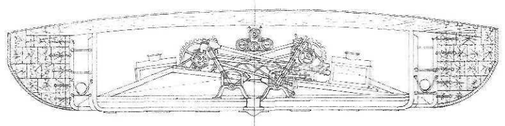




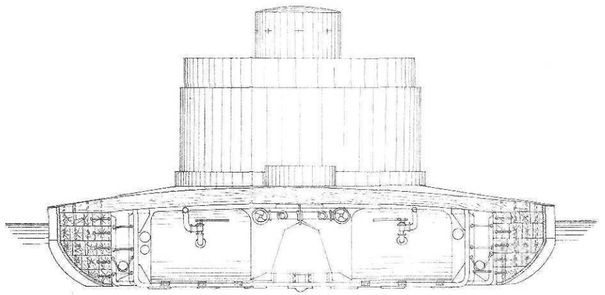




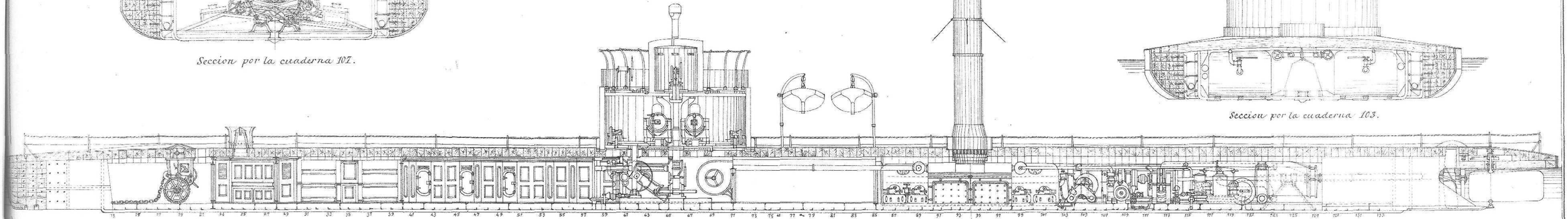
Grabado por J. Pajares.



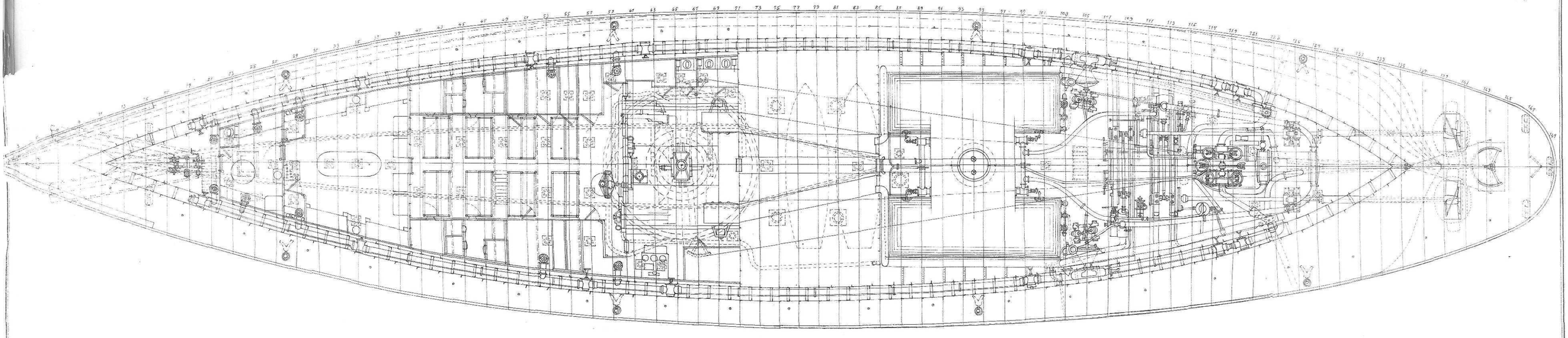
Seccion por la cuaderna 101.



Seccion por la cuaderna 103.

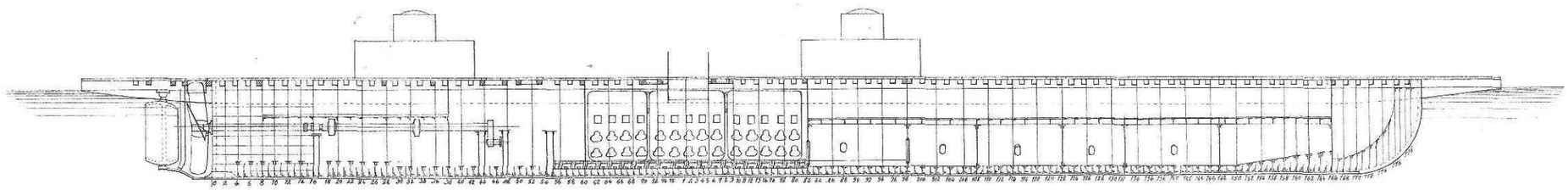


Seccion longitudinal.

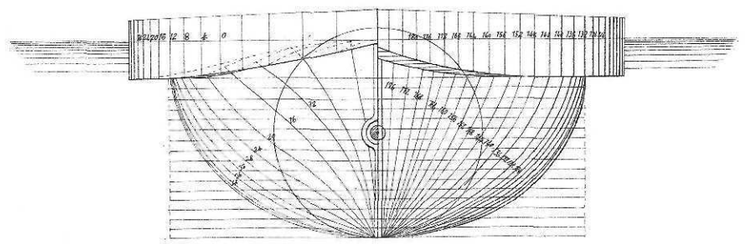


Plano.

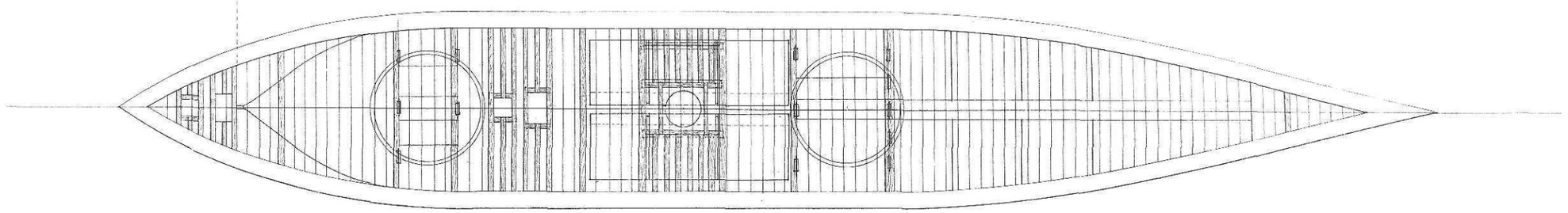
Seccion longitudinal.



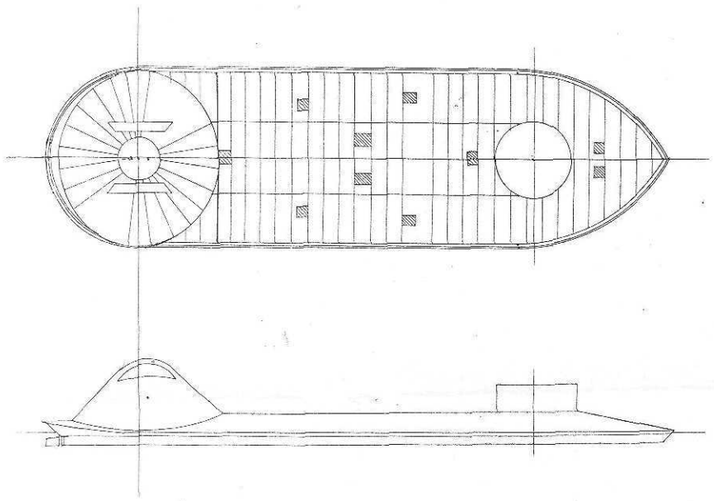
Proyeccion trasversal.

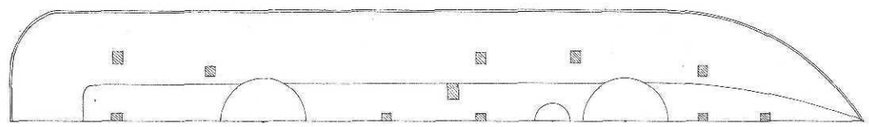


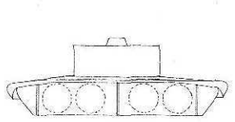
Plano.

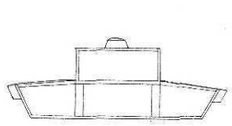


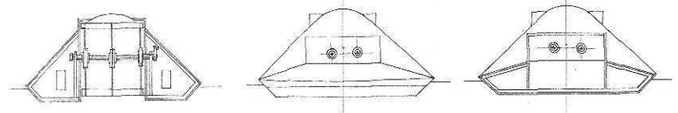
Grabado por J. Pajares.

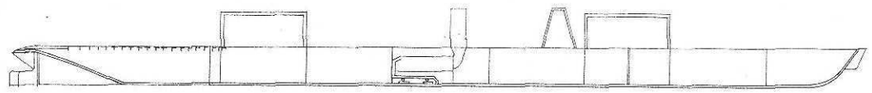


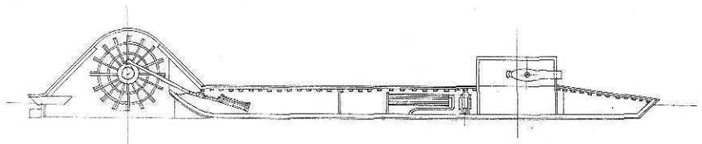


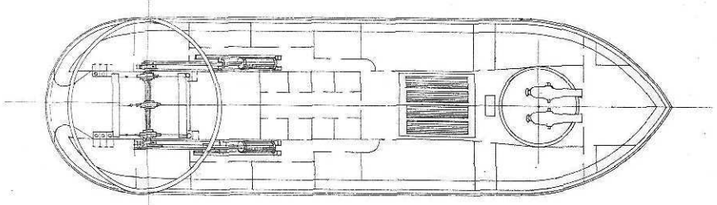


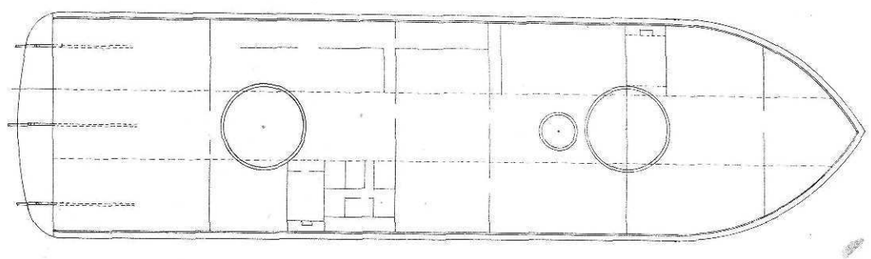












Gº por J. Pujares.

ANTE-PROYECTO

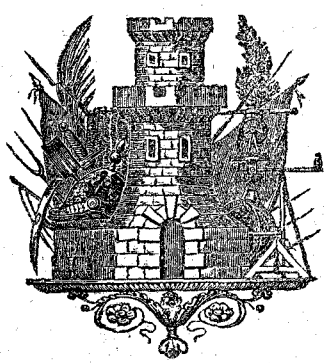
PARA EL

HOSPITAL MILITAR

DE LA PLAZA DE CADIZ,

por el Coronel graduado, Comandante de Infanteria, Capitan de Ingenieros,

Don Rafael Cerero.



MADRID.
Imprenta del Memorial de Ingenieros.

1870.

ANTE-PROYECTO

PARA

EL HOSPITAL MILITAR DE LA PLAZA DE CADIZ.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Entre todos los edificios que requiere la actual organizacion de los ejércitos permanentes, no hay ninguno que exija estudios más detenidos al proyectarlos ni esmero tan prolijo al construirlos, como los hospitales. Y en efecto, si la caridad, nueva virtud proclamada por el cristianismo, ha hecho necesario que se establezca esta benéfica institucion en todas las ciudades de alguna importancia, con el solo objeto de acudir en auxilio del pobre y desvalido, que solo puede vivir con el producto de su trabajo, para devolverle la salud y aliviar sus dolencias cuando no puede proporcionarse los recursos necesarios para ello ó atenderle en los últimos dias de su existencia; en el ejército no es ya la caridad sola la que obliga á atender ó procurar la curacion del soldado enfermo: es un deber de la nacion, por la que aquel se encuentra privado de trabajar en provecho propio y á la que debe sacrificar hasta su propia existencia cuando así lo pida el bien general. Si en cambio de este noble deber, aquella contrae el de atender á sus necesidades durante el tiempo de su servicio, no es preciso gran esfuerzo para comprender con cuánto más motivo y esmero debe hacerlo, si en dicha época ó por causas relacionadas con él pierde su salud.

Las razones espuestas motivaron la creacion de estos edificios militares, desde la organizacion de los ejércitos permanentes; pero como los adelantos que de entonces hasta ahora se han efectuado, tanto en la construccion como en la higiéne, que tan íntimamente está enlazada con la disposicion de los hospitales, son tan considerables; de aquí que todos los que cuentan ya cierto número de años de existencia, reunan á las causas de destruccion debidas á la accion del tiempo, las no menos importantes de una distribucion viciosa y perjudicial en alto grado, al considerable número de enfermos que debe contener alojados en su recinto.

Estos dos defectos se encuentran reunidos en el de esta plaza, y si bien mientras ha sido posible se han atenuado en algun tanto los debidos á las malas condiciones higiénicas, originadas por la época en que se construyó, los de falta de resistencia adquieren ya tal gravedad y hacen indispensable proponer reconstrucciones tan trascendentales, que no podrian justificarse, ni aceptarse, conservando la base del proyecto primitivo. Es, pues, preciso construir un nuevo establecimiento destinado á este servicio, siendo el objeto del actual trabajo presentar las bases preliminares del proyecto, despues de haber demostrado fundadamente la necesidad de ejecutarlo.

No corresponde solo al Ingeniero el estudio de construccion tan delicada, ni debe por consiguiente aceptar la responsabilidad de formular por sí solo su programa, sin que el Cuerpo de Sanidad militar y el de la Administracion contribuyan por su parte, en lo que á cada uno corresponde, á espresar las necesidades diversas que deben llenarse para que el Ingeniero disponga las masas de edificios y los distribuya de la mejor manera posible, con la conveniente economía; pero encargado nuestro Cuerpo de proponer y proyectar todos los necesarios al servicio militar, es evidente que la iniciativa en estas cuestiones debe partir de él, anticipándose á preveer y prevenir los acontecimientos, antes de que por faltar á este debido cuidado, sea pre-

ciso obrar con una rapidez perjudicial al buen éxito del resultado y que impida discutir con toda la calma y reflexion que merece asunto de tamaña importancia, tanto por el crédito que recae sobre el Cuerpo que la tiene á su cargo, siempre proporcionado al resultado obtenido, como por las considerables cantidades que dichas obras exigen y que no deben dedicárseles hasta haber hecho todo lo posible para asegurar el éxito.

Desgraciadamente, la comision creada en 1845 para estudiar y proponer el sistema completo de los edificios militares, se disolvió antes de terminar sus trabajos, siendo precisamente el de los hospitales uno de los que quedaron sin hacer; y no es esta la causa que menos ha contribuido, á que careciendo de los datos tan eficaces que hubiera proporcionado dicho trabajo y que casi podian llamarse oficiales, solo se presente este *anteproyecto* como una consulta sobre las diversas cuestiones que abraza el proyecto de un hospital, para que fijadas definitivamente todas las bases, pueda procederse á la formacion de un proyecto definitivo con mayores probabilidades de acierto.

Diversas y muy importantes publicaciones han aparecido de pocos años á esta parte, tanto en nuestro pais como en el estranjero, relativas á los hospitales. Las unas consideran el problema bajo el punto de vista más general y nos presentan las condiciones que deben tenerse presentes y satisfacerse al proyectar un edificio de este género: otras se limitan á describir uno determinado, analizando de qué modo se han llenado aquellas al ejecutarlo: y por último, el mayor número de ellas, comprende solo el exámen de alguno de los problemas que más ó menos directamente se enlazan con el general.

En la imposibilidad de tenerlas todas á la vista, se ha procurado consultar las más importantes y utilizar la práctica y conocimientos adquiridos en otros paises, que con mayores elementos y recursos han podido realizar ya grandes reformas en estos edificios. Sin embargo, discordes aun en sus ideas las primeras autoridades científicas, con respecto á muchos puntos

importantes, no basta seguir ciegamente una opinion; es preciso estudiar y analizar detenidamente sus razonamientos para adquirirla propia y fundada, que sirva de norma al fijar el programa. Pero esta misma divergencia de pareceres, no puede menos de dejar siempre alguna duda en el ánimo del Ingeniero, y tanto mayor cuanto más prolijas sean las investigaciones que intente para disiparlas; pues solo sirven para hacerle adquirir el convencimiento de que faltan aun muchos datos importantes en el planteo y resolucion de este complicado problema. De aquí tambien la necesidad absoluta de oir los autorizados pareceres de personas competentes que pertenezcan á los Cuerpos encargados de la administracion y direccion de estos establecimientos, para llegar á obtener un programa de comun acuerdo entre los tres Cuerpos, que será la más segura garantía de que el edificio corresponda al objeto para que ha de construirse.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El hospital militar actual de esta plaza, dedicado en su origen á la curacion de los soldados de la armada, empezó á construirse en el año de 1667 durante la menor edad del Rey Cárlos II y siendo Gobernadora del Reino su madre Doña Mariana. La escasez de locales adecuados para situar un edificio de tan vastas dimensiones, hizo fijar la atencion en los terrenos inmediatos á la capilla del Angel, llamados del Campo Santo, en atencion á haber servido de cementerio durante la epidemia que habia reinado en la ciudad hácia mediados del siglo, y por cuya causa se construyó poco despues en aquel parage esta capilla, que si bien en su principio fué de madera, no tardó mucho tiempo en ser reemplazada por otra de mampostería. Pertenecian estos terrenos al Ayuntamiento, el cual no solo los cedió libremente para tan útil fin, sino que contribuyó además

con 22.000 reales de sus propios para la fábrica. Encargóse de su direccion el Veedor general D. Lorenzo Andrés García, dedicando á ella 44.000 reales de que pudo disponer y 5.500 reales que facilitó S. M. No era gran cosa lo que por todos conceptos se habia reunido para obra tan vasta, pues solo ascendia en total á 71.500 reales, cuando se puso la primera piedra en el año indicado. Ignoramos quién fué el autor del proyecto, ni qué reformas sufriria durante la ejecucion, así como tambien qué otros fondos se dedicaron para continuarla, constando únicamente que en el año de 1690, en que se publicó la obra titulada *Cádiz ilustrada* por el R. P. F. Geronimo de la Concepcion, de donde tomamos los anteriores apuntes, es decir, 23 años despues, se habia terminado y utilizaba el piso bajo empezando á construirse el alto; y que S. M. habia tomado á su cargo la terminacion de la capilla del Angel, dedicándola al servicio particular del hospital.

A mediados del siglo XVIII y á propuesta del cirujano de la armada Virgili, creó el Marqués de la Ensenada el colegio de medicina y cirujía de Cádiz, primero que hubo en España, y de donde salieron los profesores que algunos años despues establecieron los de Barcelona y Madrid. Del mismo terreno destinado al hospital y que no se ocupaba para este objeto, se empleó una parte en la construccion de este colegio, como parecia natural, toda vez que, además de las mútuas relaciones que existen siempre entre estos dos establecimientos, ambos estaban destinados para el servicio esclusivo de la armada.

Habiéndose dispuesto por Real órden en 1817, que todos los hospitales que estaban á cargo de la marina, quedasen en lo sucesivo encomendados á la administracion del ejército, se verificó la entrega á este Cuerpo en el de 1822, desde cuya época están confiadas al de Ingenieros, todas las reparaciones y entretenimiento del de esta plaza. No acompañó á dicha entrega la de planos ú otros documentos, de donde pudieran deducirse datos sobre el proyecto primitivo y la historia de su construccion;

además, habiendo sido solo el cuerpo administrativo el que se hizo cargo de él, sin que al de Ingenieros se le diera más que el conocimiento de haberse efectuado, para que se encargase en lo sucesivo de las obras que ocurrieran, los documentos que existen en nuestros archivos, solo nos dan la historia del edificio desde esta fecha.

Por Real órden de 20 de Junio de 1844, se dispuso que se concentrasen en este edificio los hospitales civil y militar, si bien debian establecerse con la debida independencia ambos servicios y entendiéndose que esta concesion solo era en el concepto de provisional, mientras no fueran necesarios para el de la guerra los locales que se cedieron entonces por no ser indispensables, y atendiendo á los beneficios que de ello habian de obtener la poblacion y la provincia, así como tambien la facultad de medicina. En efecto, este colegio, que en 1828 habia dejado de pertener á la marina, igualándose en su organizacion á los de Madrid y Barcelona, fué suprimido en 1843 al declarar facultades de ciencias médicas estos dos últimos. La historia del establecimiento, el primero de los de esta clase fundado en España, y la justa celebridad de que siempre disfrutó, fueron causas de que volviera á crearse al siguiente año, así como tambien que se dispusiera por Real órden de 23 de Octubre de 1845, la cesion á dicha facultad de un local con las mismas condiciones antes espresadas, para que pudiese establecer en él 50 enfermos civiles que facilitasen el estudio de la clínica, en vez de conceder la reunion de los hospitales civiles y militares, segun habia solicitado al volverse á establecer en 1844 como una dependencia de la facultad de ciencias de la Universidad de Sevilla y no habia podido cumplimentarse.

En 11 de Diciembre de 1850, terminadas ya las obras de separacion entre las dos dependencias, así como las de habilitacion de la parte civil, que ambas fueron costeadas por esta y en lo que invirtieron 240.000 reales, se hizo la entrega con las formalidades debidas de la parte alta, que era la que se les

cedia, reservando el piso bajo á las dependencias militares, en atencion á haber manifestado los facultativos en su informe, que era la más adecuada, higiénica y cómoda para el servicio.

Trascurridos cuatro años de estar usando de esta parte del edificio, promovió la Administracion militar una reclamacion para que se le entregase de nuevo todo él, con el objeto de dar mayor amplitud á algunas dependencias y de establecer en el mismo local las provisiones y utensilios, que se iban en lo sucesivo á atender por administracion y no por contrata como hasta entonces habia sucedido. Atendiendo, sin embargo, al poco tiempo que mediaba desde que se concedió el uso del local á la beneficencia, á las cantidades que esta corporacion habia invertido en mejorar no solo lo que utilizaba, sino la del servicio militar, y á que la reclamacion no se fundaba en un aumento del número de enfermos, S. M. tuvo á bien no admitir la propuesta de la Administracion, manifestando en 31 de Julio de 1857 que no consideraba hubiera motivo suficiente para exigir la devolucion.

Se dispuso por Real órden de 6 de Junio 1859, que todos los edificios concernientes á la Administracion militar fuesen reparados y construidos en lo sucesivo por el mismo Cuerpo y en consecuencia de esta órden y de las de 11 del siguiente mes, que señalaba el dia 1.° de Agosto para la entrega de ellos, se dió cuenta de haberse efectuado con las formalidades prescritas, remitiendo las actas é inventarios relativos á ella en 22 del mismo mes.

Los inconvenientes con que en la práctica tropezó la Administracion al tratar de cumplir un servicio para el que no recibe la instruccion que necesita, teniendo que valerse de personas estrañas para llenarlo, fueron causa de que en 1864 se dispusiera por S. M. que volvieran á quedar todos estos edificios á cargo del Cuerpo de Ingenieros del ejército. En 20 de Julio del mismo año, se aprobaron las bases que debian servir para llevar á efecto la entrega. No pudo efectuarse en Cádiz hasta Mayo del siguiente año, por causa de las obras que estaban eje-

cutando, que debian terminar antes de procederse á ella, y de las dificultades que hubo en el momento de formalizarla para presentar los inventarios detallados que exigia. Aun así, fué preciso tomarlo sin estar terminadas todas las obras, por haber resultado inadmisible la cocina económica presentada por el contratista, cuya construccion se dispuso fuese proyectada de nuevo por un Oficial del Cuerpo y ejecutada por el contratista bajo la inmediata inspeccion de aquel, quedando terminada en Julio de 1866, y recibida definitivamente al terminarse el año de estar en uso y haberse demostrado prácticamente sus condiciones de útil servicio, segun estipulaba el pliego de condiciones, lo cual tuvo efecto en 17 de Julio de 1867.

Finalmente, durante la revista de inspeccion que el Excelentísimo Sr. Gobernador militar de la plaza ha pasado en el año actual al regimiento de artillería de guarnicion en ella, tuvo ocasion de examinar detenidamente el estado de este edificio y de sus diversas dependencias, dirigiendo como resultado de ella la reclamacion sobre su mal estado general, del que varias veces ya se ha dado cuenta por esta Comandancia, y sirve ahora de base al presente trabajo.

ESTADO ACTUAL DEL HOSPITAL.

De la reseña histórica que antecede, se deduce que este edificio cuenta ya dos siglos de existencia; si por otra parte se tiene presente el estado de abatimiento y postracion á que todos los ramos de las ciencias habian llegado en España durante la triste época en que empezó á construirse; y si por último se examinan cuáles eran los conocimientos que en ella servian de base, no ya solo en España, sino en toda la Eurupa, para la construccion de los establecimientos de este género, no puede estrañarse la mala idea que se formará cualquiera en nuestros dias, al hacer el más ligero exámen del plano de este hospital.

No fué tampoco más halagüeño el reinado de Cárlos II con respecto al estado de la Hacienda, de lo que á la instruccion pública correspondia; y bien lo demuestra la circunstancia de que para empezar una obra de esta magnitud, solo pudo contarse con 76.000 reales, habiendo procurado que se reunieran fondos por parte de S. M., de la Marina y aun del Ayuntamiento, que ya habia tambien contribuido cediendo gratuitamente el terreno. Las dificultades y paralizaciones que durante su ejecucion hubieran de encontrarse, nos las manifiesta la circunstancia de haberse invertido 25 años en hacer el piso bajo solamente.

Es evidente que una construccion llevada á cabo bajo tan tristes auspicios y con tan escasos recursos, necesitaba considerables y continuas reparaciones que poco á poco hubieran borrado hasta las huellas del primitivo proyecto; pero el estado en que actualmente se presenta, bien claro enseña que solo ha podido atenderse durante este largo período á aquellas imperiosamente reclamadas y que no daban lugar á dilaciones de ningun género. Consecuencia forzosa é inevitable de todo este conjunto de circunstancias, es el estado que hoy se observa en él: á la mala disposicion en que se encuentran distribuidas las masas de edificios que contienen sus diversas dependencias, se une el mal estado de los techos y suelos, y aun algunos de los muros: el de ruina que se observa en otros locales, el apuntalamiento que han necesitado varios y la flexion escesiva y ya alarmante de todas las maderas, por esceder de los límites que permite su elasticidad natural.

NECESIDAD DE CONSTRUIR NUEVO EDIFICIO Y DEMOLER EL ACTUAL.

Al tratar de proponer las reparaciones que ya son de urgente necesidad, se nota en ellas tal importancia, que no es posible

prescindir de analizar, si sumas de tanta consideracion deben aplicarse sin hacer modificaciones en la distribucion interior, y si la diferencia de gastos entre la construccion de un nuevo edificio y las reformas que el mal estado actual exige, es tanta, que pueda justificar aquella propuesta.

Desde luego se ve, que reunidos todos los cuerpos de edificio en grupos mal ordenados, formando crugías triples al rededor de patios pequeños, cuando ni aun las dobles son aceptables para hospitales, sino que las salas de enfermos deben recibir aire y luz por ambos lados, se hace imposible cualquiera idea de reforma partiendo del actual edificio, si se han de atender á las prescripciones higiénicas de una manera razonable.

Por otra parte, conviene que se examine, ya que no con minuciosos detalles, al menos con la suficiente exactitud que proporciona la esperiencia adquirida en esta plaza sobre los precios de las construcciones, si la diferencia entre ambas obras podria justificar el que desatendiéndose todas las condiciones de la higiéne, de la comodidad del servicio, de la índole especial y sagrado objeto á que está destinado este edificio, solo se propusieran las obras necesarias para evitar su ruina, dejándolo despues de terminadas con las mismas condiciones que tenia al empezar á hacerse uso de él en el siglo XVII.

Apreciado por término medio en 100 pesetas el valor de un metro cuadrado de edificacion por piso, sin contar el del solar, puede además suponerse que aquellas se distribuyen bastante aproximadamente entre las diversas clases de obra, con arreglo al estado que á continuacion sigue:

Cimentacion (parte proporcional)..	12'50 por 100
Muros, tabiques, enlucidos, etc..	32'50
Techos y pisos..	25'00
Pavimentos.	7'50
Puertas y ventanas, rejas, etc..	10'00
Gastos diversos..	12'50
	100'00

Dedúcese de aquí, que la diferencia entre la obra nueva y la de reparacion, comprende los valores de las dos primeras partidas ó sea un 45 por 100, que podrá reducirse á un 35 si se tiene en cuenta los materiales que procedentes de la demolicion pueden utilizarse en la nueva fábrica.

La superficie correspondiente á cada enfermo, de la total que requiere el edificio, varía mucho de unos á otros hospitales y depende de diversas circunstancias. El adjunto estado manifiesta las proporciones que existen en los construidos recientemente en

FRANCIA... *Receteil d'établessiments et d'édifices dependant du Departement de la Guerre et d'autres services publiques.—Publiés par le Comité des Fortifications.*

Clermont-Tonerre.	10^{m2},20 por enfermo.
Bayona.	14'76
Saida..	41'50
Aumale.	32'00
Sidi-bel-abbes..	28'37
Vincennes.	30'00
La Riboisiere.	20'00

Adoptando el valor que ofrece la mayor comodidad y conveniencia para el servicio de los enfermos, que es el de 40 metros cuadrados por cada uno, se necesita para el caso de un hospital de 250 plazas de nueva planta, la cantidad aproximada de 1.000.000 de pesetas y podrian economizarse de estos 350.000, limitando las obras á lo que exigen las condiciones de seguridad y prescindiendo de todas las demás.

En vista de estos primeros resultados, la eleccion no puede ser dudosa: el antiguo edificio debe demolerse utilizando de él además de los materiales que produzca esta, la iglesia que quedará en muy buen estado haciendo en ella oportunas mejoras y

los aljibes que son grandes, están bien construidos y solo necesitan ampliar sus dimensiones ó construir otros además de los que hay, para conservar todo el agua que puede recoger la superficie de las cubiertas.

Aun en el caso de que la diferencia entre ambas obras resultára más considerable, se hubiera preferido ya asignar mayor plazo á la edificacion de la nueva, ya reducir en lo posible sus dimensiones, aunque fuera privándole de algunas de sus partes menos importantes, antes que adoptar la idea de invertir cualquier cantidad apreciable en mejorar un edificio que tan poco adecuado es en el dia para el objeto tan importante á que está destinado.

Demostrada la necesidad de proponer un edificio de nueva planta destinado á servir de hospital militar en esta plaza, necesario es proceder al estudio sucesivo de las multiplicadas y diversas cuestiones á que dá lugar tan complicado proyecto.

CONDICIONES DEL LOCAL DISPONIBLE.

Situacion.

La primera que debe abordarse es la de su situacion y como consecuencia de ella, examinar si el local en que se encuentra el actual, satisface, tanto por aquella como por sus dimensiones, á las condiciones requeridas.

Motivo de grandes discusiones fué hace ya algun tiempo, si debian colocarse estos edificios en el centro de las poblaciones ó en los arrabales. Sin embargo, esta puede darse ya en el dia por terminada, estando conforme casi por unanimidad todas las opiniones, en que debiendo prevalecer las condiciones de higiene y salubridad, la situacion es más favorable en los estremos de la poblacion, donde se encuentran aires más puros, los

enfermos están más distantes del ruido y bullicio que reina en el centro de ellas y se puede disponer con mayor facilidad de los grandes emplazamientos que requiere su construccion. En las poblaciones reducidas, no puede presentarse como inconveniente la traslacion de un paciente á largas distancias en casos de urgencia; mientras que en las grandes, las casas de socorros distribuidas en sus diversos barrios, permiten atender con toda eficacia á los que pudieran ocurrir en los parages que siempre habian de quedar distantes del hospital.

Bajo este punto de vista, el local de que aquí se dispone está perfectamente situado; pero aun hay dos circunstancias que dan mayor valor á este emplazamiento y que deben indicarse aunque solo sea de paso.

La primera, que la estremidad de la poblacion á que corresponde es la occidental, precisamente la más solicitada por sus mejores condiciones de salubridad en todos los grandes centros de poblacion, segun ha demostrado el Dr. Junod en una nota presentada á la Academia de Ciencias de Paris en 1857 atribuyendo la causa de este hecho á la presion atmosférica. En efecto, cuando la altura del barómetro es considerable, el humo y las demás emanaciones desaparecen rápidamente en el espacio, pero en el caso contrario quedan suspendidos en la superficie del suelo; y como de las dos direcciones, Levante y Poniente, que son los vientos que aquí predominan, el primero eleva más la columna barométrica, resulta que con los vientos de Poniente las diversas emanaciones que no han podido elevarse y distribuirse á mucha altura en una gran masa de aire, son arrastradas hácia todas las habitaciones situadas al Este, mientras que con estos vientos, elevándose aquellas con prontitud por encima del nivel de los edificios, llegan las masas de aire ya enteramente libres de ellas sobre los situados al Oeste.

La segunda es relativa á las diferencias entre el estado higrométrico de los vientos del E. y O.; á las de sus respectivas intensidades; y á la orientacion que presenta el terreno, para

que estando naturalmente abrigado por los edificios de la poblacion de los del Este, que son escesivamente intensos y secos, sobre todo en el verano, conviene no estar directamente espuestos á su accion y sí á los del Oeste y Noroeste, que siendo producidos por la brisa diurna, refrescan y humedecen la atmósfera de una manera tan agradable, como la modifican en sentido inverso los levantes.

La altura del terreno sobre la baja mar viva, es de unos 12 metros y hasta 2 por debajo de dicho nivel, que existe una capa general de arcilla azul impermeable, en que se asienta toda la isla gaditana; las masas superpuestas las constituyen rocas porosas más ó menos coherentes, depósitos de arena con granos de diversos gruesos y masas de arcilla roja arenisca. Todas estas sustancias, aunque no en igual grado, son suficientemente permeables para que las aguas de lluvia no se estanquen en las inmediaciones del hospital. Por otra parte, la altura ya espresada sobre el nivel de la baja mar y su distancia á las murallas del recinto por la parte más próxima, permitan establecer una atargea general y las trasversales necesarias, á mantener la libre salida de todas las aguas súcias y demás materias, con una pendiente uniforme en las cañerías que no descienda de $0^{m},03$ por metro. Este sistema general de saneamiento, podria ampliarse con tanta facilidad como economía á todo el terreno de los jardines, por medio de tubos cortos de barro cocido puestos al tope, en el caso poco probable de que en toda la superficie del local no se encontrase más que la arcilla roja, y tan escasa de arena, que fuera de temer el encharcamiento del agua en aquellos.

ABASTECIMIENTO DE AGUAS.

Con respecto al abastecimiento de las potables, cuestion tan capital en estos edificios, no proporciona la localidad tan favo-

rables condiciones y como todo el resto de la poblacion, no hay otro recurso que efectuarlo por medio de aljibes. Los ya construidos, que se encuentran en buen estado y pueden utilizarse, tienen una capacidad de 2000 metros cúbicos: pero como la superficie de las cubiertas que han de recogerla es de 5653^{m2} y la cantidad media de agua que se recoge al año es 0^{m},50 llegando en algunos hasta 0^{m},60, pueden acopiarse sobre 3000 metros cúbicos y será preciso hacer otro aljibe para completar la diferencia. Esta cantidad permite contar con un abastecimiento que escede de 30 litros por hombre y por dia, suponiendo siempre lleno el hospital; y si se tiene en cuenta que las empleadas para la limpieza general del edificio, baños y otros usos, puede no ser potable y que de esta existe toda la que se quiera, abriendo los pozos de marea que se consideren necesarios y estableciendo los aparatos elevatorios más adecuados, dedúcese que el abastecimiento de aguas en cantidad y calidad, está completamente asegurado en todo tiempo.

SUPERFICIE.

El local disponible para el establecimiento tiene una superficie de 16.326 metros cuadrados. Sabido es que en todos ellos se necesita dejar una gran parte de terrenos sin edificar, destinados á la colocacion de jardines y paseos que aislen además los edificios del esterior por medio de un muro de cerca. La colocacion de vastas plantaciones entre las diversas dependencias, es una de las condiciones higiénicas de la mayor importancia; pues además del agrado y recreo que con su vista se proporciona al ánimo abatido de los enfermos, todos los séres del reino animal son aparatos oxidantes, que están produciendo constantemente grandes cantidades de ácido carbónico, mientras que los del reino vegetal son reductivos y devuelven al aire que ha servido para nuestra respiracion, la cantidad de oxígeno de que

le hemos privado y es absolutamente indispensable para la vida. De nada serviría, pues, que se establezca la más perfecta renovacion del aire en el interior de las salas de los enfermos, sino se cuida al mismo tiempo de que desaparezcan las causas de infeccion en las masas de él, que rodean al edificio y de donde se ha de tomar el destinado á la circulacion interior.

La capacidad del hospital se ha fijado en 250 plazas, de las cuales 240 para la clase de tropa y 10 para oficiales.

Las disposiciones de la administracion fijan su moviliario actual para un servicio de 170 enfermos solamente: pero si se atiende á que estas pueden variarse constante y repentinamente segun las necesidades de la guarnicion y el aumento ó disminucion que esperimente por diversas circunstancias, no podemos adoptar este dato como tipo máximo; pues además de que la guarnicion actual de la plaza es demasiado reducida para las necesidades del servicio, ocurren siempre algunos casos en que el número de enfermos aumenta mucho en razon á ser este el puerto de partida y regreso de nuestras provincias de Ultramar y á que concurran tambien á él los enfermos procedentes de los cuerpos de la Armada, Carabineros y Guardia civil.

Así pues, contando con el 6 por 100 de una guarnicion de 3000 hombres, de lo que no deberia descender la de esta plaza en tiempos normales, necesita capacidad para 180, quedando 60 locales disponibles, ya para las eventualidades antes indicadas, ya para atender á los casos de epidemia que no tuvieran carácter alarmante y que con frecuencia se presentan, ya tambien para que en caso de un sitio diera tiempo á atender los primeros heridos, mientras se organizaban los hospitales provisionales, indispensables siempre en estas circunstancias estraordinarias y despues al mayor número de enfermos inherentes al considerable aumento de guarnicion, privaciones y fatigas consiguientes á las penalidades de un sitio.

La relacion que se establezca entre las superficies edificadas y descubiertas, puede variar entre límites muy estensos y de-

penderá tambien para una dada, del número de pisos que quiera darse al hospital.

Adjunta se presenta la superficie que corresponde por enfermo en cada uno de los hospitales de que antes se ha hecho mencion, tanto edificada como sin cubrir.

Clermont-Tonerre.	31^{m2},35 por enfermo.
Bayona..	18,84
Saida.	41,65
Aumale.	56,00
Sidi-bel-abbes.	83,10
Vincennes..	113,00
La Riboisière..	82,50

Atendiendo á la superficie total de que puede disponerse y que aun deben construirse en la plaza otros edificios para el servicio de la Administracion, que si bien importa situarlos completamente independientes del hospital, conviene esten en parage inmediato para concentrar todas las dependencias de este cuerpo, se ha tomado un término medio de 56 metros cuadrados por enfermo, con lo cual bastan para el hospital 14.000 metros cuadrados y quedan disponibles más de 2.000 para colocar el servicio de provisiones y utensilios en la parte que se indica rayada sin cruzar en la manzana que comprende el proyecto figura 2.

Podria aparecer quizá más justo, que si en menos de la superficie de que puede disponerse, es posible situar un hospital con todas las condiciones apetecibles, se reservára el local sobrante para que unido al de la facultad de medicina, pudiera la junta de beneficencia construir uno civil, ya que el estado de ruina en que se encuentra todo el edificio les ha de obligar á abandonar forzosamente la parte que ocupan del edificio militar y que las condiciones de este terreno son tan favorables para el objeto. Pero si se tiene presente que en la inmediacion del

mismo, hay otros de idénticas condiciones pertenecientes á la ciudad y denominada la Plaza de las Barquillas de Lope, figura 1.ª, que permite disponer libremente de cerca de 6.000 metros cuadrados, se deduce que ningun perjuicio se hace á esta corporacion, puesto que la necesidad de desalojar el lugar que hoy ocupa es enteramente independiente de la voluntad de las autoridades militares y teniendo necesidad tan solo de una capacidad de 120 enfermos en su hospital, pueden en el terreno de que disponen, contar con una superficie de unos 50 metros por enfermo, que es casi la misma destinada al hospital militar, conviniendo más á ambos establecimientos el encontrarse completamente independientes uno de otro.

DISPOSICION GENERAL.

Clasificacion de servicios.

Examinadas las cuestiones relativas á la situacion y capacidad del hospital, se presenta naturalmente la de su disposicion general. Muchas y de muy diversa índole son las dependencias que exigen estos establecimientos, y así para facilitar su estudio, como para que desde luego aparezcan las ideas de órden, regularidad y sencillez, que tanto contribuyen á facilitar el estudio de cualquier asunto, conviene agrupar todas aquellas que teniendo cierta analogía ó relaciones entre sí, deben colocarse al hacer la distribucion con arreglo á esta base.

Cinco son los grupos más importantes que pueden formarse y abrazan los servicios que á continuacion se espresan:

1.º—Dependencias de los servicios facultativo y administrativo.
2.º—Servicio especial de los enfermos.
3.º—Dependencias generales del anterior.
4.º—Servicio del culto y de difuntos.
5.º—Alojamientos.

PLANTA.

En cuanto á la forma general, muchas han sido las propuestas en diversas épocas: pero como toda aglomeracion de hombres, ya sea permanente ó accidental, ya se verifique en un local cerrado ó al aire libre, altera siempre las condiciones del estado sanitario normal, se comprende fácilmente con cuánta más energía se producirá este resultado en una reunion de enfermos en la que á las emanaciones ordinarias, hay que agregar las especiales de las distintas enfermedades. Así, pues, la consideracion que debe servir de base al análisis de todas ellas, se funda en los datos que nos proporciona la higiene pública y hospitalaria, la cual no ha empezado á adquirir el carácter de ciencia hasta fines del siglo pasado, cuando apoyada en investigaciones estadísticas, se comprendió la gran diferencia que existia entre la salubridad que presentaban los hospitales, comparados con las habitaciones privadas y la necesidad de reducir todo lo posible esta diferencia, si es que deba renunciarse á la esperanza de hacerla desaparecer del todo.

Por estas razones lo que más importa en estos edificios, es proporcionar á los enfermos que se han de alojar en él, una atmósfera abundante y fácil de renovar con aire saludable; condiciones que tendiendo á evitar el contagio y la infeccion, que son las pruebas más evidentes de encontrarse aquella viciada, se enlazan íntimamente con las de las formas y dimensiones de los cuerpos de edificios que los constituyan.

Las mismas causas han hecho desechar las plantas en forma de estrella, de cruz griega ó de cuadrados rodeando un patio central propuestos por

PETIT É IBERTI. { *Memoire sur la meilleure manière de construire un hopital.—Petit.*
Observations générales sur les hopiteaux suivie d'un projet d'hopital.—Iberti.

adoptándose comunmente la de edificios más ó menos aislados entre sí y encerrados en un muro de cerca; pero cuyas comunicaciones y por consiguiente el servicio de los enfermos tendrán una relacion inversa con la de la independencia que á aquellos se dé.

Entre las varias disposiciones de este género que pueden idearse, ha merecido muy singular aceptacion la de un patio principal, en el que se coloquen á derecha ó izquierda ó á ambos lados á la vez, cuerpos de edificios aislados paralelos entre sí y perpendiculares á la longitud de aquel, unidos entre sí por pórticos ó galerías que abracen uno ó más pisos. Presentada y apoyada esta idea por la Academia de Ciencias de París en el programa que formó á fines del siglo pasado esta corporacion, para la construcion del hospital del Norte de dicha poblacion, ha sido despues sostenida y aconsejada por Durand (*Leçons d' architeture*); Rouband (*Des hopitaux au point de vue de leur origine et de leur utilité etc.*); Manzanares (*Informe dado al Excmo. Sr. Ministro de la Guerra sobre el estado del servicio de Sanidad militar en varias naciones de Europa*); Scheidnagel (*Consideraciones sobre las construcciones de los hospitales militares*); Oppert (*Beschreibimg des hospitals La Riboisière in Paris, nebst Bemerkungen über hospitalein richtungen uberhanpt*); y se ha aplicado á la construccion de varios hospitales importantes, entre ellos el marítimo de Clermont-Tonnerre, el gran hospital de Burdeos, el de La Riboisière en París, el de Blacburn en Lóndres, el marítimo de Plymouth, el de San Juan en Bruselas y el de la Princesa en Madrid. Tiene efectivamente esta disposicion un aspecto que encanta á primera vista y parece prestarse con mucha mayor facilidad que ninguna otra, á la más cómoda distribucion y eficaz aislamiento de las diversas dependencias y aun de los enfermos entre sí: pero la esperiencia ha probado que ni es la forma que deba siempre preferirse, ni deja de presentar inconveniente de bastante consideracion.

En efecto, las distancias que hay que recorrer en el interior

del establecimiento son grandes y hacen el servicio difícil y penoso, lo cual es una causa constante de que se haga mal; los patios que separan los pabellones son generalmente muy estrechos para que los rayos del sol puedan ejercer su benéfica influencia, puesto que la sombra de los unos se proyecta sobre los otros á menos de no disponer de una estension de terrenos que no se ha aplicado aun á ninguno; y por último, lo más grave es, que á consecuencia de esta gran superficie que necesita, del escesivo desarrollo de muros de fachadas, de los largos pórticos y numerosas escaleras que requiere, los gastos iniciales de construccion son tan considerables, que en el hospital La Riboisière, cuya capacidad es de 612 camas, cada una ha costado muy cerca de 17.500 pesetas. Es verdad que en este edificio los valores del terreno fueron muy crecidos: pero aun descontada la parte que le corresponde (5.142 pesetas) todavia le queda un total cuya mitad no seria justo proponer para aplicar el sistema al actual proyecto, mucho más cuando su estadística no ha proporcionado hasta el dia ventajas apreciables que solo deban atribuirse al sistema de construccion.

Estos inconvenientes han sido presentados detenidamente por el Dr. Trelat (*Des hospitaux.—Asistence et Higiéne.—Anuaire scientifique publié par Deherain.*—5.eme *anné*—1866) y por el Ingeniero de puentes y calzadas Reynaud (*Traité d'architecture).* Sin embargo, el primero, desatendiendo casi por completo la cuestion del servicio interior, para no atender más que á la mejor manera de llenar las condiciones higiénicas de las salas de enfermos, solo admite para la forma del hospital, la de un edificio rectangular único ó varios iguales paralelos y situados á una distancia de 60 á 100 metros. Pero comprendiendo que de este modo y sin combinar los cuerpos de edificio replegados entre si, no es posible hospitales de grandes dimensiones, propone que solo contengan de 300 á 400 enfermos. Difícil, por no decir imposible, es hacer un proyecto aceptable con estas condiciones y capacidad: y reconociendo todas las ventajas higiénicas

de ellas, no podrán nunca aplicarse más que para los casos á que hizo referencia la Comision inglesa que redactó el informe sobre las condiciones de los cuarteles y hospitales de su ejército, de donde tomó la idea este señor. (*General report of the Comision appointed for improving the sanitary condition of barracks and hospitals*—1861—*by N. H. Burril, Dr. Sutherland and Capt. Douglas Galton.*)

Más razonable Reynaud, manifiesta que la figura rectangular es muy aceptable, siempre que: 1.° uno de los costados esté abierto ó cerrado por edificios de poca elevacion; 2.° que el patio tenga tales dimensiones que la sombra arrojada por uno de los lados no caiga sobre el otro; y 3.° que las salas estén convenientemente orientadas de modo que pudiendo recibir el sol por uno ú otro lado, no queden espuestas á la accion directa de los vientos reinantes. Acepta igualmente la forma de H para los edificios de grandes dimensiones, porque se puede centralizar más el servicio con ella y no exige tanta estension para las diversas salas y dependencias. Esta forma ha sido criticada por presentar dificultades á la renovacion del aire en los ángulos entrantes de los patios; pero si como es muy fácil de conseguir se hace que las salas de los enfermos no lleguen hasta dichos ángulos y los lados esteriores se cierran de modo que no intercepten la circulacion por la parte que convenga, puede adoptarse con ventaja, siempre que se tenga el cuidado de orientar bien las salas de los enfermos y de que los patios no sean de reducidas dimensiones.

Conforme con las ideas de este Ingeniero, creemos que basta combinarlas con los datos locales, que en cada caso particular se presenten relativos á la forma, dimensiones y orientacion del terreno destinado á contener el hospital, para que pueda obtenerse una disposicion general que satisfaga sinó á todas, al menos á las condiciones más importantes; teniendo presente además, que tanto las prescripciones higiénicas como las que se refieren á la facilidad del servicio, concuerdan en que la

subdivision de los cuerpos de edificio se establezca con arreglo á los cinco grupos en que se han clasificado las diversas dependencias.

DISTRIBUCION DE LOS DIVERSOS SERVICIOS.

El terreno de que se dispone en el caso actual, consta de dos cuadriláteros, de los cuales el mayor presenta una superficie de 10.800 metros cuadrados y el menor, unido al anterior por uno de sus lados menores, 3.366.

Regularizada la forma del cuadrilátero mayor, quebrado en tres frentes el lado oblicuo que linda con el paseo de las Delicias y viene en prolongacion de la línea de edificios militares que están situados en este lado de la plaza, se colocan en él los tres primeros grupos de dependencias en la série de edificios señalados con las letras *A*, *B*, y *C*. De estos los *B* son destinados á contener los enfermos y á los cuales por consiguiente debe subordinarse toda la disposicion: su forma general es la de una H, en las que las alas laterales presentan sus fachadas en la direccion N.-S. próximamente, que es la que se conceptúa más adecuada; pues por una parte los vientos Nortes reinan muy pocos dias en todo el año y siempre con poca intensidad, y los del Sur, aunque más frecuentes, sobre todo en el invierno, y los que producen las lluvias, traen siempre aumento en la temperatura. Como por otra parte, los cuerpos de edificios son simples y presentan ventanas en sus dos fachadas, los frios de los Nortes y sus inmediatos, quedarán siempre templados por la accion del sol, que baña la fachada opuesta durante todo el dia, pues que con aquellos vientos la atmósfera está siempre despejada.

En el medio del cuerpo de edificio central, destinado á contener salas pequeñas y en la union de él con las alas laterales, se colocan las escaleras de comunicacion y otras diversas dependencias que despues se detallarán, con lo cual se alejan las sa-

las de los ángulos entrantes que se forman en los patios. Muy fácil hubiera sido suprimir el cuerpo central dejando reducidos á los dos laterales los de los enfermos, pues con solo aumentarles un piso más, de los dos á que se han limitado, crecia su capacidad á mayor cifra de la adoptada. Sin embargo, enteramente de acuerdo con las observaciones del Dr. Tardien (*Dictionaire d'higiéne publique et de salubrité*) y las del Dr. Trelat en el artículo á que ya antes se ha hecho referencia, la cuestion del número de pisos que pueden superponerse para alojar enfermos, está completamente dilucidada por suficientes datos estadísticos, los cuales demuestran, que cuanto menor sea este número se obtienen mejores condiciones higiénicas, por lo cual ofrece menos inconvenientes la solucion adoptada.

La parte dirigida hácia el paseo, recibe directamente desde el mar los vientos del Oeste y Noroeste, que entre ambos reunidos reinan más de la mitad del año y quedaria demasiado desabrigada si solo se cerrára por un muro de cerca: por esta razon se coloca delante el cuerpo de edificio *A*, destinado al primer grupo de dependencias en su piso bajo y al alojamiento de oficiales enfermos en el alto, si bien se ha tenido cuidado de que *no cierren completamente* el patio y que su longitud se encuentre comprendida entre la prolongacion de los muros de fachada interiores de las dos alas laterales para no obstruir demasiado la circulacion del aire en este patio.

Podria parecer que se destinaba para colocar los oficiales una situacion demasiado espuesta; pero si se tiene presente que es la parte que presenta mejores vistas, tanto hácia el paseo, como hácia el mar; que respecto de estos enfermos mucho menores en números y acostumbrados á mayores comodidades es preciso proporcionarles un aislamiento completo del resto del edificio, que les haga notar lo menos posible la falta de la asistencia de sus familias; y por último, si se examina la conveniencia de que los oficiales solos prefieran la asistencia del hospital á la que puedan esperar de un criado, ni se encon-

trará mal elegido el local que se les destina, ni desprovista de fundamento la distribucion que se propone.

Por el lado opuesto del departamento de enfermos que combaten los vientos de Levante, frios en invierno, escesivamente secos y calorosos en verano, é impetuosos casi siempre, conviene cerrar enteramente de modo que se preserve de su accion directa á aquellos: esto justifica la colocacion del edificio *C* destinado al tercer grupo, de modo que se estienda de uno á otro estremo del local, aunque quedando separado por corredores del de los enfermos.

Los dos restantes se distribuyen en el rectángulo pequeño. Forma la parte principal del cuarto grupo la capilla, que conviene sin duda ocupe en el edificio una posicion más central que la que se le asigna en el proyecto. Varias razones se han opuesto á que así se haga: 1.ª La actual capilla puede conservarse haciendo en ella las reformas que despues se indican y por consiguiente no puede variarse su situacion; 2.ª Dispuesto por Real órden de 5 de Noviembre de 1830, que sirviese de Parroquia militar además de ser la capilla del hospital, adquiere por esta circunstancia otro carácter que obliga á darle mayores dimensiones y diversa situacion, algo más aislada del edificio, que si solo tuviera el primer objeto; 3.ª Y debiendo por último ir unidas á ella las dependencias relativas al servicio de difuntos, que conviene esten completamente ocultas de la vista de los enfermos, se consigue con mucha más facilidad este objeto con la posicion que tiene asignada.

En cuanto á los alojamientos de los empleados que forman el quinto y último grupo, ocupan naturalmente el espacio que queda sobrante entre el cuarto y el tercero. Atendiendo al crecido número de ellos que deben vivir en el establecimiento y á la importancia y necesidad de proporcionarles habitaciones que reunan todas las condiciones de salubridad y comodidad que sean posibles, á pesar de la proximidad que naturalmente han de tener con las salas de los enfermos, se ha creido necesario

proponer un sistema de habitaciones, que sinó está del todo conforme con los hábitos corrientes de la localidad para distribuir las habitaciones particulares, ofrece en cambio mayores ventajas para este caso, sin que por esto se aumenten los gastos de construccion.

Deducida la forma de la disposicion adoptada, por el estudio combinado de los datos generales de la cuestion y los particulares de la localidad, se examinarán y detallarán sucesivamente las dependencias particulares de cada uno de los cinco grupos, para llegar á formular el programa completo del establecimiento y la distribucion que se propone.

PRIMER GRUPO.

Distribucion del departamento de Sanidad y Administracion.

En el primer grupo colocado en el piso bajo del edificio *A*, se sitúan, como se ha dicho ya, las dependencias de los servicios administrativo y facultativo, separadas entre sí por las generales que debe haber á la entrada de todo establecimiento de esta especie, las cuales ocupan la parte central, distribuyéndose todas con arreglo á lo que representa la figura número 3 (edificio *A*) y el programa que á continuacion se espresa.

PRIMER GRUPO.

Edificio A.—*Piso bajo.*

Dependencias administrativas y facultativas.

Generales.	1.—Pórtico.
	2.—Vestíbulo.
	3.—Cuerpo de guardia del oficial.
	4.—Id. id. de la tropa.
	5.—Id. id. del Sargento.
	6.—Habitaciones del Conserje.
	7.—Letrinas.
Servicio médico.	8.—Antesala.
	9.—Sala de conferencias y reconocimientos.
	10.—Despacho de los médicos.
	11.—Despacho del Jefe de Sanidad.
	12.—Oficina para el escribiente.
Servicio administrativo.	13.—Antesala.
	14.—Despacho del Comisario Inspector.
	15.—Despacho del Contralor.
	16.—Archivo.
	17.—Despacho y oficinas del Administrador y Comisario de entradas.

SEGUNDO GRUPO.

Distribucion del departamento de los enfermos.

Corresponden al segundo grupo todas las relativas al servicio especial de los enfermos colocados en los edificios *B*, cuya forma general ya se discutió; pero en el que quedan aun muchas cuestiones importantes que dilucidar, relativas á las dimensiones y capacidad de las salas, al sistema de ventilacion que más le conviene y á las piezas accesorias que deben acompañarlas.

Dimensiones de las salas.

Con respecto al número de enfermos que debe contener cada sala, están las opiniones tan discordes que desde 6 á 8 que segun el Dr. Vernois (*Hygiéne industrielle et administrative*) propone, hasta 80 que establece Reynaud como máximo, cada autor puede decirse que tiene una opinion particular sobre este asunto. Para poder decidir con alguna probalidad de acierto en medio de ideas tan confusas, conviene observar que en general deben arreglarse: á la capacidad total del hospital; al número de enfermedades que importa tratar con entera separacion, y á las oscilaciones que ofrezcan las existencias, para que no resulten salas demasiado grandes con muy pocos enfermos. El tratamiento de estos gana reduciendo las dimensiones de las salas y aumentando su número; pero los gastos que se originan son tambien mayores á medida que hay más salas y justo es no desatender ninguna de estas dos circunstancias, que ambas son del mayor interés.

La separacion que más ordinariamente se establece entre las salas de los hospitales y el número de enfermos que á cada una corresponden, se espresan á continuacion:

Salas de cirujía.....	24	por 100	del total.
de medicina.....	34	—	
de venéreo.....	30	—	
de oftálmicos...	6	—	
contagiosas..	6	—	
	100		

Convienen además algunas especiales para los objetos que se espresan á continuacion:

Una de Locos,
otra de Presos
y una ó más de Convalecientes.

La relacion que existe entre la existencia media de este hospital y la capacidad que se le dá es próximamente de 1 á 1'5 y por otra parte las enfermedades contagiosas pueden aumentar en casos dados hasta exigir por sí solas separacion para cuatro ó cinco padecimientos más ó menos leves.

Atendiendo á todas estas condiciones y á las que la forma general adoptada y dimensiones del local imponen, se han adoptado dos tipos de salas; unas de 24 camas de capacidad y otras de 12: de las primeras hay cuatro en cada piso y de las segundas dos, que forman para los dos pisos un total de 12 salas con una capacidad de 240 camas.

De este modo podrá siempre establecerse no solo la suficiente subdivision de enfermedades, sino tambien combinando las grandes entre sí ó con las pequeñas para cada una de aquellas segun el mayor ó menor desarrollo que adquieran, conseguirse que no esté dedicada una muy grande para un número de enfermos demasiado reducido. Además, si se observa que de las doce salas, hay ocho que tienen comunicaciones por sus dos estremidades y que por consiguiente pueden subdividirse por tabiques móviles en dos de las dimensiones que las circustancias de cada caso exijan, se puede deducir que se ha atendido á las condiciones del aislamiento, con toda la predilecion que asunto tan importante exige, sin perder de vista las razonables exigencias de una bien entendida economía.

Las dimensiones que deben darse á cada sala en anchura y altura, así como la longitud de ella que se asigne á cada enfermo, han sido tambien muy detenidamente estudiadas y por fortuna no hay tanta divergencia de pareceres con respecto á los límites entre los cuales pueden variar.

Desde luego se establece como principio universalmente

admitido, que las salas deben ser cuerpos de edificios simples que tengan ventanas por ambos lados, para que además de estar convenientemente iluminadas, pueda renovarse con facilidad y prontitud el aire que contienen: tambien deben rasgarse hasta el suelo y tener bastante elevacion, con puertas de cristales corredizas en sentido vertical, segun el tipo usualmente empleado en todas las de Inglaterra, para poder mantener abierta la parte de la altura inferior ó superior que convengan para la ventilacion natural, atendidas las circunstancias del momento.

Las camas se colocan en dos filas adosadas á los muros longitudinales y los macizos entre ventanas deben tener la longitud necesaria para comprender dos camas y el intervalo que las separa, lo cual exige que no sea inferior á $2^m,70$. La anchura de la ventana comprendiendo los derrames no debe de bajar de $1^m,50$ y por consiguiente los inter-ejes resultan de $4^m,20$: de este modo cada cama se encuentra al lado de una ventana y separada de las dos inmediatas por una parte con un intervalo de $0^m,70$ y por la otra de $1^m,50$, resultando que ocupa una longitud de sala de $2^m,10$.

En cuanto á las dimensiones de anchura y altura, deben determinarse de modo que proporcionen al enfermo el volúmen de aire que ha de rodearlo, para que sus emanaciones adquieran tal grado de dilucion en la masa total, que pierdan toda su influencia perniciosa. Esto sin perjuicio de la renovacion que conviene efectuar constantemente de todo el aire de la sala, más necesaria en estos locales que en ningun otro, pues la causa general que lo vicia donde quiera que hay aglomeracion de personas y no se renueva, se encuentra aquí agravada con las emanaciones debidas á las enfermedades, con la permanencia constante de aquellas en el mismo local, y porque debilitadas con la dieta, el sufrimiento y las privaciones, están más espuestas que cualquier otra á sentir la menor influencia deletérea que esperimenta la atmósfera en que respiran.

No basta tampoco que este volúmen de aire, calculado actualmente en 40 metros cúbicos, término médio por individuo, se proporcione aumentando escesivamente la altura de las salas, cuyo máximo no debiera esceder de 5 metros, porque las emanaciones se trasmiten con mucha más facilidad en sentido horizontal que en el vertical: adoptando, pues, este límite máximo para la altura, la anchura de las salas debe ser $7^{m},50$.

Así pues, si de la cantidad anterior se descuentan $2^{m},00$ correspondientes á la longitud de las dos camas, queda una calle de servicio de $5^{m},50$ entre ambas, que es lo muy suficiente para las necesidades de la circulacion.

Es muy frecuente exigir en los actuales programas de hospitales una anchura de salas de 9 á $12^{m},00$, siendo esta última la señalada para los civiles. El objeto de aumentarla hasta estos límites, es colocar en los casos de grande afluencia una fila de camas con el primero y dos con el segundo; pero si bien mientras no llegue este caso los enfermos tienen mayor cantidad de aire que la marcada en el que se ha adoptado, lo cual es sin duda preferible, tienen en cambio mucho menos cuando se establecen las filas intermedias: además, estos enfermos están mucho peor colocados, no participan de la vista esterior que proporciona la inmediacion de las ventanas, están mucho más espuestos á las corrientes de aire y las salas presentan un aspecto desagradable; prescindiendo de que con estas dimensiones no es ya posible hacer los suelos sin puntos de apoyo intermedios y las salas del piso bajo tendrian este otro inconveniente.

Calculada ampliamente la capacidad del hospital para que nunca sea preciso recurrir á colocar más de dos filas de camas en cada sala, es muy preferible no esceder de los $7^{m},50$ adoptados, dimension aconsejada por el General Morin (*Etudes sur la ventilation*) y justificada con los ejemplos que presentan los hospitales recientemente construidos de Vincennes, Aumale, Sidi-bel-abbes y Saida, mientras que el de La Riboisière—mo-

delo de lujo—solo tiene $8^m,50$ y el gran hospital militar de Bayona $6^m,5$ en salas dobles.

VENTILACION DE LAS SALAS.

Llegamos á la cuestion de ventilacion, que quizá es de las más árduas que comprenden estos proyectos, pues siendo la que más preocupa en la actualidad, tanto á los Médicos como á los Ingenieros, y habiéndose invertido en estos últimos años crecidas sumas en aplicar vastos y complicados sistemas en muchos edificios de diversa especie, los cuales han sido objetos de multiplicadas y detenidas esperiencias, y fundadas las deducciones de cada autor y observador en datos teóricos y prácticos á la vez, son tanto más injustificables las divergencias que se encuentran en sus opiniones, cuanto difícil el poder decidir á cuál corresponda definitivamente la ventaja y desenredar la tremenda confusion que produce tan gran variedad de conclusiones.

Datos preliminares sobre el clima de la localidad.

Enlazada naturalmente la ventilacion con el estudio de los medios que á ella se unen, para dar al aire el grado de temperatura conveniente á las diversas épocas del año y condiciones de la localidad en que se ha de aplicar, natural parece que antes de abordarla, se presenten algunos datos acerca de las especiales del clima de esta plaza, que sirvan de preliminares á dicho estudio.

Con respecto á la temperatura, elemento el más importante y que casi por sí solo caracteriza el clima, puede decirse desde luego que el de Cádiz es dulce y templado hasta tal punto, que solo puede compararse con el celebrado de Niza. El termóme-

tro centigrado no llega nunca á cero, aun en los inviernos más crudos, ni en el verano escede de 33° en las máximas temperaturas.

La média de las cuatro estaciones está comprendida en el adjunto cuadro, que contiene además las máximas y mínimas para hacer ver cuán poco se separan ambas de aquella.

	Temperatura média.	Máxima.	Mínima.
Verano.	23°,83	32,30	16,60
Invierno..	10,96	17,00	5,30
Primavera.	16,30	23,00	10,00
Otoño.	18,70	25,30	11,60

El tránsito desde la mínima del año en el invierno hasta la máxima del verano, se hace de una manera regular y continua, sin que haya nunca cambios bruscos, pues como demuestra el adjunto estado mensual, las variaciones médias entre cada dos meses consecutivos, no esceden de dos á tres grados.

MESES.	Temperatura média.	Máxima.	Mínima.
Enero.	11,°00	17	5
Febrero.	10,50	17	4
Marzo.	14,00	19	7
Abril.	16,00	23	10
Mayo.	19,50	27	13
Junio.	22,50	31	15
Julio.	24,00	33	17
Agosto.	25,00	33	18
Setiembre.	22,00	30	15
Octubre.	19,40	26	11
Noviembre.	14,80	20	8
Diciembre.	11,40	17	7

Condiciones tan favorables y escepcionales en la marcha de la temperatura, no pueden menos de ejercer una inflencia muy beneficiosa en la curacion de las enfermedades y de constituir un clima escesivamente provechoso á las personas que padecen del aparato de la respiracion, para los que son tan perjudiciales los cambios bruscos de temperatúra.

La pureza del aire, no es menos notable que la marcha de temperatura. Las constantes variaciones que esperimentan los vientos en su direccion y el avanzado emplazamiento que ocupa hácia el mar la poblacion, hacen que la atmósfera se renueve incesantemente con aires siempre puros. Los vientos del Sur y sus inmediatos, que son los que producen los dias cubiertos y las lluvias, tienen la ventaja de que proviniendo de la corriente

ecuatorial, dan un aumento de dos ó tres grados sobre la media atenuando los efectos de la falta del sol; mientras que los del Norte y colaterales, que son los que producen más frio en el invierno, reinan siempre con tiempo despejado y permiten al sol calentar perfectamente las habitaciones que baña y están resguardadas del aire, pues el termómetro marca, espuesto á su influencia, un esceso de temperatura de 25°, término medio sobre la que señala á la sombra.

Las borrascas del invierno ni son muy frecuentes, ni demasiado intensas, pues casi todas las que invaden las costas occidentales de la Europa, procedentes del Océano Atlántico, lo efectúan por las costas inglesas y al aproximarse á las nuestras, marchando hácia el Sudeste, son divididas por los Pirineos en dos de menos intensidad, de las cuales una alcanza á esta localidad y la otra va á parar al golfo de Lyon, segun demuestra el estudio diario de la atmósfera de Europa cortada por las líneas isobáricas.

Las tormentas y tronadas son casi desconocidas en la localidad y á pesar de estar rodeada de aguas en casi todo su perímetro, apenas hay en el año 10 dias de nieblas, que siempre disipa el sol antes de llegar al meridiano.

Los dias de lluvia pueden conceptuarse que son unos 100 al año y se distribuyen aunque no con uniformidad, en las estaciones del otoño, invierno y primavera. Igual número de dias pueden suponerse completamente despejados.

Las observaciones del psicrómetro indican bastante variacion, tanto en las estaciones estremas como en una misma, segun la direccion del viento: así, mientras que en invierno son raros los dias que la humedad relativa desciende de 60, variando por lo regular de 70 hácia arriba segun predomine la corriente ecuatorial ó la polar, en verano desciende de una manera notable hasta llegar á 25, cuando reinan continuadamente los fuertes levantes. En verdad no son muchos estos dias, pues solo se llega al límite indicado, despues de reinar por espacio de varios seguidos aquel

viento; pero de todos modos es muy sensible su influencia, pues existe siempre una diferencia de 20 por 100 próximamente en la humedad relativa de la atmósfera, segun que el viento venga de la parte de tierra ó soplen las frescas y agradables brisas del mar del O. y NO.

La vegetacion en el espacio que abraza la poblacion es casi nula, encontrándose esta encerrada en una superficie muy reducida para los habitantes que contiene y rodeada de agua por todos lados. Los escasos terrenos de Puerta de Tierra están muy batidos por los vientos de Levante, que queman todas las plantas por la rápida evaporacion que producen ellas, falta de precauciones para evitar sus perniciosos efectos y escasez de aguas de riego de buena calidad. En los pueblos que rodea la bahía y los inmediatos, son ya muy distintas las condiciones de la vegetacion, aunque no pueda encontrarse la estremada variedad que ofrecen otras comarcas, en que los relieves del terreno no presentan la uniformidad y poca elevacion relativos á los de esta plaza y sus contornos.

Consecuencias.

De los ligeros apuntes que acerca de este clima se acaban de presentar, se deduce que si bien el problema de la ventilacion es de grande interés y se requiere proporcionar los medios de darle mucha intensidad en algunos meses del año, en cambio puede prescindirse de la necesidad de calentar el aire puro antes de introducirlo en las salas de los enfermos, lo cual no solo simplificará estraordinariamente la disposicion de los aparatos que se adopten para aquella, sino que reducen á una cantidad insignificante los gastos considerables que exige su entretenimiento en otros paises. En cambio es preciso no olvidar los medios de aumentar la humedad relativa del aire en algunos dias de verano.

Sistemas de ventilacion ensayados.

Los sistemas de ventilacion artificial ó forzada, aplicables á los edificios, pueden clasificarse en dos grupos principales.

El 1.° consiste en aspirar el aire viciado de las habitaciones, bien por chimeneas, bien por aparatos especiales y proporcionar convenientemente orificios de admision para el aire puro.

El 2.° en inyectar en las salas por medio de ventiladores el aire puro, estableciendo los conductos adecuados para que la salida del viciado se efectúe con libertad.

Combinados estos dos con los sistemas de calefaccion por el vapor, el agua caliente ó los caloríferos, se originan los diversos medios que recientemente se han aplicado en los hospitales franceses.

Entre ellos los más interesantes son los de los hospitales La Riboisière, Beaujon, Necker, asilo Imperial del Vesinet y hospitales militares de Vincennes y Gros-Caillon.

En el primero de estos hospitales, se han aplicado dos sistemas distintos en cada mitad del edificio, despues de un concurso que dió lugar á grandes discusiones para adoptar el más favorable: en una mitad se empleó la aspiracion por medio de una chimenea, calentándolo por la circulacion de agua caliente (sistema Duvoir) y en la otra mitad se renovó por medio de un ventilador y se combinaron las estufas de agua con el vapor para caldearlo (sistema Thomas Laurent y Grouvelle). El estudio comparativo de ambos ha dado lugar á esperiencias y apreciaciones diversas sobre sus méritos respectivos, consignados principalmente en las memorias de Grassi (*Etude comparative de deux systémes de chauffage et ventilation établis á l'hopital La Riboisière*); de Leon Duvoir (*Notes en réponse á une these de Monsieur Grassi sur los procédés de chauffage et ventilation em-*

ployés á l'hopital La Riboisière) y en la obra del General Morin (*Etudes sur la ventilation*).

En los hospitales Beaujon y Necker se ha ensayado la renovacion del aire por medio del ventilador Van-Hecke, obrando ya como medio de aspiracion, ya como inyeccion y combinado con caloríferos de aire caliente, para elevar la temperatura en el interior de las salas: sistema que ha sido analizado en varios artículos publicados en los *Annales d'hygiéne publique* y en la obra ya citada del general Morin.

En el hospital militar de Vincennes, como resultado del concurso á que se citó para establecer el mejor sistema de ventilacion y calefaccion, se adoptó para una parte del edificio la aspiracion por una chimenea general con hogar inferior, haciendo afluir á él todos los conductos de salida del aire de las salas y calentando el aire por circulacion de vapor (sistema Grouvelle, Chevalier y compañía) y para la otra parte efectuando la aspiracion por la superior de la chimenea y calentando el aire con caloríferos, sistema empleado tambien en el hospital Gros-Caillon, descritos en la obra mencionada del General Morin y en la publicada por el Comité de fortificaciones titulada: *Recueil d'etablissement et édifices dependant du departement de la Guerre.*

La multitud de esperiencias y observaciones recogidas en todos estos edificios, han permitido establecer ya cierto número de principios fijos, que deben servir de base al establecer un proyecto de ventilacion, cualquiera que sea el sistema adoptado, los cuales pueden reducirse á los siguientes:

1.° El punto elegido para la introduccion del aire puro, puede ser cualquiera de los que rodean al edificio, teniendo cuidado que no sea próximo á aquellos parages que naturalmente presentan emanaciones perjudiciales y no ofreciendo ventaja alguna el efectuarlo por medio de una chimenea especial para tomarlo á gran altura.

2.° Los orificios de admision del aire puro en las salas, de-

ben situarse lo más lejos posible de los enfermos, para que se renueve todo el que aquellas contienen y lleguen á envolverlos con muy poca velocidad, de modo que apenas sean perceptibles las corrientes.

3.° Los orificios de salida deben estar lo más próximo posible á las camas de los enfermos ó focos de infeccion, con el objeto de que salga de las salas recorriendo el camino más corto y sin que se establezcan corrientes de aire viciado, en las que puedan cómodamente instalarse los enfermos que esten levantados y anden por las salas.

4.° Las dimensiones de ambas séries de orificios, deben determinarse por la condicion de que pueda suministrarse á cada enfermo la cantidad de 70 metros cúbicos por hora, con facultad de poderla elevar hasta 100, cuando circunstancias escepcionales lo exijan, ya por la diferencia de energía que presenta la ventilacion de invierno con la de verano, ya por causas de epidemias: y teniendo en cuenta que la velocidad de admision no debe esceder de $0^m,50$, la de salida de $1^m,00$ por segundo y el número de ellos no bajará de uno de los de cada especie por dos enfermos.

Eleccion del sistema que conviene al caso actual.

Con respecto al sistema que deba elegirse, sin prentender dar una opinion definitiva que fije las ventajas decisivas de uno de ellos sobre todos los demás, para lo cual no parece que hay aun los suficientes datos; y atendidas las simplificaciones que las condiciones locales ponen al problema, debe merecer la preferencia el de aspiracion por medio de una chimenea con hogar inferior, adonde afluyan todos los conductos de evacuacion, arreglándose en cuanto á los detalles á las reglas prescritas por Péclet, Gronvelle y Morin (*Traité de la chaleur considerée dans*

ses applications, articulo *Ventilation* del *Dictionaire des arts et manufactures.—Etudes sur la ventilation*).

A pesar de la conveniencia reconocida de la ventilacion artificial, creen muchos que no pueden compararse bajo el punto de vista de la salubridad que proporciona en las salas y la pureza del aire renovado, con la producida por la ventilacion natural, cuando es posible emplearla. Como las condiciones de este clima lo han de permitir casi todos los dias en algunas horas de la mañana, se ha tenido cuidado de que las salas principales queden orientadas en la direccion Norte-Sur para que reciban sol por la fachada del Mediodia, mientras que estándolo las pequeñas en la de Este-Oeste, lo tendrán por una de ellas antes de las doce y por la opuesta despues. Todas ellas desembocan ó á los patios cuyas dimensiones $57^{m},00 \times 37^{m},00$ y $52^{m},00 \times 26^{m},00$ permiten mantener en ellos jardines, ó á los paseos laterales plantados de árboles, donde los convalecientes pueden hacer ejercicio, eligiendo el lado que ofrezca más abrigo segun la direccion del viento.

Diversas dependencias del departamento de los enfermos.

Además de las salas, necesita este grupo otras dependencias, que son: Cuartos para aislar los enfermos que, bien por su estado de gravedad, bien por tener que sufrir alguna operacion, no deben permanecer á la vista de los demás; otros para los cabos de sala encargados del régimen y cuidado de cada una; otros para contener los efectos de la limpieza, y además de las escaleras y corredores que sirvan para ponerlas en comunicacion unas con otras y con las dependencias generales, las letrinas que deben satisfacer á la doble y difícil condicion de estar próximas á las salas y no comunicarles mal olor.

Para colocarlas, como ya antes se dijo, se han dispuesto en el centro de cada una de las tres líneas de salas, un pabellon

cuadrado que contenga las relativas á las dos colaterales; y respecto de las letrinas, además de dotarlas de una ventilacion enérgica, parece que no debe prescindirse de hacerlas inodoras, interponiendo una cápa de agua que cierre herméticamente la comunicacion entre los conductos de bajada y los asientos, con cuyas precauciones y un esmerado cuidado en su limpieza diaria, es indudable que puede conseguirse el hacer desaparecer completamente todo olor hasta en los mismos cuartos.

Distribucion.

En atencion, pues, á todo cuanto se acaba de esponer, la distribucion de este segundo grupo se ha efectuado con arreglo al siguiente programa y á lo representado en la figura 3.

SEGUNDO GRUPO.

Edificio B.—*Pisos bajo y alto.*

Servicio especial de los enfermos.

Pabellones centrales.	1.—Corredores de paso. 2.—Escaleras. 3.—Cuartos para los cabos de sala. 4.—Cuartos para aislar un enfermo. 5.—Letrinas.
Alas laterales.. . . .	6.—Salas para 24 enfermos.—8 salas.
Alas del centro. . . .	7.—Salas para 12 enfermos.—4 salas. 8.—Pasos de comunicacion.

En cuanto á los oficiales colocados segun se espresó en el piso alto del edificio *A* con absoluta independencia del resto de los enfermos, se ha hecho la distribucion con arreglo al pro-

grama especial que á continuacion sigue; y al plano que está señalado con el número 3.

SEGUNDO GRUPO.

Edificio **A.**—*Piso alto.*

Oficiales.

9.—Escaleras.
10.—Vestíbulos y corredores.
11.—Sala de Oficiales.
12.—Cuartos aislados para Jefes.
13.—Corredor.
14.—Comunes.
15.—Baños.
16.—Cocina.
17.—Ropería y efectos diversos.
18.—Criados y enfermeros.

TERCER GRUPO.

Dependencias generales.

Las dependencias generales del servicio de los enfermos que constituyen el tercer grupo, pueden recibir dos disposiciones diferentes; ya distribuyéndolas en los pisos bajos de los edificios de aquellos, ya colocándolas en otros especialmente dedicados á ellas. Se ha optado por la segunda, en atencion á que los pisos bajos pueden utilizarse con las mismas condiciones de salubridad que los altos, si se adoptan las convenientes disposi-

ciones al efecto, siendo además muy oportuno tener salas bajas en un hospital militar de una plaza de guerra, para situar en ellas los heridos en casos necesarios, haciéndoles padecer lo menos posible al trasportarlos é instalarlos. Por otra parte, los diversos accesorios de que se compone este grupo, permite que se distribuyan en dos pisos sin inconvenientes ni molestias para el servicio, y además se reune la ventaja de que todos los empleados en ellas estén situados con más independencia y aislamiento de los enfermos. La única precaucion que conviene no olvidar, es la necesidad de dejar establecida una comunicacion á cubierto entre ellas y las salas de enfermos, tanto para que estos queden debidamente atendidos, principalmente en la distribucion de alimentos y en poder trasladarse fácilmente á las salas de baños, como tambien en las otras varias atenciones del servicio, que no por ser menos imperiosas dejan de ser atendibles. Para llenarla de una manera satisfactoria, se ha proyectado el rodear todo el patio interior del parterre con un corredor que abrace sus cuatro lados, apoyado en columnas de hierro para el piso bajo, y sosteniendo con tornapuntas la cubierta superior, á fin de que presente el menos obstáculo posible al paso de la luz y renovacion del aire, sin perjuicio de ofrecer la suficiente proteccion contra el agua y el sol.

Teniendo presente las dependencias que pueden referirse á este grupo en los diversos modernos hospitales, de los que se ha hecho ya referencia en este escrito, y consultadas tambien las necesidades del de esta plaza, se ha formado el programa que sigue á continuacion, distribuido como manifiestan la figura 3.ª para el piso bajo y la figura 4.ª para el alto.

TERCER GRUPO.

Edificio C. — *Pisos bajos y altos.*

Dependencias generales.

	Generales.	1.—Pasos de comunicacion.
		2.—Escaleras.
		3.—Letrinas.
Piso bajo.	*Cocina.*	4.—Cocina.
		5.—Comedor } de los empleados.
		6.—Dormitorios } de los empleados.
	Despensa.	7.—Despensa.
		8.—Despacho.
		9.—Cuarto del despensero.
		10.—Almacen de combustible.
	Baños.	11.—Entrada.
		12.—Sala de baños.
		13.—Cuartos para baños minerales.
		14.—Caldera para agua caliente.
	Lavaderos.	15.—Lavadero y colada.
		16.—Planchado y doblado.
		17.—Ropa súcia.
		18.—Cuarto del encargado.
		19.—Secadero de aire caliente y departamento de combustibles.
	Ropería.	20.—Almacen bajo de camas y colchones.
Piso alto.	*Ropería.*	21.—Almacen alto de camas y colchones.
		22.—Entrada á la ropería.
		23.—Almacen de ropa blanca.
		24.—Cuarto de las costureras.
		25.—Almacen de la ropa de los enfermos.
		26.—Cuarto del encargado.
		27.—Ropa de contagio y fumigaciones.
	Farmacia.	28.—Entrada.=29.—Botica.
		30.—Laboratorio.=31.—Almacen de drogas.
		32.—Despacho del Farmacéutico.
		33.—Cuarto del ayudante de guardia.
	Destacamento de sanitarios.	34.—Dormitorio.=35.—Cuarto de aseo.
		36 y 37.—Sargento.=38.—Comedor.
		39.—Cocina.=40.—Almacen.
	Alumbrado.	41.—Repuesto de los efectos de alumbrado.

CUARTO GRUPO.

Servicio del culto y de difuntos.

Ya se dijo antes que la iglesia destinada al servicio del nospital, no ocupaba una situacion muy adecuada con respecto á la disposicion general adoptada, porque debiendo estar siempre colocados bajo el patrocinio de la religion á que deben su orígen los establecimientos de este género, es evidente que á la capilla corresponde un lugar más céntrico y más próximo á los enfermos. Se espresaron tambien las causas que se opònian á que esto pudiera llevarse á efecto, puesto que siendo además Parroquia Castrense y utilizable lo construido, preciso era adaptarlo tal como existe. Pero este mismo doble objeto que llena este templo, exige que se hagan en él reformas de alguna consideracion para dotarlo de todos los accesorios que le faltan y tambien para decorarlo de una manera que no contraste como hoy sucede, cuando se compara con los demás edificios de la poblacion dedicados al culto, de un modo tan desfavorable, no solo por el alto objeto á que está consagrado, sino tambien por el prestigio que dá indudablemente al ejército el demostrar que atiende con el esmero debido al que le sirve de parroquia.

Las dependencias de la iglesia, se colocan rodeándola por el lado de la fachada lateral que mira hácia la calle y la de la espalda; las relativas al servicio de difuntos ocupan el otro frente que se encuentra colocado en un pequeño jardin, que contribuya á purificar el aire alrededor de la sala de autópsias y depósito de cadáveres; quedando ambas dependencias ocultas completamente de la vista de los enfermos y del público. Todos estos edificios que rodean la iglesia adosados á ella,

tienen solo el piso bajo que no imposibilita la colocacion de las ventanas altas que la iluminan.

No habiendo nada dispuesto en los Reglamentos del servicio de hospitales sobre las hermanas de la Caridad, tampoco se ha creido que se debia disponer local para alojarlas, y en el caso de haberlo, convendria estuviese enlazado ó próximo al servicio religioso. Ocurre, sin embargo, observar con respecto á esta omision, que además de todas las personas que requiere la direccion y administracion de los hospitales, así como el cuidado de los enfermos, hay cierta clase de servicios, relativo tanto á dichos enfermos como al edificio, que solo pueden confiarse á la mujer, por la naturaleza especial de su organizacion y aun por su educacion. La vigilancia de los trabajos diversos que exige la limpieza de todo el edificio, y muy particularmente la de las salas y camas de los enfermos, son objetos de atencion muy preferentes, para que no se procure mantenerlos á una gran altura por todos los medios posibles; y no es necesario detenerse siquiera en hacer ver cuán diferentes resultados produce el cuidado de los hombres á quienes se confia este servicio, con el que se obtiene encargándolo á hermanas de la Caridad. Por otra parte, los dolores físicos y las enfermedades, destruyen la energía moral y material de todo el que padece, y más aun en los jóvenes, como son todos los que concurren á los hospitales militares. Bajo este punto de vista, el soldado enfermo privado de los auxilios y afecciones de los suyos, necesita tener constantemente á su cabecera quien reemplace á la familia que consuela, á la amistad que aconseja y quien le presente las máximas de la religion que sostenga sus fuerzas y aliente el ánimo abatido.

Tan penosas, difíciles y delicadas funciones, esclusivamente fundadas en la caridad y abnegacion, solo pueden cumplirse con éxito por las que pertenecen á las órdenes religiosas especialmente consagradas al cuidado de los enfermos. Demostrando la esperiencia de muchos años los buenos resultados que pro-

duce el confiarles esta parte del servicio, y observando el notable contraste que ofrecen las dos partes del edificio de esta plaza, dedicada la una al hospital civil y la otra al militar, parece justo no pasar sin reclamar esta mejora en la asistencia del soldado enfermo, tan acreedor por lo menos á disfrutar de los beneficios que tienen los pobres concedidos en estos establecimientos de caridad.

Las diversas dependencias de que consta este grupo son las siguientes:

CUARTO GRUPO.

Edificios D.

Servicio del culto y de difuntos.

Culto. . . . .
1.—Iglesia.
2.—Sacristía.
3.—Cuarto del sacristan.
4.—Almacen.
5.—Escaleras al coro y campanario.
6.—Despacho del cura.
7.—Archivo.
8.—Despacho del Teniente cura.

Difuntos. . .
9.—Sala de autópsias.
10.—Cuarto de piezas anatómicas.
11.—Depósito de cadáveres.
12.—Cuarto del encargado.

QUINTO GRUPO.

Alojamientos.

Comprende el último grupo los alojamientos de los diversos empleados afectos al servicio del hospital, y escusado parece el detenerse en demostrar la utilidad y conveniencia de que todos

tengan su casa en el mismo local, y más cuando los demás militares de la guarnicion de la plaza disfrutan de las que el Estado les proporciona gratuitamente.

El emplazamiento que en el plano se les señala en los edificios *E*, comprendidos entre el *C* y el *D*, hubiera sido preferible poderlo elegir más independiente, para que las comunicaciones entre este último y el hospital no se verificáran á través de aquellos; en la imposibilidad de hacerlo así, porque las circunstancias locales no lo permiten, se han subdivido para que evitando del mejor modo posible este inconveniente, resulten tambien con absoluta independencia las habitaciones de cada empleado, sustituyendo á la forma ordinaria de las casas en esta ciudad, cuya distribucion siempre se subordina al patio central, la de pequeñas casas aisladas entre sí por medio de calles.

Nueve son los empleados que deben alojarse en estos pabellones, á saber:

1.°—Jefe de Sanidad.
2.°—Comisario inspector.
3.°—Contralor.
4.° y 5.°—Dos médicos.
6.°—Administrador.
7.°—Farmacéutico.
8.°—Cura de la Parroquia y capilla.
9.°—Teniente cura.

De estos, los tres primeros, como Jefes y personas ya de alguna edad, es lo natural suponer que tengan familia más ó menos numerosa y necesiten casa más capaz: los seis restantes, ya por el carácter especial de su profesion, ya por su categoria y edad, deben considerarse como solos; por consiguiente, se han formado dos tipos de habitaciones, cuyos programas se ponen á continuacion:

Programas.

Número 1.	Número 2.
Vestíbulo.	Vestíbulo.
Sala.	Sala.
Despacho.	Una alcoba.
Cuatro alcobas.	Una idem para criado.
Dos idem de criados.	Comedor.
Comedor.	Cocina.
Cocina.	Retrete.
Retrete.	

Se han distribuido en tres cuerpos aislados de edificios de dos pisos de altura, separados entre sí por calles de $8^{m},00$ de anchura, por una de $5^{m},00$ que los aisla del edificio *D* y adosados á la tapia que cierra el patio de las cocinas y lavadero. La mitad de cada cuerpo de edificio, forma un pabellon con arreglo al programa número 1, comprendiendo los dos pisos segun se ve en la figura 5, para los señalados con los números 1 y 2. Los demás, distribuidos segun el segundo programa, comprenden solo un piso como manifiestan los números 5 y 6, en los que se ha tenido cuidado de aislar el vestíbulo y la escalera, dando á cada uno su puerta de entrada respectiva para dejar enteramente independientes los dos pisos.

Las comunicaciones de los pabellones con la via pública, se efectúan sin tener necesidad de entrar en el hospital, por la calle que los separa del edificio *D*. Pueden dirigirse tambien á este sin necesidad de salir á aquella, para lo cual se colocan puertas en la tapia que linda con el patio de las cocinas; y por último, la comunicacion del hospital con el edificio *D*, se efectúa por la última de las calles comprendidas entre los pabellones números 5 y 6 y la pared medianera de la Facultad de medicina, en la

que no habiendo puerta de servicio para ninguno de ellos, puede aislarse de la calle de entrada, colocando una tapia en prolongacion de la pared de fachada hasta llegar á la que cierra el jardin de la iglesia.

Los cuerpos de edificios son dobles, y por consiguiente todas las habitaciones reciben luz directa de las diversas calles, sin haber tenido necesidad de emplear las que pueden obtenerse de los muros de testero más que para los retretes. Por consiguiente, la importante condicion de dar luz y ventilacion conveniente á estas habitaciones, ha quedado mejor satisfecha de lo que pudiera conseguirse colocándolas en un gran edificio de patio central, obteniéndose á la vez mayor independencia y comodidad en cada pabellon, sin que los gastos que origine en su construccion se aumenten de una manera apreciable.

SISTEMA DE CONSTRUCCION.

Examinadas ya detenidamente todas las consideraciones que deben tenerse presentes al formular un proyecto de este género, hasta haber formado su programa completo y hecho su distribucion, falta solo para terminar, indicar, siquiera sea de una manera breve, el sistema de construccion que más convenga adoptar y el carácter que deba darse á su arquitectura, para presentar estudiado el edificio bajo los tres puntos de vista que abrazan todos ellos, y son: comodidad, solidez y belleza.

Las necesidades de las naciones modernas han acrecido en mayor proporcion que los medios de satisfacerlas, á pesar del gran incremento adquirido por todos los elementos que contribuyen al desarrollo de la riqueza pública. Esta es la razon que principalmente se opone á que los edificios públicos actualmente construidos, presenten el carácter de solidez y el esceso

de resistencia que se encuentran en los de otras épocas y á que muchos no presenten el aspecto monumental que convendria á su destino; pues en no pocas ocasiones el dato principal del programa que se presenta al constructor, es la cifra total, de la que no debe esceder su coste. Se exige además de toda construccion, que contribuya de algun modo á proporcionar al Estado un beneficio en relacion con los gastos que ocasiona su establecimiento, y no es difícil preveer cuán limitados tienen que ser los recursos disponibles para edificaciones militares, en una época en que tanto predominan los intereses materiales y la autoridad del poder civil; y por consiguiente, en la que no es posible se aprecie la importancia de los beneficios que en un dia dado, pero no previsto y que siempre se quiere colocar á larga distancia, reportan al pais las instituciones militares. De aquí, la necesidad de sujetar todos estos proyectos á la más severa economía, si se quiere que puedan verse realizados algun dia.

Por otra parte, la esperiencia de los tiempos pasados, y los mayores conocimientos científicos que hoy se hallan á disposicion del constructor, le permiten dar á sus obras el grado de solidez conveniente á cada género de edificios, evitando los dos perjudiciales estremos, de un gran esceso de resistencia que originara demasiado gasto inicial, ó de sobrada ligereza, causa de exhorbitante entretenimiento y prematura ruina.

La eleccion de los materiales, es quizá la causa que ejerce una influencia más decisiva, tanto en el coste inicial, como en los gastos anuales de entretenimiento y duracion futura de los edificios; y conveniente parece tambien que se fijen las ideas acerca de los que en el caso actual deban preferirse.

Los muros, que figuran como una de las partidas más importantes del presupuesto, sobre todo en edificios de esta disposicion, por el gran desarrollo longitudinal que adquieren, es la primera cuestion que se presenta. La localidad no ofrece canteras abundantes ni de buena calidad, para estraer sillares

á precios arreglados, aumentando además no poco su valor los altos precios de los numerosos jornales que exige su labra; así, pues, debe proscribirse la sillería recurriendo á las mamposterías ordinarias, para las cuales son escelentes las piedras de las canteras de conglomerados marinos que aquí abundan y que tan buena trabazon forman con las escelentes cales grasas de que se dispone; además, la demolicion del antiguo edificio proporciona toda la piedra que pueda necesitarse para el nuevo, y esta sola razon bastaria por sí sola para que fuera el material preferido. Para los derrames y dinteles de las puertas y ventanas, puede emplearse el ladrillo procedente de las provincias de Sevilla y Huelva, que es de la mejor clase en cuanto á las arcillas de que están formados, si bien la mano de obra de su fabricacion deja mucho que desear.

Para las cornisas y demás molduras, detalles muy costosos hechos de sillería y en estremo perecederos cuando se reemplazan por el yeso, sobre todo en atmósferas húmedas é impregnadas constantemente de cloruro de sódio, pueden emplearse con gran economía y seguridad de resistencia, las piedras artificiales moldeadas con nuestros escelentes cementos de Vizcaya; sistema de que tan variadas y escelentes aplicaciones se ha hecho en Prusia con el cemento de Portland (Becker-Praktische anleitung zur anwendung der cemente) y del que no pocas se han ensayado en esta plaza con los nuestros, coronadas siempre del mejor éxito.

En los suelos y cubiertas, en atencion á las condiciones especiales del edificio y á las funestísimas consecuencias que podria ocasionar un incendio, importa reemplazar la madera por el hierro para los entramados, lo cual es en el dia mucho más fácil de hacer por la fabricacion que de las vigas laminadas de formas adecuadas para este objeto se ha establecido en Sevilla por los los Señores Portilla y Compañía, lo cual evita los crecidos gastos de derechos y conducciones que hacia imposible la comparacion de precios entre los entramados de madera y

hierro. Para las cubiertas, puede emplearse sin inconveniente el sistema de azoteas comunmente empleado en el país, pues la abertura de las salas no es tan considerable que ofrezca dificultades, y es más fácil mantenerlas limpias que los tejados para recoger las aguas de lluvia.

Los pavimentos de las salas y diversas dependencias, no convienen sean de madera, cara en este país y difícil de sostener con la limpieza que requiere este edificio, así como tampoco de ladrillo, que con la operacion de rasparlos para que puedan hacerse con alguna precision las solerías, pierden la costra superior de mayor dureza y sueltan constantemente un polvo rojo que todo lo mancha. Si bien lo que daria mejor aspecto de aseo serian las losas de mármol, el alto precio y escesiva frialdad de este pavimento, se oponen á que puedan aplicarse donde serian más convenientes, que es en las salas de los enfermos, por lo cual parece que se evitan mejor ambos inconvenientes empleando las de arcilla cocida de Valencia y los esmaltados ó azulejos para revestir las paredes, formando zócalos hasta la altura de un metro por encima de las camas.

Para el portaje es preciso usar el pino del Norte de Europa, que es la única madera de que se dispone en la localidad para esta y otras aplicaciones, y que corresponde bastante bien al objeto.

Las escaleras conviene hacerlas de chapas de mármol colocadas sobre bóvedas tabicadas, segun la costumbre del país; pues además de ser incombustibles y resistentes, ofrecen bastante economía por la dificultad de encontrar buenas piedras adecuadas para escalones y la profusion y economía con que vienen ya preparados de Italia los de aquel material.

En la cocina debe emplearse el fogon que permita el empleo del combustible mineral, más económico que el vegetal, y el sistema de circulacion del aire caliente que ha servido á la combustion, para reducir el gasto de aquel. Igualmente importa que se apliquen los revestimientos de hierro que dan

mejor aspecto de limpieza al fogon y aseguran su duracion; pero es preciso tener presente que el clima no permite los hogares abiertos que caracterizan todos los sistemas ingleses de cocinas económicas, y que las planchas de hierro laterales deben estar protegidas interiormente por muros de ladrillos refractarios, que impidan la radiacion del calor, dejando aislada solo la superior destinada á reemplazar las hornillas ordinarias.

Con respecto á las letrinas, ya se ha indicado que conviene el uso de las que tienen la forma de sifon que interceptan la salida de los gases por medio de la capa de agua que retienen aquel, y pueden hacerse bien de barro cocido, bien de hierro fundido y esmaltado.

Y por último, las columnatas de los corredores, tanto por la facilidad de la circulacion, como por obstruir lo menos posible la ventilacion natural y por economía, se proponen sean de hierro fundido, susceptibles de favorecer la decoracion cuanto se quiera, si se tiene cuidado de darles una forma adecuada, en relacion con la que se adopte en el conjunto del edificio.

CARÁCTER DE LA ARQUITECTURA DEL EDIFICIO.

Las disposiciones mejor combinadas para satisfacer las necesidades especiales de un edificio y proporcionarle el grado de solidez que su importancia exija, no bastan, sin embargo, por sí solas para darle toda la belleza de que es susceptible: son en verdad condiciones indispensables, pero es preciso añadir otras que completen su carácter verdadero y armonioso, en relacion con el objeto á que se destina, el clima, costumbres y antecedentes históricos del país en que se construye.

Sin duda alguna que no se prestan del mismo modo todos los edificios á que se desarrollen en igual grado las facultades

artísticas que exige la decoracion; desde luego hay que tener presente que en todos los edificios militares, debe predominar antes el aspecto sencillo y sólido, que la riqueza y elegancia que tan bien sientan en algunos monumentos: aun entre los edificios militares, el que motiva este trabajo, dirigiéndose más á la razon que al sentimiento, exige que el Ingeniero ponga antes en juego su inteligencia que su imaginacion; y obligado además á mantenerse en los límites de la más severa economía, es evidente que debe ceñirse á adoptar formas sencillas, proporciones verdaderas y armoniosas, esmerada ejecucion que tanto contribuye al buen aspecto de cualquier obra y el asíduo entretenimiento que manifiesta desde luego en el esterior, el buen órden, aseo y limpieza interior, tan indispensables en los establecimientos de este género. Tal es el carácter que conviene á la arquitectura de los hospitales militares; tal es la belleza que el Ingeniero debe procurar imprimirles.

Si concretando más la cuestion, se desea investigar qué estilo conviene al edificio en esta época, no debe tampoco olvidarse que el carácter de la arquitectura, intolerante y esclusiva aun no hace muchos años, es en la actualidad libre y ecléctica, acogiendo sin preferencia todos los estilos que acomoda á la índole y necesidades de la sociedad para quien construye. Pero no se satisface con esto solo el arquitecto de nuestros dias, sino que adaptando la inspiracion al gusto dominante de la época, á la creacion de nuevos intereses anteriormente desconocidos y á los nuevos elementos que la ciencia y la industria ponen á su disposicion, en vez de limitarse á copiar servilmente, procura ser inventor concediendo á la originalidad toda la espansion que un sistema esclusivo no hace mucho le negaba.

Tino se necesita, sin embargo, para penetrar en esta via resbaladiza: el espíritu industrial de la época se ha trasmitido tambien á las construcciones, y difícilmente podrán hacerse obras monumentales, cuando antes que á la gloria del arte

hay que atender á satisfacer necesidades apremiantes del momento.

No menos necesario es precaverse contra la manía de originalidad, ya bastante desarrollada por desgracia, que ha hecho amalgamar sin concierto los rasgos y caractéres de distintos estilos y dado márgen á la creacion de miembros y ornatos no justificados por la naturaleza de la construccion y de su destino. En medio de la libertad que se concede al arquitecto, preciso es que conserve una ley que le dirija para no contrariar nunca la unidad y la armonía, que son las que constituyen la belleza.

Contenido en estos límites, antes que seguir las huellas del nuevo estilo nacido en Alemania, que amenaza ya invadirnos y que quizá podrá parecer muy adecuado al carácter de aquellas regiones del Norte, importa no olvidar que tanto nuestro clima como nuestra imaginacion meridional, lo rechazan igualmente. Conformes en un todo con las ideas emitidas por el sábio Consiliario de la Academia de San Fernando, en su reciente y notable obra sobre la historia de nuestras bellas artes y de dicha Academia (*Caveda: Memorias para la historia de la Real Academia de San Fernando y de las Bellas artes en España, desde Felipe V hasta nuestros dias)*, creemos que el camino más adecuado en esta época, consiste en ceñirse á restaurar los diversos estilos de que aun se conservan tan insignes modelos en nuestra pátria, utilizando la esperiencia y progreso de diez siglos, sin esponerse á marchar enteramente á ciegas y sin perder de vista que el que trate de comprender el verdadero carácter de aquellos monumentos, sin limitarse á copiarlos, encontrará en ellos motivos suficientes para ser original y para agradar, sorprender y cautivar con la novedad, en que se hace hoy grandemente consistir el mérito de las modernas construcciones. Al desarrollo de esta idea, no menos conveniente para que las máximas del buen gusto se generalicen entre nosotros, como para mantener siempre vivo el sentimiento de admiracion y

respeto que deben inspirarnos las obras maestras de nuestros antepasados, contribuirá no poco la coleccion que de ellas se está publicando por el Ministerio de Fomento. Sin embargo de que, tanto por la eleccion de los asuntos que contiene, como por la manera con que se presentan, forme esta coleccion otro monumento muy digno de manifestar el estado de adelanto en que se encuentran las ciencias y las artes en nuestro país, séanos lícito espresar nuestro deseo, de que se publicára al mismo tiempo otra edicion más económica, que estando al alcance de todos, pudiera generalizar y distribuir más su estudio de lo que es posible, limitada su adquisicion á la de ciertas bibliotecas donde no siempre es fácil que pueda ser consultada por todos, ni con las condiciones de detenimiento que estos estudios requieren.

PRESUPUESTO.

Con respecto á los detalles que exige este edificio para dar completa idea de todas sus partes, como quiera que el presente trabajo solo tiene el carácter de un ante-proyecto, en el que se trata de fijar preliminarmente las bases del programa que ha de servir para hacer el proyecto definitivo, no se ha creido necesario determinarlos; limitando tambien su presupuesto á las líneas que siguen, en las que valorada cada una de sus dependencias con arreglo á la superficie que ocupan, se indican de una manera aproximada la cantidad á que podrá ascender su construccion, verificada con arreglo á las ideas que se han espuesto en el curso de este escrito.

Presupuesto aproximado.

Edificio *A*, 1288 metros cuadrados.	128.800 pesetas.
Edificio *B*, 4354 — —	435.400 —
Edificio *C*, 2393 — —	239.300 —
Edificio *D*, 962 — —	96.100 —
Edificio *E*, 1350 — —	135.000 —
10.347 metros cuadrados.	1.034.600 pesetas.

Del anterior importe de 1.034.600 pesetas, deberá deducirse el valor de los materiales que procedentes de la demolicion del actual, tengan útil aplicacion en el nuevo.

Pero aun prescindiendo de esta reduccion, el precio de cada cama seria de 4137 pesetas 50 céntimos; y comparada con los obtenidos en la nota que á continuacion se inserta, se observa que es muy inferior á lo invertido en el hospital La Riboisière, equivalente á los tipos de los de Vincennes y Saida, y aunque algo superior á los obtenidos en los de Aumale y Side-bel-abbes, es probable queden casi compensados con la economia que produzca la utilizacion de los meteriales de la demolicion.

En cuanto á la gran diferencia que existe con los que resultaron en Clermont-Tonnerre y Bayona, es debida por una parte al gran número de enfermos que se le suponen de cabida, y por otra á lo escaso del espacio que se concede á cada uno, pues en último resultado los precios totales cuando existen diferencias tan ligeras entre los elementales, como se observan en los franceses y los nuestros, tienen que ser próximamente proporcionales á las superficies que ocupen los edificios que se comparan y no parece deban disminuirse las asignadas.

Estado de los precios que ha costado el establecimiento de cada cama, en los hospitales de

La Riboisière.	17.236	pesetas.
Saida.	4.134	—
Vincennes..	4.070	—
Aumale.	3.191	—
Sidi-bel-abbes.	3.122	—
Clermont-Tonnerre..	1.897	—
Bayona.	1.253	—

FIN.

INDICE.

	Página.
Consideraciones generales.	3
Antecedentes históricos.	6
Estado actual del hospital.	10
Necesidad de construir un nuevo edificio y demoler el actual.	11
Condiciones del local disponible.—Situacion.	14
Abastecimiento de aguas.	16
Superficie	17
Disposicion general.—Clasificacion de servicios.	20
Planta.	21
Distribucion de los diversos servicios.	25
Primer grupo.—Distribucion del departamento de sanidad.	28
Segundo grupo.—Distribucion del departamento de los enfermos.	29
Ventilacion de las salas.	34
Datos preliminares sobre el clima de la localidad.	34
Consecuencias.	38
Sistemas de ventilacion ensayados.	39
Eleccion del sistema que conviene al caso actual.	41
Diversas dependencias del departamento de los enfermos.	42
Distribucion.	43
Tercer grupo.—Dependencias generales.	44
Cuarto grupo.—Servicio de culto y difuntos.	47
Quinto grupo.—Alojamientos.	49
Sistema de construccion.	52
Carácter de la arquitectura del edificio.	56
Presupuesto.	59

R. CERERO.

PROYECTO

DE

HOSPITAL MILITAR.

0,002 = 1,000

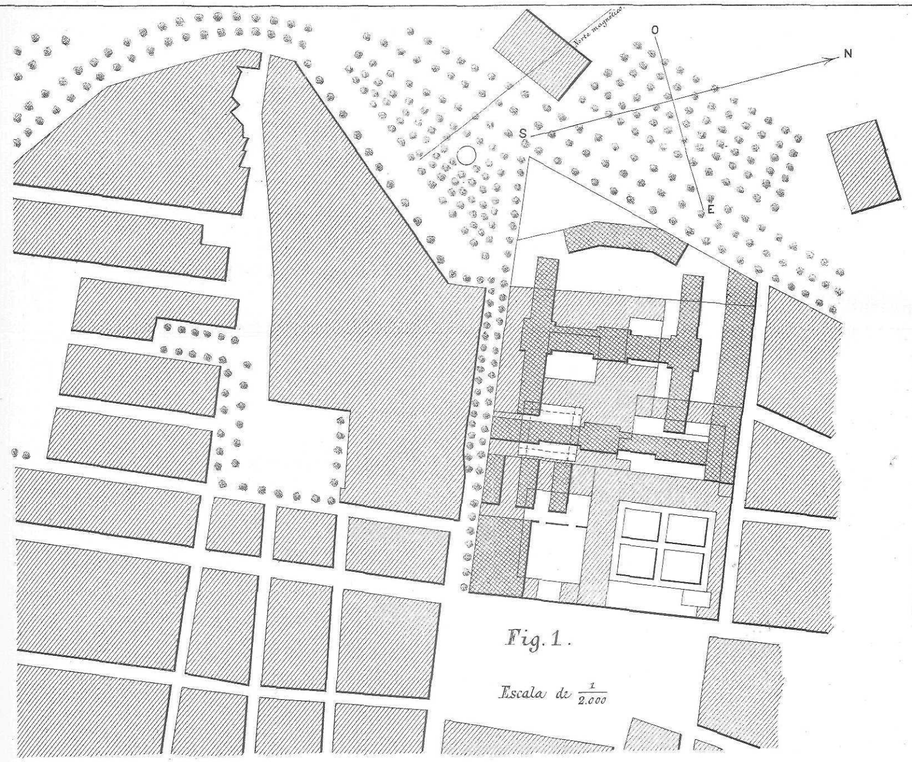


Fig. 1.

Escala de $\frac{1}{2.000}$

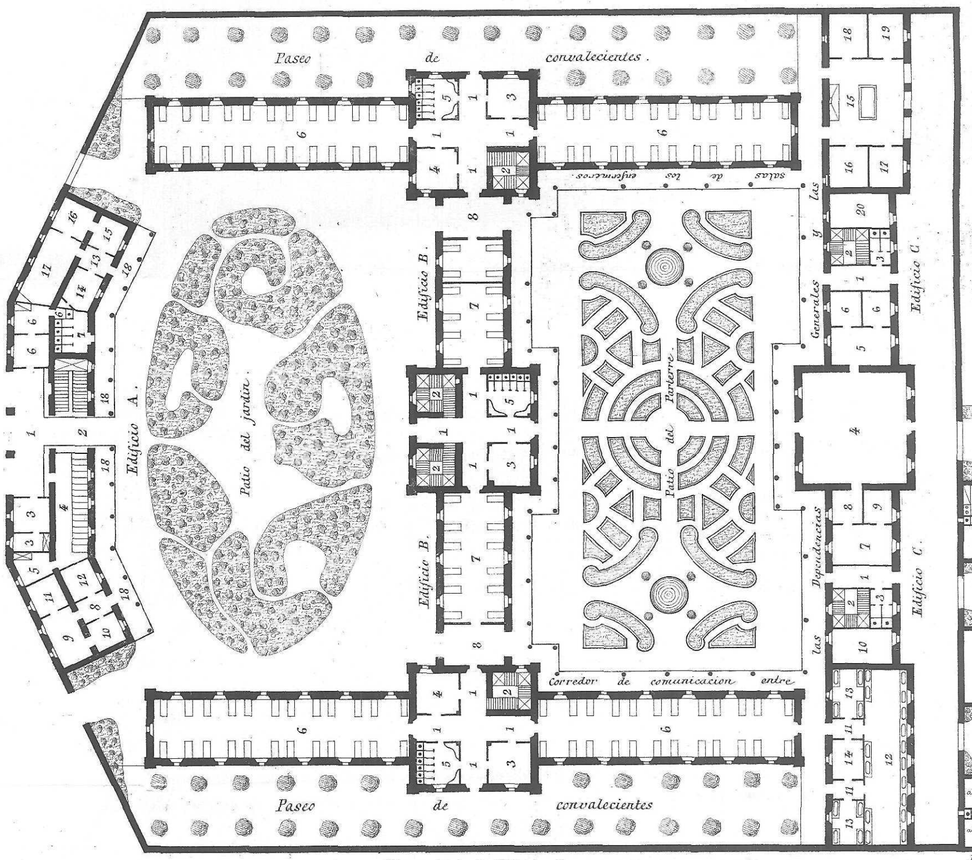
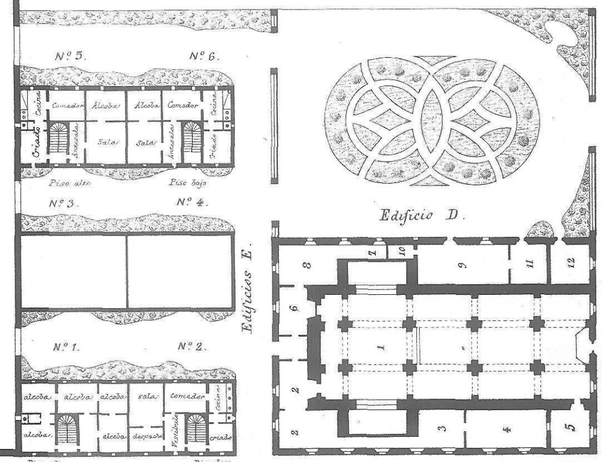


Fig. 3.

Piso principal - Edificio C.



Piso principal - Edificio A.

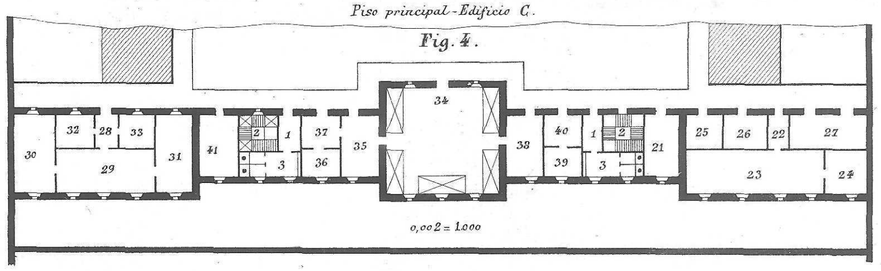


Fig. 4.

0,002 = 1,000

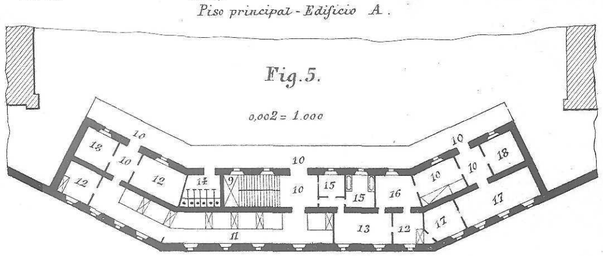


Fig. 5.

0,002 = 1,000

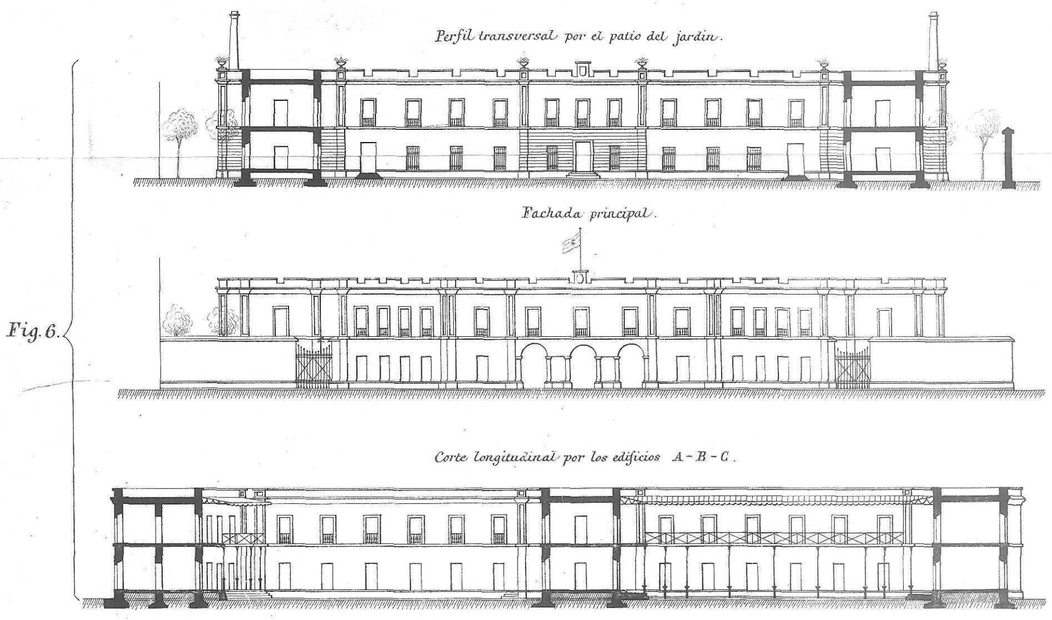


Fig. 6.

Escala de 0,002 - por metro.

Fig. 2.

Escala de $\frac{1}{1.000}$

Gº por d. Calador de fortifº J. Pajares.

ESTUDIOS

SOBRE LA APLICACION DEL HIERRO

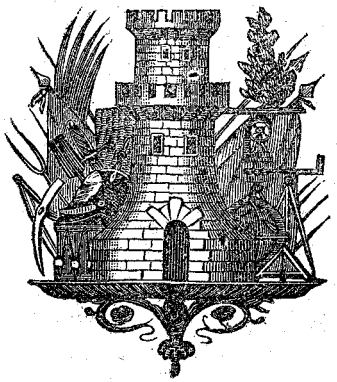
A LAS

CONSTRUCCIONES,

traducido del inglés

POR DON ANTONIO ROJÍ

Capitan de Ingenieros.



MADRID.

Imprenta del Memorial de Ingenieros.

1870.

ADVERTENCIA.

Bajo el epígrafe de *Noticias elementales sobre construcciones* viene publicando hace dos años el periódico inglés *The Engineer* una série de artículos en los cuales se desarrolla el análisis y cálculo de las piezas de hierro sometidas á diferentes esfuerzos, así como la manera de componer con ellas toda clase de vigas y cerchas y calcular su resistencia.

La gran importancia de las construcciones de hierro y su aplicacion cada vez más frecuente en nuestro país, nos han hecho suponer que sería de utilidad para los lectores del MEMORIAL el conocimiento del referido trabajo, con tanto más motivo cuanto que habiéndole dado su autor un carácter enteramente práctico, desaparecen por medio de algunas hipótesis, los largos y enojosos cálculos de la teoría mecánica de las construcciones y queda tratada esta parte de la ciencia, con una sencillez tal, que se halla al alcance hasta de los maestros de obras y de todo aquel que tenga ligeras ideas de construccion y algunos conocimientos matemáticos, sin que al propio tiempo se oponga dicha sencillez á que los resultados obtenidos presenten la exactitud suficiente para su aplicacion á los diversos casos que en la práctica ocurren.

Como el medio de publicacion del trabajo original ha sido constituyendo artículos de miscelánea del citado periódico en los números que la redaccion ha tenido por conveniente, y

arreglado el contenido de cada número á lo que permitia el espacio disponible, aparece no existir en él la armonía que hubiera resultado escribiéndole en conjunto y de este mismo defecto ha de adolecer la traduccion, toda vez que para quitárselo hubiera sido preciso aguardar á que aquel terminase y esto retardaria considerablemente la publicacion si se toma en cuenta que en el número correspondiente al 28 de Enero último han empezado á tratarse las armaduras para cubiertas de edificios, estudio que ha de ocupar algunos artículos y que estos se publican con suma lentitud, pasándose á veces dos y tres meses de uno á otro. En la alternativa, pues, de aplazar por mucho tiempo este trabajo y aun quizás no publicarlo, ó de darlo á luz con aquella incorreccion, hemos preferido lo segundo; adoptando el medio de señalar donde empieza y termina cada artículo y el número del periódico en que se halla, para que pueda apreciarse el motivo de ciertas repeticiones y sea fácil acudir al testo original para cualquier duda que se ofrezca al lector. Escritos estos artículos, conforme antes hemos dicho, con la mira de ponerlos al alcance de las personas que no tengan más que nociones de matemáticas, entra el autor en algunas consideraciones y esplicaciones que pueden calificarse de nimiedades para los lectores del MEMORIAL. Con este motivo hemos suprimido algunos párrafos, particularmente aquellos en que se trata de cosas tan sencillas y vulgares, que se hacen difíciles á causa de su misma sencillez por querer encontrar en ellas una segunda idea que no existió en la mente del autor al escribirlas; pero otros los hemos dejado completos, porque quizás puedan ser útiles, si no para el Ingeniero, por lo menos para el principiante que quiera consultar este trabajo. Por lo demás, en lo restante de la traduccion nos hemos ceñido estrictamente al testo adoptando el tecnicismo ya aceptado en otras traducciones y en especial en la que, de la obra de Fairbairn *Aplicaciones del hierro fundido y forjado á las construcciones*, publicó en 1857 el Ingeniero de caminos, canales y puertos D. Eduardo Saavedra.

Respecto á los pesos y medidas de que se hace uso, hemos conceptuado preferible conservar las inglesas, á no reducirlas á unidades métricas; pues además de que esta reduccion puede hacerla fácilmente el que lo necesite, hubiera traido inconvenientes en algunos casos, como, por ejemplo, cuando se trata de dimensiones de hierros que deben emplearse para un objeto determinado, pues hallándose los números del testo inglés en armonía con las secciones de los hierros usuales en el comercio de aquella nacion, al reducirlos á medidas métricas, darian números realmente inaplicables en la práctica, porque no convendrian con las dimensiones empleadas ordinariamente en el comercio de nuestro país.

Hemos creido conveniente hacer las anteriores indicaciones como preliminar á la presente traduccion, para que se comprenda el por qué de no haber introducido ciertas reformas en el trabajo, reformas que, sin duda alguna, hubieran hecho de él una verdadera y completa teoría de las vigas y cerchas de hierro.

Madrid, 15 de Mayo de 1870.

Antonio Roji.

RELACION entre los pesos y medidas inglesas citadas en esta traduccion y las españolas.

PESO.

Tonelada.	1016'0400	kilógramos.
Quintal.	50'8020	»
Libra.	0'4536	»

MEDIDAS DE LONGITUD.

Pié.	3048	diez milímetros.
Pulgada.	254	»

MEDIDAS SUPERFICIALES.

Pulgada cuadrada. . 645 milímetros cuadrados.

APLICACION DEL HIERRO A LAS CONSTRUCCIONES.

I. (*)

Hace algun tiempo, cuando el hierro puede decirse que permanecia intacto en las entrañas de la tierra y constituia un recurso aparentemente inagotable, empezó á usarse en las construcciones de la manera menos científica posible y con loca prodigalidad. Para nada se tenia en cuenta la distribucion de las fuerzas, ni el conveniente enlace de las piezas: y la seccion y el peso no obedecian á más regla que á la de resistencia.

Pero la invencion de los ferro-carriles, así como los innumerables accesorios y aplicaciones mecánicas que estos reclaman, no solo dieron el golpe de gracia al empleo de la madera en las construcciones permanentes, sino que condujeron al perfecto desarrollo de algunos elementos de estas, introduciendo en ellos el empleo del hierro fundido y forjado. Así el pilar hueco, la viga armada, la tubular, la de celosía y otras varias modificaciones, han venido á reemplazar á la viga de madera y al arco de fábrica, tipos de la construccion antigua que hoy se emplean raras veces. La madera tanto entonces como ahora, no se obtiene generalmente de la seccion que se necesita, sino que hay que limitarse á los tipos ordinarios del comercio, mientras que no se verifica lo mismo con el hierro forjado, pues aunque es bien sabido que se obtienen con mayor facilidad secciones

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 5 de Junio de 1868.

determinadas, el Ingeniero no se vé obligado á emplearlas en la composicion de su proyecto.

El problema que tiene que resolver el constructor, es siempre el de *obtener el máximo de resistencia con la menor cantidad posible de material* y para conseguirlo es evidente serle preciso un completo y exacto conocimiento de la resistencia de los materiales, así como de la forma propia y más conveniente en que estos últimos deben emplearse; circunstancias de las cuales la segunda depende, como veremos más adelante, de la naturaleza del material y de la clase de esfuerzos á que haya de estar sometido.

Nuestro objeto en la série de artículos que vamos á publicar relativos á esta parte de la ciencia del Ingeniero, es el de esponerla á nuestros lectores bajo un punto de vista enteramente práctico y para el cual no se necesite el conocimiento de los cálculos superiores, á fin de que los que no tengan tiempo ó aficion para dedicarse á este ramo de las matemáticas, hallen un método fácil y exacto de llegar á resolver los innumerables problemas que se presenten en la práctica del arte de las construcciones.

Al mismo tiempo que nos aprovechamos de los trabajos de reputados autores, basando nuestros razonamientos en los resultados que ellos obtuvieron por varias séries de esperiencias detalladas y de exactas investigaciones, suprimiremos en la mayoría de los casos el dar noticia de los medios que sirvieron para llegar á dichos resultados. Basta para nuestro intento saber que estos últimos son los datos seguros de que parten todos los estudios sobre la resistencia de los materiales y demas aplicaciones y no necesitamos por consiguiente cansar la paciencia de nuestros lectores, ni consumir el espacio de que podemos disponer en el periódico, para tratar de decidir entre opiniones contradictorias ó entrar en investigaciones matemáticas, cuyos resultados pueden obtenerse de un modo sencillo con el grado de exactitud suficiente para lo que exige la práctica.

La causa que en general produce todos los esfuerzos que el Ingeniero se ve obligado á calcular, es la gravedad ó sea el peso. Si consideramos una pieza apoyada por sus dos estremos, segun representa la figura 1.ª, y suponemos, como se hace á menudo en los libros de mecánica, que dicha pieza no pesa nada, resultará completamente libre de todo esfuerzo siempre que tampoco sufra carga alguna; pero si sobre un punto cualquiera de su longitud se coloca un peso *W*, entonces nacen dichos esfuerzos en sentido longitudinal, se producen presiones sobre los apoyos *A* y *B* y nos vemos ya en el caso de tener que calcular la resistencia de dicha pieza. Al atribuir todos estos resultados á la accion de un peso colocado en un punto determinado, no debe olvidarse que hay otro orígen de fuerzas, quizá el más comun de todos, aun cuando nada tengamos que ver con él para este asunto, orígen que se conoce con el nombre de accion muscular, y que como todas las demás fuerzas motoras, el vapor, por ejemplo, puede ser reemplazada por pesos equivalentes ó que produzcan el mismo efecto.

La fuerza muscular de un hombre ó de un animal, pueden fácilmente traducirse en libras por medio del dinamómetro y el orígen de la palabra Caballo como medida de fuerzas es tan conocido que no necesitamos decir nada sobre él. Es evidente tambien que la fuerza desarrollada por una máquina de vapor puede representarse por un peso, como sucede en la figura 2.ª, en que *W*, peso atado á una cadena que pasa por una polea, equilibra á un cierto número de wagones cargados que se mueven sobre un plano inclinado.

Por consiguiente, el efecto de la aplicacion á cualquier cuerpo de una fuerza esterior, peso ó presion determinada, es el de hacer nacer esfuerzos en el interior de dicho cuerpo. Por la palabra esfuerzo, entendemos el movimiento ó tendencia al movimiento á que se hallan sometidas las moléculas del cuerpo sujeto á una fuerza esterna.

Así, pues, el esfuerzo de fractura de un cuerpo es el produ-

cido por la aplicacion al mismo de una fuerza capaz de romperle, produciendo por consiguiente en sus moléculas el máximo movimiento.

El movimiento de las moléculas puede ser de unas hácia otras como cuando se comprime un cuerpo ó en direcciones opuestas como cuando se estira, lo cual veremos más claramente al describir los diferentes esfuerzos á que un cuerpo puede estar sometido empezando ahora por el de tension.

Entendemos por esfuerzo de tension, el producido en un cuerpo por lo que comunmente se llama estirarlo y es contrario al de compresion que resulta de empujar el mismo cuerpo. Ejemplos de la primera clase de esfuerzos tenemos en los cables de los buques cuando levan anclas, en las cuerdas de las cábrias ó gruas cuando funcionan, en los enganches de los carruajes de un ferro-carril, en las péndolas de un puente, y en otros mil casos que pueden recordar nuestros lectores.

La clase de tension más sencilla es la representada en la figura 3.ª, en la que se suspende del centro de una pieza apoyada en sus estremos un peso *W* por medio de una varilla cilíndrica de hierro; y el objeto práctico es averiguar la seccion que debe darse á dicha pieza, para que pueda resistir el esfuerzo producido sobre la misma por el mencionado peso.

Para resolver este problema, es preciso conocer antes el peso que ocasiona la fractura del hierro forjado de cualquier forma, ó lo que es lo mismo, lo que se conoce con el nombre de fuerza de cohesion del hierro forjado.

Tomando el término medio de todas las esperiencias, podemos mirar como dato seguro que el esfuerzo de tension capaz de romper una barra de buen hierro forjado, tal como se puede esperar razonablemente encontrarlo sin necesidad de imponer condiciones restrictivas ó responsabilidad á los fabricantes, es de 22 toneladas por pulgada cuadrada de seccion.

Debemos hacer notar aquí, que las esperiencias hechas para encontrar este número, lo han sido en piezas de diferentes for-

mas y secciones, de modo que para compararlas ha habido precision de reducirlas á un tipo comun y este es el de fuerza por pulgada cuadradra de seccion. Es decir, que si la figura 4.ª representa por ejemplo el corte trasversal de una barra de hierro forjado, que, puesta del modo que representa la figura 3.ª, se ha sometido á la accion de un peso *W* siempre creciente hasta obtener la fractura de dicha barra, si esta tenia 4 por 4 pulgadas, es decir, 16 pulgadas cuadradas de seccion, y se rompió con un peso de 352 toneladas, podremos asegurar que la fuerza de cohesion del hierro forjado fué en este caso de $\frac{352}{16} = 22$ toneladas.

Nosotros, pues, para lo sucesivo, tomaremos siempre este número de 22 toneladas como la fuerza suficiente para romper por tension una barra de hierro forjado, cuya seccion sea de una pulgada cuadrada, aun cuando haya habido esperiencias que han dado para dicha fuerza de cohesion un número mucho mayor; pero en la práctica es siempre más seguro de cada diez veces, nueve el obrar no como si se tratase de un material escelente, sino con el ordinario del comercio y quizás con el de peores condiciones.

Con este dato podemos fácilmente resolver varios problemas, entre los cuales el más comun es el de: *dada una barra de hierro forjado, averiguar el peso que deberá suspenderse de ella para producir la fractura*: problema que no ofrece dificultad puesto que se reduce á multiplicar por 22 el número de pulgadas cuadradas que mida su seccion trasversal. Así por ejemplo, la barra de la figura 4.ª que tiene una anchura de $3\frac{1}{2}$ pulgadas y un grueso de $\frac{3}{8}$ de pulgada, se romperá por tension bajo un peso de $1'31 \times 22 = 28'82$ toneladas, ó lo que es lo mismo, en números redondos, la fuerza de cohesion de semejante barra será de 29 toneladas. Lo mismo encontraremos para otras formas de barras; por ejemplo, para las repesentadas en la figura 5.ª cuyas fuerzas de cohesion resultarian ser:

Para la de seccion circular.	111'375	toneladas.
Para la en forma de *T*.	55'000	»
Para la acanalada.	88'000	»
Para la de ángulo.	55'000	»

Aunque las tres últimas formas se prestan mejor á resistir presiones que tensiones, son sin embargo de un uso frecuente, con especialidad la tercera, en las vigas llamadas de celosía, donde aun siendo su principal objeto el de estar sometidas á esfuerzos de tension, sufren tambien pequeñas compresiones, además de que son muy necesarias cuando se quiere obtener gran rigidez, sea cual fuere la clase de fuerzas á que estén sometidas.

Por lo que respecta á un esfuerzo de tension, la forma de la barra es casi indiferente para su resistencia y esta depende solamente del área de su seccion trasversal. Además, y tambien para este género de esfuerzos, la resistencia es independiente de la longitud de la pieza, lo cual no sucede para los de presion, como veremos más adelante.

La relacion más conveniente entre el peso con que debe cargarse una pieza y aquel que produce su fractura ha estado mucho tiempo indecisa. Sin entrar á analizar las diversas opiniones emitidas por varios Ingenieros, diremos únicamente que los límites de dicha relacion son 3 y 10; esto es, que una pieza puede soportar en buenas condiciones un esfuerzo de tension comprendido entre el tercio y la décima parte de aquel que ocasionaria su fractura; y aun cuando no hay en esto uniformidad de pareceres, se admite por muchos que con toda seguridad puede cargarse la pieza con el cuarto del espresado peso. La regla admitida por los tribunales como base de sus decisiones en los diversos casos, establece que el esfuerzo máximo de tension á que prudencialmente debe someterse una pieza, es de 5 toneladas por pulgada cuadrada de seccion; y nosotros, sin entrar en consideraciones de si existiria otra regla

más conveniente, aceptaremos esta como dato para todos nuestros cálculos.

Conocido esto, los dos problemas que naturalmente pueden presentarse son: 1.° Dada una pieza averiguar la carga máxima que sin peligro puede soportar; y 2.° Dada la carga determinar la pieza capaz de resistirla en buenas condiciones. Para el 1.° establezcamos la regla siguiente: *Multipliquese el área de la seccion trasversal de la pieza reducida á pulgadas cuadradas por el número 5 y el producto dará el peso que buscamos, espresado en toneladas*; y para el 2.° la siguiente: *Divídase el peso espresado en toneladas por el número 5 y el cociente dará las pulgadas cuadradas que ha de medir la seccion que buscamos.* En este 2.° problema queda luego por averiguar las dimensiones de dicha seccion conocida su superficie, lo cual puede hacerse fácilmente sabiendo su forma, ya circular, ya cuadrada, rectangular, etc. Cuando se trata de encontrar una barra de seccion circular capaz de resistir un esfuerzo de tension determinado, caso muy frecuente en las construcciones de hierro, puede seguirse para determinar el diámetro esta regla práctica: *Divídase el peso dado en toneladas por el número 3'927 y la raiz cuadrada del cociente espresará en pulgadas el diámetro de la pieza que se busca.* Hay otra regla más sencilla que la anterior para determinar dicho diámetro, y es: *Tómese como diámetro de una pieza cilíndrica que debe sufrir un esfuerzo de tension, la mitad de la raiz cuadrada del peso que produce dicho esfuerzo.*

Esta segunda regla práctica no es tan exacta como la primera, pero da una aproximacion suficiente para el objeto que se desee.

Pongamos por ejemplo encontrar el diámetro de una pieza cilíndrica que pueda resistir con toda seguridad un esfuerzo de tension de 28 toneladas. Segun la primera regla práctica el diámetro de dicha pieza será igual á $\frac{\sqrt{28}}{3'927} = \sqrt{7'1301} = 2'670$ pulgadas y por la segunda igual á $\frac{\sqrt{28}}{2} = 2'645$ pulgadas.

II. (*)

Cuando no se trate de piezas cilíndricas sino de las de seccion rectangular, la regla práctica exigirá para determinar dicha seccion conocer alguno de los dos lados desiguales del rectángulo; esto es, la anchura ó el espesor de la pieza, y podrá entonces para este caso enunciarse del siguiente modo: *Dividir el número de toneladas por 5 veces la dimension conocida.*

Así, por ejemplo, si se quiere encontrar el espesor de una pieza de seccion rectangular cuya anchura sea de 3 pulgadas y que pueda resistir un esfuerzo de tension de 12 toneladas, resultará para dicho espesor $\frac{12}{5 \times 3} = \frac{4}{5}$ de pulgada; pero como en el comercio no existe esta dimension porque los espesores de las barras de hierro forjado aumentan por octavos de pulgada, tendremos que buscar la que más se aproxime, y como $\frac{4}{5}$ se halla comprendido entre $\frac{6}{8}$ y $\frac{7}{8}$, tomaremos para espesor de la pieza uno de estos dos números, eligiendo siempre en la práctica el mayor, porque en todos conceptos es más conveniente reforzar la pieza que debilitarla.

Las secciones rectangulares de los hierros, se fijan en la práctica por ciertas reglas que determinan los límites entre que puede variar la relacion de la anchura al grueso, límites que son muy conocidos para todo el que haya tenido algo que ver en obras de hierro. Como regla general, diremos que el grueso de las barras forjadas ni es menor de $\frac{3}{8}$ de pulgada ni escede usualmente de una pulgada.

Cuando se necesite emplear una pieza de más grueso, es preferible combinar dos de la mitad de espesor ó mandarla forjar por la dificultad que hay en obtener una testura uniforme cuando se pasa de las dimensiones antes indicadas, además

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 3 de Julio de 1868.

de que las fuerzas se distribuyen con mayor igualdad sobre todo el material en dos barras pequeñas que en una grande.

La seccion cuadrada es un caso particular del anterior, en el que son iguales el ancho y grueso de la barra: el lado de esta se calculará por la regla práctica de *Tómese la raiz cuadrada del cociente que resulta de dividir por* 5 *la carga que ha de resistir la pieza.*

Cuando se quisieran otras secciones, las reglas no serán tan sencillas, pero tampoco presentará dificultad distribuir el número de pulgadas cuadradas que debe tener dicha seccion en un perímetro de la forma que se desee, bien de *T*, de ángulo, etc. Debe tenerse, sin embargo, en cuenta, para esta clase de secciones, el ceñirse á los hierros que ordinariamente tiene el comercio y no encargar formas determinadas ó que difieran de aquellas, á menos de tratarse de casos y construcciones muy especiales en los que ya puede convenir al fabricante montar nuevos laminadores y entrar en gastos de consideracion.

Ya se ha dicho que el efecto de la aplicacion de una fuerza sobre un cuerpo cualquiera, es el de producir un cierto movimiento de sus moléculas, ó en otras palabras, el de originar una alteracion en su forma primitiva. El efecto de la clase de fuerzas que estamos considerando desde el artículo anterior, es el de variar dicha forma en sentido de la longitud; es decir, que si de una barra de hierro se cuelga un peso, su efecto inmediato será el de estirar ó aumentar la longitud de dicha barra.

Al paso que es absolutamente imposible averiguar el mínimo peso que empezará á producir dicha dilatacion, no ofrece dificultad alguna el saber cuál será el máximo peso que puede cargarse de la pieza sin perjudicar á su elasticidad, ó lo que es lo mismo, la máxima dilatacion que es posible tolerar en la barra para que siga conservando sus buenas condiciones en la construccion.

La elasticidad de un cuerpo es la propiedad particular que

posee de volver á tomar su primitiva forma tan pronto como cesa de obrar la fuerza que se la hizo perder; propiedad que, en mayor ó menor grado, tienen todos los cuerpos.

El que una pieza vuelva á tomar exactamente la misma forma que tenia antes de aplicársele fuerza alguna, depende de tres causas, á saber: de la intensidad de la fuerza que produjo el cambio; del tiempo durante el cual ha estado obrando esta fuerza y del grado de elasticidad del material de que se compone dicha pieza. Si suponemos que un peso de 10 toneladas ha producido en una barra cierta dilatacion determinada, es razonable suponer que un peso de 20 toneladas producirá una dilatacion mayor, ya que no sea doble de la que aquel produjo. Esta es la ley general de la elasticidad, conocida ordinariamente por la ley de *Hooke* y fué propuesta por este como *ut tensio sic vis*, significando que la dilatacion es proporcional á la fuerza aplicada. No tenemos necesidad de cuestionar la verdad abstracta de esta ley con respecto á diferentes cuerpos; nos basta saber que entre ciertos límites es una verdad práctica para todos los objetos de las construcciones, puesto que dentro de aquellos se encuentra la carga máxima que puede soportar una pieza destinada á sufrir esfuerzos de tension. En las circunstancias ordinarias, una barra de hierro sujeta á un esfuerzo considerable no vuelve á recuperar su longitud cuando cesa este, sino que conserva una dilatacion permanente (1) cuya magnitud depende de la fuerza aplicada y de la naturaleza del metal. Cuando una barra está sometida únicamente á la carga de seguridad, esto es, á una carga que no pase de la calculada antes como máxima (5 toneladas por pulgada cuadrada) la dilatacion permanente no es apreciable, y parece, por consiguien-

(1) El autor designa con la palabra *set* esta alteracion que sufre la longitud de la pieza. No teniendo dicha palabra ninguna significacion en español que pueda representar la idea que se quiere nos ha sido preciso traducirla empleando en su lugar la frase *dilatacion permanente*, no porque creamos que la defina con exactitud, sino porque la hemos visto empleada ya en la traduccion indicada al empezar este trabajo.

te, que pudiéramos prescindir de ella para el objeto que nos ocupa; pero como muchas veces es preciso cargar las piezas con más que dicha carga máxima ó de seguridad con objeto de conocer la calidad y fuerza del hierro, tenemos que entrar en este género de consideraciones, tanto más, cuanto que la magnitud de dicha dilatacion es en algun modo un indicio de los caractéres del material empleado. Fácil es ver que en esta clase de esperiencias á que se sometan las piezas de hierro que vayan á emplearse, no se debe llegar nunca al peso que produjera una dilatacion permanente tan grande que, escediendo los límites de la elasticidad del material, fuera ya imposible la contraccion de este y se inutilizase por completo la pieza.

Hay algunas particularidades en la dilatacion permanente que merecen llamar nuestra atencion. En primer lugar, la pieza cargada no adquiere instantáneamente la nueva longitud debida al peso, sino que se necesita algun tiempo de carga para que aquella tome todo el desarrollo correspondiente. Si adquirido dicho desarrollo se suprime el peso y se mide la dilatacion permanente, veremos que esta no sufrirá aumento alguno cuantas veces se vuelva á cargar la pieza con el mismo peso ó con otro menor; pero si lo fuese con uno mayor, la dilatacion permanente aumentaria en razon del nuevo esfuerzo sufrido. Resulta igualmente que los efectos producidos sobre la barra, lo son como si la materia de que está compuesta necesitase algun tiempo para prepararse á sufrir las diferentes pruebas á que se la somete, y esto se hace palpable observando que si de pronto se cuelga de la barra un gran peso, esta se rompe ó salta en pedazos antes de notarse en ella aumento alguno de longitud; es decir, que el esfuerzo se ha producido tan rápidamente que la fuerza elástica no tiene tiempo (usando una frase comun) de prepararse á resistirla.

Existe, por tanto, con toda evidencia, una posicion particular ó distancia determinada entre las moléculas de una barra de hierro que es la más conveniente para resistir determinados

esfuerzos. La figura 6.ª representa dicha barra en tres condiciones distintas: la número 1, tal como sale de los laminadores y antes de haber sido sometida á esfuerzo alguno, marcando con líneas horizontales la supuesta distancia entre las moléculas ó elementos constitutivos; la número 2, despues de haber sufrido la tension correspondiente á un peso de 20 toneladas causando un aumento de longitud total y por consiguiente de separacion entre las líneas horizontales que señalaban la distancia entre los elementos. Esta segunda posicion ó arreglo molecular es más á propósito que el primero para sufrir cualquiera clase de esfuerzos de tension, puesto que la barra no ha de esperimentar ya variacion alguna por el efecto de cualquiera peso que se cuelgue de ella igual ó menor de 20 toneladas. Por último, la número 3 representa la misma barra número 2 despues de haber sido cargada con un peso mayor de dichas 20 toneladas. La mayor separacion de las líneas horizontales, muestra un nuevo arreglo molecular más propio que el anterior para resistir esfuerzos mayores, y esto se seguiria verificando con otros pesos hasta que llegase uno que destruyera la fuerza elástica del material, en cuyo caso la barra se romperia.

Aunque con objeto de hacer esto inteligible hemos dibujado en la figura claramente los aumentos de longitud de la barra, en realidad dichos aumentos son muy pequeños é inapreciables en la mayor parte de los casos.

Es tambien muy importante saber cómo se aprecia la magnitud de la dilatacion permanente y cómo puede calcularse lo que aumentará en longitud una barra por efecto de un peso dado. No es difícil encontrar para esto una regla que, como en nuestros anteriores ejemplos, se reducirá á determinar una cantidad constante que entre como dato en todos los cálculos. Esta constante, que se conoce ordinariamente con el nombre de módulo de elasticidad y tambien entre algunos autores con el de coeficiente de elasticidad ó de reaccion elástica, es el

peso en libras capaz de estirar una barra cuya seccion sea una pulgada cuadrada, hasta hacerla adquirir doble longitud. Todas las esperiencias hechas para encontrar este coeficiente se han verificado con barras de hierro que no habian estado antes sometidas á ningun esfuerzo suficientemente grande para haber producido en ellas dilatacion permanente; puesto que de no haber sido así, claro es que los resultados obtenidos no hubieran sido comparables por su falta de homogeneidad. Para módulo de elasticidad del hierro forjado, pueden tomarse 24.000.000 de libras, lo cual supone que todos los esfuerzos que pueden aplicarse á las piezas de esta clase de material, se hallan siempre dentro de los límites de elasticidad, y consiguientemente obedecen á la ley de Hooke. Si á este número le hemos llamado módulo de elasticidad ó coeficiente de tension elástica, es evidente que para el mismo material habrá otro número equivalente que representará el coeficiente de compresion elástica. Estos dos números para todos los casos que en la práctica pueden ocurrir, los podemos considerar iguales.

III. (*)

Puesto que el coeficiente de elasticidad es una cantidad constante, el aumento de longitud de una barra de hierro forjado sometida á la accion de un cierto peso, dependerá de la primitiva longitud de dicha barra, de la superficie de su seccion trasversal y de la mayor ó menor carga. Dividiendo el esfuerzo de tension que sufre la barra por el número de pulgadas cuadradas de la seccion, obtendremos la tension por unidad superficial y nos será posible establecer la proporcion siguiente: aumento de longitud que ha tenido la barra espresado en pulgadas, es á la longitud primitiva de la misma, tam-

(*) Publicado en el número correspondiente al 10 de Julio de 1868.

bien en pulgadas, como la fuerza de tension por pulgada cuadrada de la seccion trasversal es al módulo de elasticidad. Esta proporcion nos dará el aumento de longitud buscado por medio de la regla práctica siguiente:

Multipliquese la longitud primitiva de la barra espresada en pulgadas por el esfuerzo de tension que sufra, espresado en libras: multipliquese igualmente el módulo de elasticidad por el número de pulgadas cuadradas de la seccion trasversal de la barra; y el cociente que resulte de dividir el primero de dichos productos por el segundo, dará en pulgadas el número que se busca.

Esta regla se traduce algebráicamente por la fórmula $L' = \frac{L \times S}{M \times A}$ deducida de la proporcion $L' : L :: \frac{S}{A} : M$, en la que M representa en libras el módulo de elasticidad L y L' en pulgadas lineales la longitud primitiva de la barra y el aumento debido al peso y A en pulgadas cuadradas la superficie de la seccion trasversal.

Tomemos como ejemplo averiguar el aumento de longitud que tendrá una barra de hierro forjado de 20 pies de largo, cuya seccion sea rectangular de 3 por ½ pulgadas y que se cargue con un peso de 20 toneladas. La regla práctica ó la fórmula anterior dará para dicho aumento $\frac{20 \times 12 \times 20 \times 2240}{1'5 \times 24000000}$ (1) ó bien 0'298 pulgadas, que en la práctica puede tomarse por 0'30.

Es posible llegar á un resultado muy aproximado al anterior ejecutando menor número de operaciones aritméticas, siempre que para ello se haga uso de la regla práctica siguiente: *multipliquese el peso en toneladas por la longitud de la barra en pies y dividase este producto por el que resulte de multiplicar*

(1) Los factores 12 y 2240 que figuran en el numerador de esta fraccion, tienen por objeto reducir á pulgadas y á libras los 20 pies y 20 toneladas que hemos supuesto ser la longitud y carga de la barra. (*N. del T.*)

el número de pulgadas cuadradas de la seccion por el coeficiente 893*: el cociente será en pulgadas el número buscado.*

De la fórmula anterior $L' = \frac{L \times S}{M \times A}$ puede deducirse el valor del módulo de elasticidad correspondiente á un material cualquiera, bastando para ello medir la dilatacion que sufre una barra de longitud y seccion conocidas, sometida á la accion de un peso determinado.

Vamos á comprobar por otro método el resultado obtenido en el ejemplo anterior.

Se supone generalmente por los Ingenieros que el peso de una tonelada suspendida de una barra de hierro forjado que tenga una pulgada cuadrada de seccion, alarga dicha barra en $\frac{1}{10.000}$ de su longitud primitiva y tambien, como ya hemos dicho, que un peso de 2 toneladas la alargaria $\frac{2}{10.000}$ y así sucesivamente entre ciertos límites. Ahora bien, dando esto por supuesto y siendo de $\frac{20}{1,5} = 13\frac{1}{4}$ toneladas el esfuerzo de tension que por pulgada cuadrada sufre la barra de nuestro ejemplo anterior, debe esta alargarse en una cantidad igual á $\frac{1}{10.000} \times 13\frac{1}{4}$ de la longitud primitiva de 20 pies, ó sea en $\frac{13'25}{10.000} = 0'0013125$ de 240 pulgadas; es decir, en $240 \times 0'0013125 = 0'315$ pulgadas; cantidad que no difiere de la antes deducida más que en 15 milésimas de pulgada. Este supuesto de los Ingenieros equivale á dar como módulo de elasticidad del hierro forjado el número 10.000 toneladas ó sea 22.400.000 libras, que difiere en verdad del citado anteriormente; pero esta diferencia es insignificante, puesto que 100 toneladas más ó menos solo pueden influir en los cálculos en las terceras ó cuartas cifras decimales de los resultados que se obtengan y por consiguiente en cantidades inapreciables en la práctica. No estando conformes todos los autores ni mucho menos en el valor exacto de dicho módulo, y ejerciendo como

hemos dicho tan poca influencia en la práctica el adoptar cualquiera de los valores generalmente admitidos, nosotros creemos puede tomarse definitivamente el de 10.000 toneladas en números redondos para coeficiente de elasticidad del hierro forjado, tanto por lo que se refiere á esfuerzos de tension como á los de compresion. Este coeficiente se ha fijado en 10.356 toneladas por el difunto profesor *Hodgkinson*. El valor absoluto de dicho coeficiente varia con la calidad del hierro; pero estas variaciones son naturalmente estrañas á la índole de nuestro trabajo. Un esfuerzo de tension que esceda de 12 toneladas por pulgada cuadrada destruye la fuerza elástica del hierro forjado y por consiguiente inutiliza la pieza.

Todas las consideraciones precedentes respecto á la elasticidad y dilatacion del hierro son aplicables al caso de un esfuerzo de presion, caso que vamos ahora á examinar. Las leyes que rigen en los cuerpos sometidos á esta clase de esfuerzos son análogas aunque no idénticas á las anteriores y por eso trataremos de ellas con más estension al ocuparnos del hierro fundido. Cuando sobre un pequeño cilindro de cualquier materia se coloque un peso, este tiende evidentemente á comprimir aquel acortándole y para el caso del hierro forjado dicho acortamiento ó disminucion de longitud es proporcional al peso que la ocasiona. Como la resistencia que ofrece el hierro forjado á presiones es menor que su fuerza de cohesion y representada esta por 22 toneladas por pulgada cuadrada aquella solo puede aceptarse como de 18 toneladas tambien por unidad superficial de seccion, resulta que en este segundo caso, es decir, cuando una pieza de hierro forjado se somete á esfuerzos que tienden á comprimirla, no debe cargarse con más de 4 toneladas por pulgada cuadrada de seccion, si se quiere tener la seguridad de que ha de resistir la carga en buenas condiciones. Quizá parezca demasiado pequeña esta carga con relacion á la indicada para el caso de las tensiones; pero hay que tener en cuenta, que aun suponiendo igual la resistencia del referido

material á soportar ambas clases de esfuerzos, el primero obra siempre en peores condiciones y exige mayor seccion en las piezas á que se aplica, por causa de que, á menos de ser estas muy cortas, hay siempre peligro de que flexen y por consiguiente de que se produzcan fuerzas trasversales difíciles de contener, lo cual nunca sucede en el segundo ó sea en el caso de las tensiones.

Las piezas de hierro forjado sometidas á presiones, requieren que se prevengan en ellas el movimiento de flexion, pues de no hacerlo así no es posible suponer fundadamente que siguen la ley antes indicada de que su resistencia es directamente proporcional al área de su seccion trasversal é independiente de su longitud. Cuando se adopta dicha precaucion la carga en toneladas que producirá la fractura de una pieza de dicha clase será de 18 veces el área de su seccion trasversal espresada en pulgadas cuadradas y la máxima carga que prudentemente debe sostener la de cuatro veces la misma seccion. Las reglas prácticas para resolver los dos problemas generales que pueden presentarse en las construcciones cuando se trata de piezas de hierro forjado sometidas á esfuerzos de presion, son idénticas á las enunciadas en nuestro artículo anterior para el caso de las tensiones y pueden deducirse de ellas con suma facilidad sin más que variar algunas palabras en armonía con lo que acabamos de decir; pero teniendo siempre en cuenta que solo son aplicables al caso en que se haya precavido oportunamente la flexion de dichas piezas.

IV.(*)

Siendo muy pequeña la fuerza de cohesion del hierro fundido, se emplea muy raras veces este material en las piezas des-

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 24 de Julio de 1868.

tinadas á sufrir tensiones. Esperiencias exactas han determinado que dicha fuerza de cohesion puede apreciarse por término medio en $7\frac{1}{2}$ toneladas por pulgada cuadrada de su seccion trasversal. Algunos autores han llegado á fijar otros datos respecto á este asunto, no faltando quien ha creido debia apreciarse dicha fuerza en 20 toneladas por unidad superficial; pero estas apreciaciones, basadas únicamente en cálculos teóricos y comparaciones é hipótesis más ó menos exactas, resultan erróneas en cuanto se someten á la esperiencia y así no admira que despues de haber fijado aquel número se rompa una barra de hierro fundido cuando se la somete á semejante esfuerzo. En nuestro concepto, pues, no es prudente en manera alguna hacer sufrir á una pieza de dicho material una tension que esceda de 1'5 toneladas por pulgada cuadrada de su seccion trasversal. Las reglas prácticas que tenemos dadas para determinar las dimensiones de las barras de hierro forjado sometidas á esfuerzos de tension, así como la carga máxima que habrán de soportar las de seccion determinada, servirán para el hierro fundido sujeto á igual clase de esfuerzos, sin más que variar el valor de la constante.

Mr. Hodgkinson fué el primero que dió á conocer el diferente modo con que obran las fuerzas de tension en el hierro fundido y en el forjado. Hemos dicho antes que la dilatacion ó crecimiento de una barra forjada está en proporcion del peso que tiende á estirarla; pues bien, esta relacion no se observa en el caso de una barra fundida; en lugar de alargarse una diez milésima parte de su longitud por cada tonelada que obre sobre una pulgada cuadrada de seccion, empieza por alargarse el doble en la primera tonelada, es decir $\frac{1}{5000}$ y luego ya no aumenta en la misma relacion que los pesos. A juzgar por la diferente estructura de las dos clases de hierro no se comprende á primera vista por qué la dilatacion de una barra de hierro fundido sea para un mismo peso doble de lo que corresponderia á otra de hierro forjado de igual seccion trasversal; pero una li-

gera observacion nos hará notar que esto proviene de los diferentes efectos producidos por los pesos sobre dichas barras, cuando los primeros se acercan al límite requerido para la fractura de las segundas. Así, aunque el hierro fundido se alargue doble que el forjado por efecto de un mismo peso, su último esfuerzo de tension es, sin embargo, el tercio del que corresponde al hierro forjado. En una palabra: el hierro fundido puede decirse que se estira demasiado rápidamente, mucho de cada vez, y por consiguiente alcanza pronto al límite de su fuerza de cohesion. El hierro forjado, por el contrario, no adquiere tan pronto la misma estension y puede por consiguiente soportar un mayor esfuerzo antes de perder su facultad de resistencia.

Aunque de pequeñísimo valor, como hemos visto, para resistir esfuerzos de traccion, el hierro fundido compensa sin embargo esta debilidad con su enorme resistencia para soportar presiones, resistencia tal, que si su empleo no tuviera algunos graves inconvenientes, bastaria solo dicha circunstancia para no usar otro material, cuando se tratára de soportar pesos. Lo falso de la fundicion, en la cual no siempre es posible tener confianza, por la facilidad con que se rompe sin advertir la proximidad del peligro, pone, sin embargo, una barrera á su empleo en obras de alguna magnitud y especialmente en las que la falta de aquella puede poner en peligro la vida humana. Pero dentro de ciertos límites y cuando se moldea en formas á propósito, no hay peligro en emplearla y nosotros somos testigos presenciales de casos en que la fundicion ha sustituido al hierro forjado con notable sencillez y economía.

El peso que ocasiona la fractura del hierro fundido, ó sea la resistencia máxima de este material á la compresion, es de 50 toneladas por pulgada cuadrada de seccion trasversal, y las condiciones generales que permiten adoptar este coeficiente en todos los cálculos, son que la resistencia es directamente proporcional á la superficie de dicha seccion é independiente de la longitud, con tal, sin embargo, que la pieza esté libre de

toda flexion. De aquí resulta que no conservándose estas condiciones en los pilares altos por la facilidad con que se prestan á doblarse á causa de su misma longitud, adolecen estos pilares de un cierto grado de debilidad, y es preciso apreciar en ellos no solo el peso que los comprime sino los esfuerzos trasversales que sobre los mismos obran.

La resistencia á la fractura por compresion de cualquiera pieza de hierro fundido suficientemente corta para no doblarse ó en la que se haya precavido la flexion, será la de 50 toneladas multiplicada por el número de pulgadas cuadradas que mide su seccion trasversal. Cuando se trate de una pieza cilíndrica puede darse una regla práctica muy sencilla para hallar dicha resistencia, y es la de *multiplicar por* 39 *el cuadrado del diámetro*, regla que dará un peso muy aproximado aunque algo menos que el teórico, en lo cual no hay inconveniente.

Si adoptásemos para este caso la misma relacion que hemos aceptado para otros entre la carga que produce la fractura y la máxima á que debe someterse una pieza, tendríamos para esta última $12\frac{1}{2}$ toneladas por pulgada cuadrada de seccion; pero por muchas razones no es prudente pasar nunca de la carga de 8 toneladas por unidad superficial y mucho menos si la construccion además de la carga permanente está espuesta á vibraciones ó choques súbitos.

Reasumiendo lo dicho hasta aquí sobre resistencia y carga de las dos clases de hierro, podremos formar la siguiente tabla (1):

(1) Siendo esta tabla de suma importancia para el cálculo de las secciones de las diferentes piezas de hierro, hemos creido conveniente añadirle la tercera casilla, en la que se hallan reducidas las medidas inglesas á medidas métricas.

(*N. del T.*)

Fuerza de cohesion del hierro forjado.	22 toneladas por pulg.^{2} de seccion trasversal	35 kilógrs. por milímetro^2.
Tension máxima á que prudentemente debe someterse una pieza de hierro forjado (carga de seguridad). . .	5 idem por idem. . . .	8 id. por id.
Resistencia á la fractura por presion del hierro forjado.	18 idem por idem. . . .	28 id. por id.
Presion máxima á que debe someterse el hierro forjado.	4'5 idem por idem. . .	7 id. por id. (1)
Fuerza de cohesion del hierro fundido	7'5 idem por idem. . .	12 id. por id.
Tension máxima á que debe someterse el hierro fundido.	1'5 idem por idem. . .	2 id. por id.
Resistencia á la fractura por presion del hierro fundido	50 idem por idem. . . .	79 id. por id.
Presion máxima á que debe someterse el hierro fundido.	8 idem por idem. . . .	13 id. por id.

(1) No debe perderse de vista que esta carga máxima es siempre bajo el supuesto de que la pieza no puede doblarse: en caso contrario, seria preciso disminuir dicha carga, y disminuirla tanto más, cuanto mayor fuese la relacion entre la *longitud* y el *grueso de la pieza*; es decir, cuanto mayores fueran las probabilidades de la flexion.

Una pieza sometida á presiones, se podrá cargar con el peso máximo que se figura en la tabla, siempre que su longitud no llegue á 12 veces la menor dimension.

No debe entenderse por esto que los valores de la tabla anterior son tales que constituya un peligro evidente el separarse de ellos en cualquiera circunstancia, pues en realidad no son más que datos fijos y sobre todo seguros de que puede partirse como base de los cálculos. Los Ingenieros de mucha práctica podrán quizás en algun caso esceder de dichos límites; pero nosotros aconsejamos á todos aquellos para quienes escribimos estos artículos, que no los pasen. Con escepcion de Brunnel, no ha habido ningun Ingeniero que haya aceptado una relacion mayor de $\frac{1}{4}$ entre la carga máxima ó de seguridad y la que ocasiona la fractura. Brunnel la estendió hasta $\frac{1}{3}$ ó $\frac{2}{5}$; pero esta opinion se ha mirado siempre como demasiado aventurada. En la Comision especial nombrada en 1848 para informar acerca de la *aplicacion del hierro fundido y forjado á las obras de los ferro-carriles*, aseguró un Ingeniero que la carga máxima no debia esceder nunca de la décima parte de la que ocasionára la fractura. No tenemos necesidad de decir que esto, en nuestro concepto, era caer en el estremo opuesto; pero aunque lo miramos como un error, lo consideramos disculpable en aquella época en que el temor á las construcciones de hierro era natural por no ser conocidas con la exactitud que hoy las propiedades especiales de dicho metal; ademas de que hay pocos Ingenieros como Brunnel, y los hombre en general prefieren retraerse á lanzar una idea que pueda servir para calificarlos de visionarios.

---

de su seccion trasversal. Si llega ó pasa de este número, puede tomarse la relacion siguiente:

Desde 12 á 24 veces la menor dimension de la seccion trasversal.	$^3/_4$ de la carga.
Desde 24 á 48 veces.	$^1/_2$ »
Desde 48 á 60 veces.	$^1/_7$ »
Desde 60 veces en adelante.	$^1/_{15}$ »

(*N. del T.*)

En cuanto á los esfuerzos que actúan trasversalmente á las piezas ó esfuerzos de flexion, requieren un estudio especial, del cual nos ocuparemos en el próximo artículo.

V. (*)

Definiremos el esfuerzo trasversal ó de flexion, diciendo que es el producido sobre una pieza cualquiera por una fuerza perpendicular á su longitud, y que tiende á doblarla.

No es necesario que la pieza esté colocada horizontalmente para que sufra un esfuerzo de esta naturaleza, puesto que tambien pueden estar sujetas á él las piezas verticales é inclinadas. Todos los pies derechos de una gran altura, cuando se hallan cargados, tienden á doblarse segun representa la línea de puntos de la figura 7, y en cuanto se inicia este movimiento existe ya el esfuerzo trasversal ó perpendicular á la longitud del pie derecho además del de compresion propio de la carga, y lo mismo sucede con la pieza inclinada de la figura 8.

Sin embargo, y aun cuando las piezas verticales ó inclinadas puedan hallarse sometidas á esfuerzos de flexion, las propiedades particulares y el cálculo de estos esfuerzos se buscan siempre sobre las piezas horizontales, tales como las representadas en las figuras 9 y 10, pues de no hacerlo así, aquel estudio se complicaria por la combinacion del espresado esfuerzo con el de presion que sufren las piezas en las dos primeras posiciones.

Antes de proceder á la investigacion de los numerosos problemas relativos á los esfuerzos trasversales, fijemos primero la atencion en la tendencia de dichos esfuerzos á flexar las piezas y en el efecto que sobre éstas produce la referida flexion.

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 7 de Agosto de 1868.

En el lenguaje científico, que por cierto tiene palabras bastante ininteligibles, y al tratar de este asunto, que envuelve la determinacion exacta de varios datos cuya importancia práctica es muy pequeña, se encuentran frases, tales como *superficie neutral*, *punto neutral*, *eje neutral*, *linea neutral de un cuerpo;* frases esplicadas con tal brevedad, que el principiante ó pierde el tiempo tratando de averiguar lo que significan realmente, ó no se ocupa de ellas, que es lo que sucede en general, y marcha por tanto á oscuras en las lecciones sucesivas. Vamos, pues, nosotros á esplicarlas con todo detalle, y para esto supongamos que la figura 11 es una pieza rectangular y doblada por un esfuerzo trasversal.

Bajo este supuesto, las fibras situadas en la parte convexa *A B* de la pieza han debido alargarse, mientras que se habrán acortado las correspondientes á la parte cóncava *C D*. Si pues las fibras comprendidas en la seccion *A B C D* tienen que pasar desde sufrir una tension y consiguiente alargamiento en *A B* hasta sufrir compresion y por tanto disminuir de longitud en *C D*, claro es que esto no puede verificarse sin pasar por cero, y por consiguiente existirá una fibra intermedia que ni sufra presiones ni tensiones, ni tampoco aumento ó disminucion de longitud, es decir, que permanezca invariable. La posicion exacta de esta fibra, seria en muchos casos dificilísima de determinar, pero por fortuna, y para la forma de vigas que comunmente se emplean en la práctica, no se necesita tal exactitud, siendo muy bastante la aproximacion con que puede apreciarse la posicion de dicha fibra.

Como en cada seccion longitudinal de la pieza habrá una fibra invariable, el conjunto de todas ellas constituirá lo que se llama *superficie neutral* ó plano de las fibras invariables, puesto que esta superficie será un plano, teóricamente considerada. La interseccion de este plano con una seccion trasversal cualquiera, esto es, la línea *E F* de la figura 12, es el *eje neutral* de dicha seccion, y el punto *P* (figura 13), en que este eje

encuentra á la traza *M N* del plano que divide la pieza longitudinalmente en dos partes iguales, es lo que se llama *punto neutral*. Luego veremos la gran influencia que sobre la resistencia de una viga tiene la posicion que ocupa la línea *E F* en la seccion *A B C D* (figura 12), y cómo el arreglo del material relativamente á dicho eje determina la forma más á propósito que debe adoptarse para las vigas.

Se supone que la fuerza que produce la flexion, obra perpendicularmente á la longitud de la pieza en todas las posiciones de ésta, y aunque tal hipótesis no es rigurosamente exacta, lo es bastante para las aplicaciones prácticas, siempre que dicha perpendicularidad exista antes de iniciarse el movimiento de flexion. Sin entrar en demostracion alguna algebráica, daremos tambien por sentado que satisfechas las anteriores condiciones, el *eje neutral* de cualquiera de las secciones trasversales de una pieza pasará por el centro de gravedad de dicha seccion, y por consiguiente, que la línea neutral de una pieza de seccion cuadrada ó circular se confundirá con su eje de figura. Con respecto á la forma de la seccion más conveniente para la resistencia, ó sea al mejor modo de repartir la materia al rededor del eje neutral, tendremos en cuenta que cada molécula, ó mejor, cada capa de fibras, ofrece contra los esfuerzos trasversales una resistencia directamente proporcional á su distancia al eje (1), de modo que cuanto más lejos de éste se acumule dicha materia, mayor resistencia ofrecerá la pieza, condicion que nos lleva como por la mano á la forma ordinaria de las vigas de *T* y doble *T*.

Si tomamos la pieza sólida *A B C D* (figura 14), y trasportamos á la inmediacion de las caras superior é inferior la materia acumulada en el centro, obtendremos la forma de seccion re-

(1) Generalmente si $x =$ resistencia ofrecida por una molécula situada á la distancia y del eje, y x' resistencia de otra situada á la distancia y', se verificará que $\frac{x}{y} = \frac{x'}{y'}$. Sus respectivos momentos serán $x \times y = x' \times y'$.

presentada de negro en la misma figura, en la cual cada capa de fibras de las cabezas superior é inferior, ofrece una resistencia doble de la que ofrecia en el primer caso. Puesto que las fibras de una mitad de la viga sufren tensiones, y presiones las correspondientes ó la otra mitad, es evidente que ninguna capa de fibras puede obrar con un brazo de palanca mayor que la mitad de la altura de dicha viga.

Galileo, que fué uno de los primeros á investigar las propiedades de los esfuerzos trasversales, cayó en un lamentable error al suponer que el eje neutral no pasaba por el centro ó inmediato á este punto, sino que se hallaba en la cara inferior de la viga. Verdad es que en los instantes próximos á la fractura, la línea neutral cambia de situacion, y por consiguiente, que no es cierta la hipótesis por nosotros sentada, sino mientras se verifica que la carga no escede de la de seguridad.

Además, el eje neutral no pasará evidentemente por dicho centro, *interin* no resulten iguales las resistencias á la tension y compresion que se ejercen sobre las diferentes fibras de la pieza por encima y debajo del eje mencionado, lo cual no sucede nunca.

En alguna clase de material la diferencia de dichas resistencias es insignificante; pero en otras es muy grande como sucede en el hierro fundido.

El ejemplo representado en la figura 14, en el que la viga sólida se ha convertido en otra de doble *T*, no debe mirarse como el medio mejor de distribucion de la materia, sino únicamente como uno de los modos de verificar dicha distribucion al rededor del eje neutral. En las primeras aplicaciones de este principio, se adoptó para seccion trasversal la de la figura 14, en la que son iguales las cabezas superior é inferior de la viga; pero la forma más conveniente no se ha conocido hasta que la pusieron de relieve los trabajos y esperiencias del difunto profesor Hodgkinson.

Sentados estos preliminares, vamos ahora á analizar con

todo detalle el esfuerzo de flexion producido en una pieza horizontal por un peso colocado sobre ella, empezando por el caso general y siguiendo despues con los ejemplos particulares. Sea una viga (figura 15) apoyada por sus estremos *A* y *B*, y cargada de un peso *W* en un punto cualquiera de su longitud. Puesto que la viga se halla sostenida tan solo por los dos apoyos *A* y *B*, es evidente que entre ambos sufrirán todo el peso *W* contrarestándolo con su fuerza de reaccion. (La palabra reaccion se emplea en este caso por los autores en sentido de resistencia, aunque á menudo este cambio deje perplejos á los principiantes que no comprenden su necesidad.) Supongamos por un momento que el peso *W* manda sobre el pilar *A* un esfuerzo de compresion de 20 toneladas y que dicho pilar no puede sostener más que 10; claro es que cediendo entonces el apoyo caeria la viga: en una palabra, la fuerza de reaccion ó resistencia de dicho apoyo, no seria bastante. Para mantener el equilibrio, es preciso no solo que la suma de las dos fuerzas de reaccion sea igual al peso *W*, sino que cada una de dichas fuerzas resulte igual á la parte del espresado peso que carga sobre el apoyo correspondiente. Por mucho que sea el esceso de resistencia que se dé á uno de los pilares, nunca podrá compensar la más mínima falta en el otro. De la posicion que ocupa el peso *W*, se deduce que el apoyo *A*, por ser el más próximo, recibe evidentemente una presion mayor que el *B*; y como ambas presiones han de ser iguales y contrarias á la fuerza de reaccion de los pilares, fuerza que por el principio de la palanca será para cada uno de ellos inversamente proporcional á su distancia al punto *W*, resulta que el espresado peso se trasfiere á los *A* y *B* en partes proporcionales á las dos magnitudes *b* y *a*.

Es decir, que si *W*, por ejemplo, fuese igual á 20 toneladas, $a = 5$ pies y $b = 10$ pies, tendríamos: presion en *A* : á presion en *B* :: 10 : 5; de cuya proporcion resulta que la presion en *A* es doble de la de *B* y como la suma de ambas ha de ser igual á 20 toneladas, el peso *W* quedará distribuido sobre los apoyos en

la forma siguiente:

En *A*. . . . . 13'33

En *B*. . . . . 6'66.

Encontrada la presion sobre los apoyos pasemos á examinar el efecto del peso sobre un punto cualquiera de la viga ó sea el momento del esfuerzo producido por dicho peso sobre el mismo punto. Las palabras momento y esfuerzo no deben nunca confundirse; esfuerzo es el que sufre la viga en un punto cualquiera de su longitud por efecto del peso *W* y momento es la intensidad con que dicho esfuerzo tiende á romper la viga. El esfuerzo sobre una pieza y el momento de un esfuerzo son, pues, dos cosas muy distintas, conforme haremos notar más adelante al tratar de la resistencia de las vigas compuestas.

Dos cosas tenemos que considerar en el ejemplo que nos ocupa: una el efecto producido por el peso *W* sobre un punto cualquiera, el *C* por ejemplo de la longitud de la viga, y otra el efecto producido sobre el punto *D* en que se halla colocado el peso. Para el primero, es decir, para hallar el momento del esfuerzo que sufre el punto *C* á causa del peso *W*, podemos calcularlo partiendo de la fuerza de reaccion que proviene de cualquiera de los apoyos indiferentemente; pero en la práctica se elige siempre, por ser más sencillo, la reaccion del apoyo que esté más próximo á dicho punto que á aquel en que se halla colocado el peso; por consiguiente para este caso la del apoyo *B*.

Se entiende por momento de una fuerza, el producto de dicha fuerza espresada en toneladas, libras ú otra unidad cualquiera, por la perpendicular ó más corta distancia de dicha fuerza al punto en que se quiera apreciar su efecto.

Siendo, pues, la reaccion del apoyo *B* perpendicular á la longitud de la pieza, si no exactamente con toda la aproximacion necesaria para los casos prácticos, su momento se obtendrá multiplicándola por la distancia *B C*.

Pero la reaccion en *B* es debida á la presion ejercida por el peso *W* y por consiguiente el momento del esfuerzo producido

en *C* por dicho peso, es igual á la referida presion multiplicada por *B C*.

Si, pues, suponemos $BC = 3$ pies, tendremos para dicho momento el valor $\frac{20 \times 5}{15} \times 3 = 20$ toneladas.

Regla práctica. Para conocer el momento del esfuerzo en un punto cualquiera de la longitud de la pieza cargada como en la figura 15, *multipliquese el peso total en toneladas por las distancias de dicho punto al en que se halle colocado el peso y al apoyo más próximo, y dividase el producto por la longitud de la pieza.*

El momento del esfuerzo sobre el mismo punto en que se halla el peso, le obtendremos multiplicando cualquiera de las dos fuerzas de reaccion sobre los apoyos por su distancia á dicho punto y así será igual á $13'33 \times 5$ ó bien á $6'66 \times 10$, cuyos productos dan el mismo resultado de 66'6 toneladas para valor de dicho momento. La regla práctica para este caso será:

Multipliquese el peso en toneladas por el rectángulo formado con los segmentos en que queda dividida la pieza por la colocacion del peso y dividase el producto por la longitud; es decir para el ejemplo que analizamos, $\frac{20 \times 5 \times 10}{15} = 66'6$.

Esta regla práctica puede ponerse bajo una fórmula algebráica sencilla $M = \frac{W \times a \times b}{L}$, en la que M = momento, L = longitud de la pieza, y a y b los segmentos representados en la figura 15.

Conocidos estos momentos, se presenta desde luego una cuestion de sumo interés, á saber: en qué punto de la viga debe colocarse el peso para que el momento del esfuerzo producido sea un máximo.

Para que el valor de M sea máximo en la fórmula anterior, siendo como son constantes W y L, es preciso que sea un má-

ximo el producto $a \times b$ y esto se verificará cuando $a = b$; es decir, cuando el peso se coloque en el centro de la viga.

Entonces la fórmula se convertirá en

$$M = \frac{W a^2}{L} = \frac{W L^2}{4 L} = \frac{W L}{4}$$

y la regla práctica será la siguiente:

Para hallar el momento del esfuerzo producido en el centro de la pieza (figura 15) *por efecto de un peso colocado en dicho punto, debe multiplicarse la cuarta parte de dicho peso por la longitud de la pieza.*

Para el ejemplo propuesto dicho momento seria igual á $\frac{20 \times 15}{4} = 75$ toneladas. El mismo resultado hubiéramos obtenido aplicando el principio de la palanca que rige todos los esfuerzos producidos sobre las piezas horizontales, puesto que entonces el peso W colocado en el centro, produciria presiones $\frac{W}{2}$ sobre cada uno de los apoyos y la fuerza de reaccion de cualquiera de ellos, igual tambien á $\frac{W}{2}$ multiplicado por el brazo de palanca $\frac{L}{2}$, daria un momento relativamente á dicho centro igual $\frac{W L}{4}$ como antes.

VI. (*)

Hemos analizado en el artículo anterior el efecto producido sobre una viga por un peso único, calculando la fuerza de reaccion de los apoyos, el momento del esfuerzo en cual-

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 14 de Agosto de 1868.

quiera punto de la longitud, incluso aquel en que se halla colocado dicho peso; y por último, la colocacion de la carga que produce el máximo momento. Las dos consecuencias más importantes deducidas de los razonamientos allí empleados son: primera, que el máximo esfuerzo producido sobre una viga, tiene lugar cuando la carga se coloca en el centro de la longitud, y segunda, que el punto sobre que se halla colocada la carga, es de todos los de la viga el que sufre mayor esfuerzo. Esto último puede demostrarse fácilmente en la figura 16, puesto que siendo el momento del esfuerzo en un punto cualquiera C igual á la fuerza de reaccion en A multiplicada por la distancia $A\ C$, dicho momento será tanto mayor, cuanto mayor sea esta última distancia y por consiguiente un máximo para el punto W en que se halla el peso. Pasemos ahora á examinar el efecto producido por dos pesos y luego determinaremos el caso general de un número cualquiera de pesos, el cual nos llevará naturalmente al problema más usual y práctico, cual es el de las piezas horizontales cargadas uniformemente en toda su longitud; condicion á la que se hallan sometidas todas las vigas y puentes, cuyo estudio es el de mayor interés, profesionalmente hablando.

Supongamos la viga $A\ B$ de la figura 17, cargada por dos pesos W y W' de tal modo que el primero divida la longitud de aquella en dos segmentos a y b y el segundo en otros dos c y d, y tratemos de determinar el esfuerzo total producido por dichos pesos sobre el punto c'.

Hay dos medios de llegar al resultado; ó bien calcular el momento del esfuerzo producido sobre dicho punto por cada uno de los pesos W W' aisladamente, y sumar luego ambos momentos, ó bien obtener la resultante de los dos pesos y encontrar el momento producido por dicha resultante.

Por el primer medio, si suponemos $W = 20$ toneladas, $W' = 10$ toneladas, $a = 5$, $b = 10$, $c = 5$, $d = 10$, $c'B = 3$, tendremos:

Fuerza de reaccion del pilar *B* debida al peso *W*.	6'6 toneladas.
Momento del esfuerzo producido en *c'* por el peso *W*.	6'6 × 3 = 19'8
Fuerza de reaccion del pilar *B* debida al peso *W'*	6'6 toneladas.
Momento del esfuerzo producido en *c'* por el peso *W'*.	6'6 × 3 = 19'8
Momento total del esfuerzo producido en *C* por los pesos *W* y *W'*.	19'8 + 19'8 = 39'6

Fácil era ver en este ejemplo particular que siendo el peso *W* doble del *W'* y doble tambien la distancia *W B* de la *W' B*, debe resultar igual la fuerza de reaccion producida por cada uno de dichos pesos sobre el pilar *B*, é igual tambien por consiguiente los momentos de los esfuerzos producidos sobre el punto *c'*.

Para seguir el segundo camino de los indicados anteriormente, hay que hallar antes la resultante de *W* y *W'*; es decir, calcular qué peso puede reemplazar á los dos citados y en qué punto de la viga deberia colocarse.

Representemos en la figura 18 por dos fuerzas *W* y *W'* los referidos pesos y por *R* la resultante que se hallará indudablemente colocada más cerca del peso mayor. Llámense x é y los dos segmentos en que queda dividida la linea *W W'* y tendremos $x : y :: W' : W$, y aplicando los datos del ejemplo que analizamos, de los cuales se deduce que la distancia entre los dos pesos es igual á 5, resultará $x : 5 - x :: 10 : 20$; de donde

$$20\,x = 50 - 10\,x;\ 3\,x = 5 \text{ y } x = \frac{5}{3} = 1'66.$$

Esta será, pues, la distancia á que se hallará del punto W la resultante buscada, resultante cuya intensidad será igual á 30 toneladas ó sea la suma de los dos pesos. Pudiéndose, pues,

reemplazar el efecto de dichos pesos W W' por otro de 30 toneladas colocado á 6'66 del apoyo *A*; el momento del esfuerzo producido sobre el punto *C* por dichos pesos, será igual al que produzca el que los sustituye y por consiguiente igual á $\frac{30 \times 6'6 \times 3}{15} = 39'6$, que es lo mismo que se obtuvo anteriormente.

De los dos medios esplicados para calcular el momento del esfuerzo en un punto cualquiera, elegirán nuestros lectores en todos los casos el que crean más conveniente; más para el completo conocimiento de esta teoría, nosotros les aconsejamos que se familiaricen con ambos, porque el segundo es fácil de aplicar mal, y por consiguiente de inducir á errores de consideracion como vamos á demostrar.

No es nada comun el que una pieza se halle cargada del modo que acabamos de examinar; es decir, con dos pesos, y sin embargo un ejemplo notable de esto tuvo lugar en la elevacion de las vigas-tubos del puente *Britannia*, ejemplo que deben tener muy presente los Ingenieros jóvenes para no desdeñar el estudio de los casos poco ó nada frecuentes en la práctica, creyendo que nunca se les ha de presentar ocasion de aplicarlos. Si no se dedican más que á estudiar los cálculos ordinarios y á aprender de memoria ó seguir por rutina las fórmulas á menudo inaplicables de los manuales, se encontrarán perdidos cuando llegue un caso que exija el exacto conocimiento de los buenos principios y reglas sobre que descansa la resistencia de las piezas sujetas á cargas ó esfuerzos de cualquiera clase que sean.

El ejemplo de una viga cargada por dos pesos, tuvo lugar segun hemos indicado en la cabeza de la prensa empleada para elevar los magníficos tubos que hoy cruzan el estrecho de Menai.

Como tiende á ilustrar el caso que hemos ya examinado, lo citaremos brevemente, tomándolo de la descripcion hecha por

el reputado autor *Mr. Edwin Clark.* El ejemplo, tal como se ve en la obra *Puentes tubulares Britannia y Conway*, está indicado en la figura 19, en la que *A B* representa una pieza cargada, como la cabeza de la prensa, por dos pesos W W' y se trata de averiguar el momento del esfuerzo producido en el centro. Siendo $A\,C = C\,E = E\,D = D\,B$, podemos representar por 4 la longitud de dicha viga tomando por unidad cualquiera de las secciones. Los pesos W W' son de 450 toneladas cada uno y el momento del esfuerzo que aisladamente producen sobre cualquiera punto ó mejor sobre el centro *C*, que es lo que buscamos, será igual á la fuerza de reaccion que hace nacer en el pilar más lejano multiplicada por la distancia de dicho pilar al punto *E* ó sea por la mitad de la longitud de la viga. Así pues, siendo el peso $W = 450$, la fuerza de reaccion del pilar más lejano *B*, debida á dicho peso, es de 112'5 y el momento del esfuerzo producido sobre el punto *E* de $112'5 \times 2 = 225$ toneladas.

El momento del esfuerzo producido por el peso W' será tambien de 225 toneladas y por consiguiente el momento total $= 450$ toneladas. Si hubiéramos seguido para calcular este momento el segundo medio de los indicados antes, ó sea el de hallar el resultante, tendríamos que siendo de 900 toneladas el valor de esta y su colocacion precisamente en el mismo centro de la viga, resultaria por la regla esplicada entonces para el valor de dicho momento $\frac{900 \times 4}{4} = 900$ toneladas, es decir, doble de lo que hemos encontrado en el primer medio ó sea por el de considerar cada peso aisladamente, produciéndose el error de que hicimos mérito poco antes.

Esto proviene de que no hemos analizado en general el ejemplo de la figura 17, sino un caso particular de él, es decir, aquel en que el punto *c'* se halla situado á un mismo lado de los dos pesos, prescindiendo de examinar lo que sucederia si dicho punto se encontrase como en la figura 19 á mitad de distancia de W W', ó bien en otro punto cualquiera, pero intermedio

entre estos dos. En el primer caso (figura 17), el efecto de los dos pesos puede reemplazarse por el de su resultante, y no hay por consiguiente diferencia, como hemos visto, en hacer uso de los unos ó de la otra; pero en el segundo no sucede lo mismo, puesto que en el cálculo debe entrar forzosamente la reaccion producida sobre ambos apoyos, lo cual no puede hacerse con un solo peso.

Para dar á este asunto la mayor claridad, supongamos que se trata de una viga *A B* (figura 20) de 50 piés de longitud y cuya mitad *B C* está cargada por cuatro pesos de diez toneladas cada uno, situados equidistantes entre sí y de los estremos *C* y *B*, y supongamos tambien que se quiere hallar el momento del esfuerzo que obra en el punto *F*, situado á 16 pies de *B*, y por consiguiente, quedando un peso á la derecha y tres á la izquierda de dicho punto.

Si seguimos el primer procedimiento de los dos indicados, que es el único exacto en todos casos, tendremos para valor de dicho momento la suma de las cuatro cantidades siguientes:

Momento del esfuerzo producido en *F* por el peso *W*.	$6 \times 16 = 96$
Momento del esfuerzo producido en *F* por el peso W^1.	$3 \times 34 = 102$
Momento del esfuerzo producido en *F* por el peso W^2.	$2 \times 34 = 68$
Momento del esfuerzo producido en *F* por el peso W^3.	$1 \times 34 = 34$
Momento total del esfuerzo producido en *F*. .	$= 300$

Si seguimos el segundo medio, veremos que el valor de dicho momento es igual á 340 toneladas; puesto que siendo la resultante de los cuatro pesos *W*, W^1, W^2 y W^3 un quinto, peso igual á 40 toneladas colocado en *E* ó sea á 12'5 pies del

punto *B*, la fuerza de reaccion producida por esta resultante sobre el apoyo *A*, más próximo al punto *F* que al en que obra la resultante, seria de 10 toneladas; y esta cantidad multiplicada por la distancia *A F* = 34 pies, daria el valor antes citado para dicho momento, valor que difiere en 40 toneladas del hallado por el método anterior, probando así la inexactitud de este para el caso que analizamos. La razon de esta diferencia es obvia: en el primer caso, para apreciar el momento del esfuerzo debido al peso *W*, tomamos como es natural la reaccion producida por este peso sobre el apoyo *B*, es decir, sobre el apoyo que resulta más cerca del punto *F* que de aquel en que carga el peso, y para apreciar los momentos debidos á los otros tres pesos, hacemos uso de la fuerza de reaccion producida por cada uno de ellos sobre el apoyo *A*, mientras que en el segundo, reduciendo á uno solo los cuatro pesos, no podemos emplear más fuerza de reaccion que la correspondiente á un solo apoyo, proviniendo de aquí la inexactitud en el resultado.

Para evitar, pues, equivocaciones, lo mejor es en todos los casos valerse del primer procedimiento ó sea del de encontrar el valor de los momentos debidos á cada peso aisladamente y sumarlos luego, ó por lo menos sumar los correspondientes á dos fuerzas que sean las resultantes de los dos grupos de pesos que carguen respectivamente á derecha é izquierda del punto, en el cual se quiere conocer el momento del esfuerzo producido por aquellos.

Si en el caso de la figura 20 quisiéramos conocer el momento del esfuerzo producido por los cuatro pesos sobre el centro *C* de la viga, estando este punto á un mismo lado de los dichos pesos, lo encontraríamos indistintamente por cualquiera de los dos medios indicados, siendo por el primero

Momento del esfuerzo producido en C por el peso W.. . . . . $4 \times 25 = 100$

Id. id. id. por W^1. . $3 \times 25 = 75$

Id. id. id. por W^2. . $2 \times 25 = 50$

Id. id. id. por W^3. . $1 \times 25 = 25$

Id. total. . . . . $= 250$

y por el segundo:

Resultante de los cuatro pesos = 40 toneladas en el punto E á 12'5 pies de B.

Fuerza de reaccion producida por dicha resultante sobre el apoyo A, más próximo á C que á E = 10 toneladas.

Distancia del punto C á dicho apoyo, A = 25 pies.

Valor del momento buscado $10 \times 25 = 250$ toneladas, como antes.

Analizado ya detalladamente el caso de la pieza horizontal cargada por diferentes pesos aislados, supongamos que estos pesos crezcan en número hasta que pueda imaginarse que actúa uno sobre cada elemento longitudinal de la pieza, caso que se conoce en la práctica con el nombre de *pieza cargada uniformemente en toda su longitud, ó sea, con una carga de tanto por pie longitudinal.* Claro es, conforme acabamos de indicar, que este caso no es más que la generalizacion del correspondiente á la pieza cargada con dos, tres, cinco ó más pesos; pero á pesar de esto, existen ciertas particularidades en dicho caso general que no se observan en ninguno de los particulares. Volviendo á la figura 19, recordaremos que el momento del esfuerzo producido en el centro de la viga A B por los pesos C y D que sumaban 900 toneladas, hallándose situados á la cuarta y tres cuartas partes de la longitud de la viga, á partir de cualquiera de sus estremos, era exactamente la mitad del que le corres-

ponderia en el caso de hallarse un solo peso de 900 toneladas colgado directamente de dicho centro. Ahora bien; como cada uno de los pesos *C* y *D* de 450 toneladas, puede mirarse como la resultante de un número indeterminádo de pesos iguales distribuidos sobre la semiviga á distancias tambien iguales, resulta que la pieza de la figura 19, tal y como en ella se representa cargada, ha de sufrir los mismos esfuerzos que si lo estuviera con un peso de 900 toneladas distribuido uniformemente sobre toda su longitud, de lo cual podremos deducir la siguiente regla: *El momento del esfuerzo producido sobre el centro de una viga por un peso colgado de dicho centro, es doble del que al mismo punto corresponderia si el espresado peso se repartiese uniformemente en toda la longitud de aquella.*

Trataremos de esto con mayores detalles en nuestro próximo artículo, ocupándonos además de las leyes por que se rigen los esfuerzos producidos en las piezas sostenidas por un solo estremo y libres por el opuesto, pues aunque este caso no es muy frecuente, es, sin embargo, preciso acostumbrar á los principiantes á calcular su resistencia, porque existe dicha clase de piezas, aun cuando no colocadas en direccion horizontal, en varias partes secundarias de las máquinas.

VII. (*)

Sea *A B* (figura 21) una pieza cargada uniformemente con un peso *W* por pié longitudinal, y tratemos de averiguar el esfuerzo producido en el punto *D*. Para esto, y segun antes hemos dicho, no hay más que hallar las resultantes de los pesos situados á derecha é izquierda del referido punto, y considerar la viga como en el caso de la figura 17; es decir, que hallaría-

(*) Publicado en el número correspondiente al 21 de Agosto de 1868.

mos la resultante en *E* de los pesos de la derecha, multiplicaríamos la fuerza de reaccion del pilar *A* debida á esta resultante por la distancia *A D* ó *a* y sumaríamos este producto con el que resultára de multiplicar por *D B* ó *b* la fuerza de reaccion del pilar *B* debida á la resultante de los pesos de la izquierda, cuya resultante estaria situada en el punto *F*.

Hagamos aplicacion á un ejemplo.

Sea de 200 pies la longitud de la viga; supongamos la carga de una tonelada por pie longitudinal y busquemos el momento del esfuerzo producido sobre el punto *D* colocado á 30 pies de *A*. La resultante de los pesos situados á la derecha del punto *D*, seria una fuerza de 170 toneladas que obraria en *E*, centro de la distancia *D B*, es decir, á 85 pies del punto *B*. La fuerza de reaccion de esta resultante sobre el pilar *A*, seria igual á $\frac{120 \times 85}{200} = 72'25$ toneladas, y por consiguiente, el momento del esfuerzo producido sobre el punto *D* por dicha resultante ó por los pesos colocados á la derecha de dicho punto, es $72'25 \times 30 = 2167'5$ toneladas.

Del mismo modo encontraríamos para valor del momento del esfuerzo producido en *D* por los pesos de la izquierda, la cantidad de 382'5 toneladas, y por consiguiente, para momento del esfuerzo total, la suma de ambos, ó sean 2550 toneladas. Si el momento se hubiera calculado para el centro de la viga, hubiera dado 5000 toneladas. De este ejenplo, podemos deducir una fórmula para todos los casos semejantes, y para ello sea

W el peso por unidad,
W' el peso total,
L la longitud de la viga,
a b los segmentos representados en la figura,

y tendremos:

Momento del esfuerzo producido en D

por los pesos de la derecha. . . . $\frac{W \times b \times B\,E \times a}{L}$,

Id. id. para los de la izquierda. . . . $\frac{W \times a \times A\,F \times b}{L}$,

Momento total buscado. . . . . $\frac{W \times a\,b\,(A\,F \times B\,E)}{L}$;

pero $A\,F = \frac{a}{2}$ y $B\,E = \frac{b}{2}$;

luego dicho momento será igual á $W(a+b)\frac{a\,b}{2\,L}$; y como $W(a+b) = W' =$ carga total, si llamamos M al momento buscado, resultará $M = \frac{W' \times a \times b}{2\,L}$.

Si el punto de que se trata fuese el centro de la viga, siendo entonces $a = b$, la fórmula anterior seria

$$M = \frac{W'\,a^2}{2\,L'} = \frac{W'\,L^2}{8\,L} = \frac{W'\,L}{8}$$

fórmulas que nos dan las reglas siguientes: 1.ª Para hallar el momento del esfuerzo producido en un punto cualquiera de la longitud de una viga cargada uniformemente, *Multipliquese el peso total por los dos segmentos en que dicho punto divide la longitud de la viga y dividase el producto por el doble de esta longitud.* Y 2.ª Cuando dicho punto sea el centro de la viga, *Multipliquese el peso total por la longitud y dividase por ocho.*

Como en el articulo V hemos encontrado para valor de dichos momentos suponiendo un peso único en el centro $M = \frac{W' \times a \times b}{L}$ para el caso de un punto cualquiera, y $M = \frac{W'\,L}{4}$ para el caso del centro, comparando estas fórmulas con las anteriores, resulta por la segunda comprobada la regla que partiendo de otras consideraciones establecimos al final de nuestro articulo anterior, y por la primera, que *el es-*

fuerzo producido sobre un punto cualquiera de la longitud de una viga cargada uniformemente, es la mitad del que sufriria dicho punto si todo el peso se reconcentrára en el centro de aquella. De donde se deduce, que toda viga puede soportar doble peso repartido uniformemente en su longitud, del que sostendria cargada en el centro, y tambien que los esfuerzos sufridos por dos puntos cualquiera, son entre si como las superficies de los rectángulos formados por los segmentos en que dichos puntos dividen la longitud de la viga.

Con estos datos, les será fácil á nuestros lectores resolver cualquier problema que pueda presentárseles incluso uno no analizado y que se ofrece en la práctica con bastante frecuencia, cual es el de calcular la resistencia de una viga que, además de hallarse cargada uniformemente, soporta un determinado peso sobre un punto cualquiera de su longitud. Para este caso, como para todos, el principio general es hallar el efecto producido por cada peso aisladamente y sumarlos luego para obtener el total.

Nos seria imposible, en el limitado espacio de que disponemos, el analizar uno á uno todos los diferentes casos y problemas que pueden presentarse; mas para los que hayan seguido con cuidado cuanto llevamos espuesto, no puede haber dificultad alguna en resolverlos sin otra guia que su propio discernimiento. Si fuese posible reunir y calcular todos y cada uno de los ejemplos que en la práctica se han de presentar al Ingeniero, poco ó nada tendria este que hacer y no le quedaria mucho en que dará conocer su talento, hallándose reducido á practicar un cierto número de operaciones aritméticas que se hallarian al alcance de cualquiera que hubiese leido un tratado de construcciones. Ejercitando sus propios recursos, y poniendo en juego sus conocimientos teóricos y prácticos, es como aquel debe distinguirse, y no copiando al pie de la letra los precedentes ya establecidos sin avanzar nunca de los límites trazados por sus predecesores.

No pasaremos á determinar la resistencia de las vigas, á resolver los numerosos problemas prácticos relativos á su construccion, ni á fijar la cantidad de material que requiere cada uno de los ejemplos particulares, sin examinar antes brevemente el caso de las piezas sostenidas por un solo estremo.

Sea (figura 22) una pieza de esta clase cargada en un punto cualquiera de su longitud, por un peso *W*, y tratemos de averiguar el momento del esfuerzo producido por dicho peso sobre el punto *C*. Evidentemente este es el caso de una palanca, y por tanto el momento que buscamos, será igual al peso *W* multiplicado por la distancia entre el punto en que este se halle colocado y el *C*; de modo que dicho momento será un máximo cuando lo sea la distancia *W C*, es decir, cuando el peso se suponga colocado en el estremo libre de la pieza, y el máximo momento será el que corresponda al punto *A* de apoyo de la pieza, cuando la carga se halle en el otro extremo *B*. Este máximo momento será igual al peso multiplicado por la longitud de la pieza. Si la pieza colocada en idénticas condiciones estuviera cargada uniformemente como se representa en la figura 23, el momento del esfuerzo producido en un punto cualquiera *C*, se hallaria con igual facilidad. En efecto, como en el caso de la pieza apoyada en ambos estremos, se puede sustituir á la série de pesos que obran entre dicho punto *C* y el estremo libre *B*, un peso resultante igual á la suma de aquellos y colocado en el punto *D*, siendo entonces el momento buscado igual á este peso multiplicado por la distancia *D C*. Puesto que los pesos se trasfieren todos á un solo apoyo, es evidente que los comprendidos entre este y el punto *C*, no pueden influir en el valor del momento correspondiente á este último punto. Tambien se deduce con facilidad, que el máximo esfuerzo debe corresponder al punto de apoyo *A*.

Si suponemos de ocho pies la longitud de la pieza que analizamos, y de una tonelada el peso que carga sobre ella por pie longitudinal, el momento para el punto *C* situado á tres

pies del apoyo, será de $6 \times 3 = 18$ toneladas, mientras que hubiera sido doble, ó de 36 toneladas, si el mismo peso de 6 se hubiese colgado del estremo libre *B*. Se ve, pues, que existe analogía entre la relacion que guardan en esta clase de piezas los esfuerzos para el caso de un solo peso y de una carga uniforme, con los correspondientes á las piezas apoyadas en ambos estremos. El máximo momento de la figura 23, seria en el punto *A* igual á 8 toneladas multiplicado por la mitad de la longitud, ó sea 32 toneladas, mitad tambien del máximo momento en la figura 22, suponiendo el peso de 8 toneladas en el estremo libre *B*. Es decir, que lo mismo que ya hemos dicho para las vigas apoyadas en sus dos estremos, se verifica en estas; soportarán doble peso uniformemente distribuido, del que sostendrian si se colgase de su estremo libre.

Las fórmulas para estos casos serian muy sencillas.

Llamemos W' el peso total colocado en el estremo de la pieza de la figura 22, y el distribuido uniformemente en la pieza de la figura 23; W el peso por unidad longitudinal en esta segunda pieza; L' la longitud de ambos; L la distancia $A\,C$, y M el momento de un punto cualquiera.

Para la primera pieza tendremos, respecto al punto C, $M = W\,L$; y respecto al punto de apoyo A, $M = W'\,L'$.

En la segunda, las fórmulas serán:

Para el momento en C, $M = \frac{W\,L^2}{2}$;

Para el momento en A, $M = \frac{W\,L'^2}{2} = \frac{W'\,L'}{2}$.

Siendo el momento en un punto cualquiera de una viga la fuerza con que tiende á romperse por dicho punto, de la igualacion de este momento con la resistencia que oponga la pieza á que dicha fractura se verifique, deduciremos la fuerza de la viga y dimensiones que debe dársele.

No solo el simple criterio, sino las reglas dadas anteriormente, demuestran que la resistencia de una viga á la fractura,

es inversamente proporcional á la distancia entre sus apoyos; es decir, que si una viga de 20 pies de largo se rompe bajo una carga de 100 toneladas, la misma viga se romperia con 50 toneladas de peso si se aumentase su longitud hasta 40 pies. Tampoco habrá dificultad en comprender, que la resistencia de una viga será proporcional al área de su seccion, esto es, que permaneciendo constantes todas las demás condiciones inclusas las de longitud y relacion entre el ancho y grueso, una viga de 24 pulgadas cuadradas de seccion, resistirá doble que otra de 12 pulgadas. En una palabra; la resistencia de una pieza apoyada por sus dos estremos, es directamente proporcional al área de su seccion é inversamente á la distancia que media entre los apoyos.

Hay además otro elemento importante que tener en cuenta en esta clase de piezas, y es su altura.

Suponiendo constante la carga y el área de la seccion, la resistencia de una viga estará en proporcion directa de su altura é inversa de su longitud.

La manera como el área de la seccion influye en la resistencia de la viga, es demasiado óbvia para que necesite demostrarse; pero como no sucede lo mismo respeto de la altura, vamos á investigar cómo se verifica dicha influencia, si bien antes diremos algunas palabras sobre las difentes clases de vigas.

Estas pueden ser de hierro fundido ó forjado, llevando en el segundo caso el nombre de vigas laminares. La seccion más comunmente empleada por los Ingenieros, es la de doble cabeza representada en la figura 24 y compuesta de la cabeza superior *A*, la inferior *B*, y la parte central *C*. Una viga laminar de esta seccion puede ser sólida, esto es, de una sola pieza laminada en dicha forma, ó compuesta, esto es, formada por planchas de hierro forjado y escuadras del mismo metal sujetas unas á otras por medio de roblones. Por último, en la viga compuesta puede ser la parte central continua, formada por una plancha de grueso uniforme, ó bien tener interrupciones, es

decir, estar constituida por una ó más séries de barras, en cuyo caso, no siendo tan completa la union entre las dos cabezas como si se pusiese la plancha continua, se da á la viga el nombre de imperfecta ó de enrejada, atendiendo al aspecto que presenta.

Dados estos detalles, volvamos á la demostracion que hemos dejado pendiente, y para ello sea *A B* (figura 25) una viga de hierro fundido de la seccion que acabamos de indicar como más general, y supongamos, como se supone siempre, que se encuentre cargada uniformemente en su longitud, incluyendo en dicha carga su propio peso. Por efecto de la indicada carga, se desarrollarán esfuerzos tanto en las cabezas como en la parte central; pero limitándonos nosotros por ahora á determinar los primeros, busquemos el que obra en el punto *P*, punto que divide la longitud de la viga en dos segmentos *a* y *b*. Este esfuerzo será horizontal en direccion, é igual en intensidad para ambas cabezas, pero de distinta naturaleza, esto es, tenderá á comprimir la superior y á estirar la inferior. Siendo iguales los esfuerzos en ambas cabezas, y mayor la resistencia del hierro fundido para las presiones que para las tensiones, de aquí el que en las vigas del espresado material se dé más longitud á la cabeza inferior que á la superior (figura 24), circunstancia cuya necesidad veremos otra vez confirmada, cuando tratemos del área de la seccion trasversal.

Para hallar el esfuerzo que sufre una cualquiera de las dos cabezas en el punto *P*, no tenemos más que igualar, como antes digimos, el momento total del esfuerzo sobre dicho punto, con la resistencia á romperse que en el primero ofrece la viga á causa de su peso y altura. Ahora bien; el momento en el punto *P*, es igual á la fuerza de reaccion en *A*, multiplicada por el segmento *a*, y lo que se opone á este momento, es el esfuerzo que buscamos multiplicado por la altura de la viga más el peso del segmento *A P*.

Si llamamos, pues,

W la carga total que sufre la viga incluyendo su propio peso,

L la longitud $= a + b$,

D la altura,

S el esfuerzo horizontal sobre las cabezas (que es lo que se busca),

P el peso del segmento A,

tendremos:

$$\text{Momento en } P = \frac{W}{2} \times a.$$

Fuerza que se opone á este momento $S \times D + P \times \frac{a}{2}$.

Igualando

$$\frac{W}{2} \times a = S \times D + \frac{P\,a}{2}$$

de donde

$$S = \frac{W\,a}{2\,D} - \frac{P\,a}{2\,D} = \frac{a}{2}\left(\frac{W - P}{D}\right).$$

Pero

$$P = \frac{W\,a}{a+b},$$

y por consiguiente

$$S = \frac{a}{2\,D} \times \frac{W(a+b) - W\,a}{a+b} = \frac{W\,a\,b}{2\,L\,D}.$$

Es decir, que para hallar el esfuerzo sobre una de las cabezas en un punto dado, es preciso *multiplicar el peso total por el rectángulo formado con los segmentos en que dicho punto divida la longitud de la viga, y dividir el producto por el que resulte de multiplicar por la altura de la viga el doble de su longitud.*

Si se tratase, por ejemplo, de una viga de 50 pies de longitud, cargada uniformemente á razon de una tonelada por pie, y se quisiera hallar el esfuerzo sobre las cabezas en un punto distante respectivamente 10 y 40 pies de los estremos,

en cuyo punto la altura fuese de 5 pies, tendriamos para valor de dicho esfuerzo $\frac{50\times10\times40}{2\times5\times50}=40$ toneladas.

Los límites del valor de S en la fórmula anterior, serán: uno cuando $a=0$ y $b=L$ y otro cuando $a=b=\frac{L}{2}$; en el primer caso, que se refiere á los estremos de la viga, $L=0$, y en el segundo, que es el esfuerzo en el centro, $S=\frac{WL}{8D}$.

De esta última fórmula se deduce que para hallar el esfuerzo que actúa sobre el punto medio de la cabeza de una viga como la de que tratamos, es preciso *multiplicar la carga total por la longitud, y dividir el producto por ocho veces la altura.*

En el ejemplo antes propuesto, dicho esfuerzo seria

$$S=\frac{50\times50}{8\times5}=62'5 \text{ toneladas},$$

en el supuesto de que la altura de la viga en el centro fuese tambien de 5 pies.

Aprovechamos esta ocasion para advertir á los principiantes la conveniencia de escribir siempre los cálculos que hagan con toda claridad, estampando cifras limpias é inteligibles, de modo que caso de no convenir los resultados que se obtengan, sea fácil averiguar si procede de un mal razonamiento teórico ó de una equivocacion material. La mejor manera de llevar los cálculos, ó por lo menos la más cómoda, es la de estamparlos ordenadamente en un libro donde puedan encontrarse fácilmente, evitando así mucho tiempo y trabajo cuando hay que repasarlos dos y más veces, como es muy comun que suceda cuando se trata de calcular un puente, una cubierta de edificio ú otra clase de obras.

VIII. (*)

Hemos determinado en los artículos anteriores los esfuerzos que obran sobre las vigas valiéndonos del cálculo que, ejecutado con toda correccion, dará resultados matemáticamente verdaderos. Hay, sin embargo, otro método de llegar al resultado apetecido, el cual se emplea muchas veces con menos trabajo mental y material, método que se conoce con el nombre de geométrico, y que en ciertos casos en los que se trata de estudiar una organizacion complicada de cercha, es el único aplicable para determinar los esfuerzos.

Debemos, sin embargo, añadir que todo el valor de este elegante y sencillo método, depende absolutamente de la exactitud con que se haga el dibujo sujeto á escala; y aunque se pone como una objecion al mismo, el que no es susceptible de la estremada precision que da el cálculo, es aquella más especiosa que real, siendo á menudo solo un pretesto de los que no saben ó no quieren manejar el tiralíneas y el compás, ó de los que no poseen la teoría del ejemplo, que vayan á estudiar lo bastante al menos para seguir paso á paso la marcha de los esfuerzos. Esta última circunstancia es una de las grandes ventajas que tiene para nosotros el método geométrico, puesto que se necesita para su aplicacion algo más que ideas superficiales del caso que se analiza.

En efecto, por este medio no pueden encontrarse los esfuerzos de una sola vez, sino que es preciso remontarse al orígen y trazar sucesivamente cada una de las líneas de la figura, puesto que á la determinacion de una fuerza final, en intensidad y direccion, ha de preceder la de todas las que so-

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 2 de Octubre de 1868.

bre ella influyan. Esto no sucede en el cálculo, donde cualquiera puede tomar una de las reglas prácticas que tenemos dadas y averiguar por medio de ella el esfuerzo que busca sin tener la menor idea de los datos que sirvieron para su establecimiento, ni nociones siquiera del modo como la posicion de la carga influye sobre la resistencia de la pieza.

La determinacion de los esfuerzos horizontales en las cabezas de una viga despreciando los producidos sobre la parte central, caso analizado en nuestro artículo anterior, es tan sencilla que rara vez se aplica á ella el método geométrico; pero con objeto de dar una idea de este método y que sirva como preliminar á las aplicaciones que del mismo hemos de hacer en los artículos siguientes, vamos á emplearle en dicho caso tomando al efecto el ejemplo de la figura 26.

A B E F representa una viga semejante á la de la figura 25. Su tiro es de 50 pies, la altura de 5 pies y se supone cargada en el centro con un peso de 25 toneladas. Vamos á determinar por el método geométrico los esfuerzos que actúan sobre las cabezas *B E*, *A F* en puntos distantes 5 pies unos de otros y comparar luego los resultados con los que nos dé la aplicacion de las reglas que para semejante caso tenemos ya determinadas anteriormente. Lo primero que hay que hacer, es elegir una escala por la cual se tracen y midan las distintas fuerzas. Esta depende en gran parte de la que se adopte para el trazado de la figura, teniendo al mismo tiempo en cuenta que, hasta un cierto límite, los resultados serán tanto más exactos cuanto mayor sea aquella escala; y decimos hasta un cierto límite, porque si se adoptase una muy grande, se caeria en el inconveniente de cometer los errores que son naturales en la prolongacion de las líneas. En la figura esta escala es de 20 toneladas por pulgada.

El peso de 25 toneladas en el centro, hará nacer sobre los apoyos fuerzas de reaccion de 12'5 toneladas, fuerzas que se representarán en intensidad y direccion por las líneas *A C* y

F D cuya magnitud habremos tomado en la escala antes citada; hecho lo cual uniremos los puntos *C* y *D* por la linea de trazos *C D*. Si por el punto *A* tiramos rectas que corten á la *B C* en los puntos 1, 2, 3, 4, 5, distantes 5 pies unos de otros, y prolongamos dichas rectas hasta encontrar á la linea *C D*, las distancias *C G*, *C H*, *C J*, *C K* y *C L*, representarán respectivamente los esfuerzos horizontales que sufre la cabeza superior de la viga en cada uno de los puntos 1, 2, 3, 4 y 5.

Midiendo estas distancias en la escala de las fuerzas, encontraremos ser de 12'5, 25, 37'5, 50 y 62'5 toneladas, comprobando la exactitud del procedimiento geométrico, el que siendo de 50 toneladas el esfuerzo correspondiente al punto 4 la linea *A* 4 corta á la *C D* exactamente en el punto *K*, mitad de dicha linea, como debia suceder, puesto que su longitud efectiva de 5 pulgadas representa una fuerza de 100 toneladas en la escala de las fuerzas. Hallándose en las mismas condiciones la otra media viga, se hace inútil repetir para ella la operacion.

Comparando estos resultados con los del cálculo, resultarán iguales. En efecto, puesto que el peso está en el centro, los esfuerzos en los puntos 1, 2, 3, etc., serán iguales á la reaccion del apoyo *A* multiplicado por cada una de las distancias *B* 1, *B* 2, *B* 5, etc., y dividido por la altura de la viga, es decir, que serán para el

$$\text{punto 1....} \frac{12'5}{5} \times 5 = 12'5$$

$$\text{para el 2....} \frac{12'5}{5} \times 10 = 25$$

$$\text{para el 3....} \frac{12'5}{5} \times 15 = 37'5$$

$$\text{para el 4....} \frac{12'5}{5} \times 20 = 50$$

$$\text{para el 5....} \frac{12}{5} \times 25 = 62'5$$

Los esfuerzos sobre la cabeza inferior se hallarán del mismo

modo tomando $E K' = B N = 12'5$ toneladas, tirando $K' N$, dividiendo $F R$ en 5 partes iguales, uniendo los puntos de division con P y prolongando estas líneas hasta encontrar á $N K'$. Las distancias $P' G'$, $P' H'$, $P' J'$, $P' K'$ y $P' L'$, darán la medida de dichos esfuerzos, probando al mismo tiempo que son iguales á los que sufre la cabeza superior, aunque ejerciendo su accion en sentido contrario, es decir, que mientras los últimos son de tension, los primeros comprimen la pieza. Es igualmente fácil observar que el esfuerzo que obra en el centro $P P'$, es igual al que produciria un peso doble uniformemente distribuido. La inspeccion de la figura nos dará tambien á conocer la forma más conveniente que pueda darse á la viga para resistir un peso en el centro de su longitud. Puesto que la resistencia es proporcional á la superficie de la seccion trasversal, y los esfuerzos sufridos por la viga van disminuyendo del centro á los estremos, evidente es que para obtener una economía de material sin perjuicio de la solidez, debe la espresada superficie variar disminuyendo en el mismo sentido antes indicado. Esta disminucion, suponiendo que el espesor de la viga permanezca constante, se hará acortando la altura de aquella, y para conocer la relacion en que debe esta variar desde los estremos al centro, fijémonos en la cabeza superior de una viga (figura 27) cuya cabeza supondremos horizontal y dividida en cinco partes iguales.

Si valiéndonos de una escala cualquiera tomamos sobre las verticales de dichos puntos 1, 2, 3, 4, etc. magnitudes que representen los esfuerzos que obran en cada uno de dichos puntos, todos los estremos de estas líneas se hallarán en la recta que une el punto A con el 5, y por consiguiente, si se tira la otra línea 5 B resultará que la forma de viga capaz de resistir con la menor cantidad de material los esfuerzos calculados sobre la cabeza superior de la figura 26, seria el triángulo A 5 B de la figura 27. Si hubiésemos tomado como horizontal la cabeza inferior, el mismo procedimiento nos hubiera

llevado al triángulo dibujado con líneas de trazos en la misma figura 27. Si en estos dos casos tuvieran las dos cabezas de la viga la resistencia suficiente para sufrir los esfuerzos trasversales, podria suprimirse por completo su parte central y quedaria entonces el ejemplo más sencillo de cercha; pero de esto ya trataremos más adelante. En vez de hacer variable la altura de la viga para disminuir el área de la seccion trasversal, puede quedar aquella constante y conseguir la variacion acortando del centro á los estremos el ancho de las cabezas, único medio aceptable puesto que el espesor de las mismas debe permanecer uniforme en toda su longitud, especialmente en las de hierro fundido. Para una viga, pues, en que la altura no variase, la forma de la superficie que presentase la cabeza seria la de dos triángulos unidos por su base, la cual estaria en el punto donde se colocase el peso. Esto puede verse fácilmente haciendo una figura especial al efecto (1).

El caso de mayores aplicaciones es el de una viga cargada uniformemente; y si la suponemos de fundicion, resultará como en el anterior, que haciéndose esta generalmente de igual altura en toda su longitud, y no siendo posible que varíe el espesor de las cabezas si se esceptúa un pequeño redondeo en cada uno de sus lados, preciso es que la anchura de aquellas deje de ser constante si se quiere economizar el hierro, puesto que ya sabemos que el esfuerzo sufrido por dicha viga en este caso, es como en el anterior decreciente desde el centro á los apoyos. Hemos visto que este esfuerzo, apreciado horizontalmente, varia de un punto á otro de la cabeza en proporcion del rectángulo formado por los segmentos en los cuales dividen dichos puntos la longitud de la viga, y por consiguiente el esfuerzo que obra en un punto seria al de otro, en la misma relacion que el producto de los cuatro segmentos toma-

(1) El que quiera investigar este asunto analíticamente, puede acudir á la escelente obra de Mr. Stoney *Teoria de los esfuerzos*.

dos dos á dos. En la figura 29 se representa la cara superior correspondiente á la cabeza de una viga de 50 pies de largo que ha de sufrir una carga distribuida uniformemente en toda su longitud á razon de una tonelada por pie. Esta figura se ha construido dividiendo la linea *A B* en 10 partes iguales; calculando por las reglas dadas los esfuerzos que deben obrar por efecto de la carga sobre cada uno de los puntos de division 1, 2, 3, etc., esfuerzos que resultan iguales respectivamente á 22'5, 40 52'5, 60 y 62'5 toneladas para la semiviga de la derecha y los mismos números para la de la izquierda; tomando sobre las líneas *P P* á un lado y otro del eje *A B* la mitad de dichos esfuerzos, y uniendo por último con dos curvas los estremos *P P*, etc. Si el dibujo se hace con exactitud estas curvas serán dos parábolas, y nos dirán que los esfuerzos sobre los puntos correspondientes á la cabeza de una viga cargada uniformemente, varian en relacion de las ordenadas de una parábola.

Si hubiéramos supuesto en este caso que permanecia constante el espesor y ancho de la cabeza, hubiera sido preciso variar la altura de la viga para obtener el mismo resultado de igualdad de resistencia en todos los puntos de su longitud, y un procedimiento análogo al anterior nos hubiera hecho ver que una de las cabezas de la viga tomaba la forma de parábola en vez de permanecer en línea recta como en el caso de una altura constante. Esta última clase de vigas se conoce con el nombre de vigas curvas, y de ellas la más sencilla es la de arco ó sea aquella en que una de las cabezas sigue una direccion recta y la otra una parabólica, aun cuando en la práctica, y para mayor sencillez en la construccion, se convierta el arco de parábola en otro de círculo.

Determinados ya los esfuerzos, no ofrece dificultad el encontrar la cantidad necesaria de metal, ó sea el número de pulgadas cuadradas de la seccion de las cabezas, puesto que todo se reduce á dividir el esfuerzo por el número de toneladas

que por pulgada cuadrada puede resistir con seguridad la clase de material que va á emplearse.

Como la tonelada y la pulgada cuadrada son las unidades de peso y de superficie usadas por todos los Ingenieros en sus cálculos, llamaremos para mayor sencillez unidad de resistencia de un material, al número de toneladas que con seguridad puede soportar por pulgada de seccion, unidad que para el hierro fundido sometido á tensiones, es de 1'5 toneladas.

Por consiguiente, si el esfuerzo en el centro de una viga de este último material, hemos calculado ser de 62'5 toneladas, el número de pulgadas cuadradas que debe darse á la cabeza inferior de aquella, es de $\frac{62'5}{1'5} = 41'66$ ó prácticamente 42 pulgadas.

Esta cantidad debe ser el área en limpio, área que debe distinguirse de la verdadera llamada área en bruto. La primera es la superficie que queda en disposicion de resistir, esto es, la que resulte deduciendo de la segunda los roblones y los agujeros de los pernos situados en una misma línea trazada segun la anchura de la cabeza de la viga. En las de hierro fundido apenas existe la necesidad de hacer caso de la diferencia entre dichas áreas, puesto que no es posible abrir más de un agugero de $\frac{3}{4}$ de pulgada en la misma línea trazada sobre la anchura de la cabeza inferior. Los taladros en la parte central de la viga no tienen influencia porque esta parte se construye siempre con un esceso de resistencia sobre la que teóricamente le corresponde.

IX. (*)

Aquellos de nuestros lectores que han estudiado las primeras obras referentes á esfuerzos sobre las vigas, no habrán podido menos de observar que dan escasas noticias, y en muchos casos ni hacen mérito siquiera de las fuerzas que obran sobre la parte central de aquellas. Esto proviene sin duda de que los primitivos estudios se hacian sobre vigas sólidas ó de una sola pieza y solo cuando despues de algun tiempo se introdujo el hierro forjado como material de construccion, fué preciso dedicar alguna atencion á esta parte tan esencial. Puede asegurarse que la viga enrejada fué la que primero obligó á los Ingenieros á ocuparse de la manera cómo los esfuerzos obraban sobre la parte central de la viga, puesto que de su exacto conocimiento y del perfecto enlace de las piezas, depende la importancia y economía de dicho tipo. En la mayor parte de los casos la seccion de una viga sólida debe ser igual y frecuentemente mayor en superficie á la exigida por la teoría, y los Ingenieros estaban seguros de conseguir esto, dando á la parte central un espesor uniforme y cuidando únicamente de que fuese bastante resistente.

Pero siendo los esfuerzos sobre dicha parte de sumo interés en las vigas compuestas, debemos ocuparnos de ella teniendo en cuenta, segun ya antes indicamos, que los que se producen sobre las cabezas de esta clase de vigas, son idénticos bajo igualdad de circunstancias á los calculados para el caso de las vigas sólidas, resultando la misma forma de la figura 29 para las cabezas de una viga compuesta cuya altura fuese constante y en la que se deseara igual resistencia en todos los puntos de su longitud suponiéndola cargada uniformemente.

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 13 de Noviembre de 1868.

Las vigas de doble cabeza compuestas pueden ser de dos clases: unas cuya parte central es una plancha continua, y otras en que dicha parte se halla interrumpida constituyéndola una série de barras cuya disposicion hace que se dé á las vigas en general el nombre de *imperfectas* ó *enrejadas* y de *celosía*, en algun caso particular. Difícil es, ó por lo menos nunca se ha llegado á conocer con exactitud, el cómo se trasmiten los esfuerzos de un punto á otro, ó lo que es lo mismo, desde el centro á los apoyos por el intermedio de la plancha central de una viga de las de la primera clase; pero por lo menos se sabe que aquellos participan en cierto modo de la naturaleza y direccion de los que se desarrollan en la parte central de las enrejadas (1).

Si miramos la fuerza trasversal, ó lo que es lo mismo, la de flexion como el orígen de todos los esfuerzos que pueden actuar sobre una viga de doble cabeza, bien se la suponga sostenida por ambos estremos, bien por uno solo y libre por el otro, encontraremos que aquellos se reducirán todos á tres, uno vertical ó de fractura, otro horizontal sobre las cabezas y otro diagonal sobre la parte central. Antes de seguir más adelante, será bueno considerar algo más detenidamente estos tres esfuerzos y conocer las relaciones mútuas que entre si guardan.

Sea *A B* (figura 28) el esfuerzo vertical ó de fractura, esfuerzo siempre igual para cada punto al peso que carga sobre toda la longitud de la viga comprendida entre dicho punto y el centro de la misma; *A C* el esfuerzo diagonal y *A D* el horizontal sobre las cabezas. Del principio de la resultante de dos fuerzas, se deduce que la diagonal *A C* puede sustituirse por las dos componentes *A B*, *A D*, lo cual es en sí mismo una

(1) Aquellos de nuestros lectores que deseen tratar á fondo esta cuestion, pueden estudiar el discurso leido por Mr. Heppel ante la Sociedad de Ingenieros civiles y publicado en las *Transactions* de dicha corporacion.

circunstancia que comprueba el supuesto sobre el modo que tienen de propagarse los esfuerzos en la plancha central contínua de una viga compuesta.

Conocido el valor de uno de estos esfuerzos, pueden averiguarse los otros dos sencillamente. Sea, por ejemplo, de 20 toneladas el esfuerzo vertical representado por *A B* en la figura 28; tírese la línea *A C* á 45° y la magnitud *A C* 28'20 toneladas será el esfuerzo diagonal, así como si se completa el cuadrado *A D C B*, *A D* será el esfuerzo horizontal sobre las cabezas. Veremos más adelante que este medio puede seguirse para llegar á conocer los esfuerzos que actúan sobre las barras del enrejado de una viga compuesta imperfecta; pero no es aplicable á la determinacion de los que obran sobre la parte central en las vigas en que esta parte es contínua. Para estos últimos se parte del supuesto que aun cuando la fuerza trasversal ó de flexion ha de producir sobre ella esfuerzos diagonales, estos esfuerzos se pueden considerar como verticales y tendiendo á cortar dicha plancha central de arriba á abajo en una línea vertical. Si esta hipótesis es ó no exacta, no es del caso discutirlo; basta saber que si la plancha central se hace de la suficiente resistencia para soportar dicho esfuerzo vertical de fractura, lo será tambien para resistir el diagonal en cualquiera direccion que obre.

Bajo este supuesto, pues, vamos á calcular el esfuerzo de fractura que sufre la plancha central de una viga compuesta de doble cabeza en los dos casos de hallarse aquellos sosteniendo una carga fija uniformemente distribuida ó sea una carga muerta, y el de que se la someta á una variable ó movible, llamada carga viva por oposicion á la primera.

PRIMER CASO.—*Carga uniformemente distribuida.*

Hemos dicho que el esfuerzo vertical de fractura en cualquiera punto de una viga era igual al peso total colocado entre

dicho punto y el centro de aquella; es decir, que si la figura 30 representa la elevacion de una viga de hierro forjado, el esfuerzo sobre la plancha central en el punto *E F* será igual á todo el peso que se halle distribuido en la distancia *Y* ó sea desde dicho punto *E F* al centro *A B*. Si por consiguiente la carga uniformemente distribuida lo está á razon de una tonelada por pie longitudinal y la magnitud *Y* equivale á 10 pies, el esfuerzo de fractura sobre la plancha central en el punto *E F* equivaldrá á 10 toneladas. La razon es muy sencilla: los pesos y todos los esfuerzos producidos por los mismos, trasmitiéndose á los apoyos por el intermedio de la plancha central de la viga, el esfuerzo de fractura sobre un punto cualquiera de dicha plancha será tanto mayor cuanto más se aproxime á dichos apoyos, en cuyos puntos estremos será un máximo, é igual como ya se ha dicho á la mitad del peso total uniformemente distribuido. El esfuerzo de fractura sobre el punto *E F* será por consiguiente menor que el que obra en el apoyo *E*, puesto que el peso de la seccion de la viga comprendida entre ambos puntos y la carga que la misma seccion soporta no influyen sobre el mencionado esfuerzo, y tendremos que para hallar este habrá precision de encontrar dicha diferencia ó sea restar del esfuerzo de fractura en dicho apoyo *E*, representado por el peso de la semiviga, el peso sobre la seccion *E F*, lo cual equivale á tomar desde luego como medida del esfuerzo buscado el peso que actúa sobre la seccion *A E*. Podemos, pues, fijar como regla, que en el caso de una carga uniformemente distribuida el esfuerzo de fractura sobre un punto cualquiera de la plancha central, se encontrará multiplicando el peso que obra sobre cada pie longitudinal por el número de pies comprendidos entre dicho punto y el centro de la viga. De lo dicho se desprende que el mencionado esfuerzo de fractura en un punto cualquiera es proporcional á la distancia de dicho punto al centro, siendo un máximo para los apoyos y nulo para el punto central. Esta proporcionalidad se verifica en todas las vigas rectas,

es decir, en aquellas cuyas cabezas siguen ambas una direccion rectilínea; pero cuando esto no se verifica, es decir, cuando una ó las dos cabezas son curvas, entonces la direccion ó intensidad de los esfuerzos sobre la plancha central varía bastante de lo que acabamos de indicar.

Volviendo al caso de la figura 30, tendremos que, variando el esfuerzo de fractura de 0 á 15 toneladas en la distancia *B E* proporcionalmente á la magnitud *Y*, podremos encontrar geométricamente el valor de dicho esfuerzo para un punto cualquiera por medio de la figura 31, en la que *D C* representa 15 pies, semilongitud de la viga, y *C E* 15 toneladas, esfuerzo de fractura en el apoyo. Tirando la línea *D E*, las ordenadas de esta línea representarán los esfuerzos de fractura en un punto que diste del centro de la viga la magnitud de la abscisa correspondiente á dicha ordenada. En esta figura se miden los esfuerzos en la escala de 20 toneladas por pulgada.

Pasemos ahora á examinar el segundo caso, esto es, el de una carga movible como sucede á cualquiera viga de un puente de ferro-carril en el momento de pasar el tren sobre ella.

Despreciando por un momento el peso propio de la viga, y suponiendo que la carga móvil entrando por *D* haya llegado hasta el punto *E F* cubriendo toda la seccion de viga comprendida entre ambos puntos, es evidente que resultando libre de toda carga la otra seccion, el esfuerzo de fractura sobre *E F* será exactamente igual al trasmitido al apoyo *E*, puesto que nada hay que restar de él, pero diferente del que corresponde al caso de la carga uniforme. En efecto; para este último, hemos calculado en 10 toneladas el valor de dicho esfuerzo en la figura 30, y para el primero, suponiendo que la carga móvil haya llegado hasta cubrir la seccion *D F*, será de

$$\frac{1 \times 25 \times 25}{2 \times 30} = 10'41 \text{ toneladas},$$

esto es, 41 centésimos de tonelada mayor.

Es decir, que si una carga movible ocupa una cierta esten-

sion de la viga, el esfuerzo de fractura sobre la plancha central en el punto estremo de dicha carga, es mayor que si esta última se hallase uniformemente distribuida sobre toda la longitud. La diferencia entre ambos esfuerzos es siempre igual á la carga por unidad de longitud multiplicada por el cuadrado del segmento menor de la viga y dividido por el doble de la longitud, segun se desprende del siguiente cálculo aplicado á la figura 30:

Sea W el peso por unidad longitudinal.

L, longitud de la viga.

a y b, segmentos en que queda dividida por el punto E F; de modo que a = segmento mayor $= \frac{L}{2} + Y$

$$b = \text{segmento menor} = \frac{L}{2} - Y.$$

Esfuerzo de fractura en EF suponiendo la carga movible ocupando todo el segmento a. . . $W \times a \times \frac{a}{2L} = \frac{Wa^2}{2L}$ (H)

Esfuerzo de fractura en el mismo punto suponiendo la carga uniformemente distribuida sobre toda la longitud. . . . . $W\frac{a-b}{2}$

Diferencia entre ambos esfuerzos $D = \frac{Wa^2}{2L} - \frac{W(a-b)}{2} = \frac{Wb^2}{2L}$

diferencia que, aplicada al ejemplo anterior, será

$$D = \frac{1 \times 5^2}{2 \times 30} = 0'41,$$

como antes hemos encontrado.

El esfuerzo de fractura sobre un apoyo, sería $\frac{WL}{2}$ y sobre el punto centro igual á $\frac{WL}{8}$, puesto que en estos casos sería

respectivamente $a = L$, $a = \frac{L}{2}$ en la fórmula *H*.

Agregando al esfuerzo encontrado para la carga movible el que le corresponda por la permanente que obra sobre la viga, calculado como antes se ha dicho, tendremos completo este segundo caso. Así, suponiendo que la viga de la figura 30 sufre una carga permanente contando su propio peso de 25 céntimos de tonelada por pie longitudinal, el total esfuerzo de fractura en el punto *E F* cuando la carga móvil cubra todo el segmento mayor será $\frac{1 \times 25 \times 25}{2 \times 30} + 0'25 \times 10 = 10'41 + 2'5 = 13$ toneladas en números redondos.

Cuanto mayor sea el segmento cubierto, mayor será también el esfuerzo trasmitido á los apoyos, siendo este un máximo é igual á la mitad del peso cuando la carga cubra toda la longitud de la viga.

El esfuerzo de fractura en el centro de la viga será igual, como antes digimos, á $\frac{W L}{8}$, es decir, á la octava parte del peso total cuando se trata de una carga móvil, mientras que si esta se halla uniformemente distribuida, hemos visto que dicho esfuerzo era nulo, puesto que $Y = 0$.

Lo que acabamos de esponer es todo lo más importante relativo á los esfuerzos que obran sobre la plancha central de una viga compuesta; en nuestro próximo artículo nos ocuparemos de las reglas que rigen para el caso de que esta plancha deje de ser contínua y se convierta en una série de barras, constituyendo, como antes digimos, una viga compuesta imperfecta ó enrejada.

X. (*)

El estudio de los esfuerzos que obran sobre el enrejado de una viga, nos conduce al de las cerchas, tipo de construccion que no fué bien entendido ni analizado hasta que el empleo, cada vez en mayor escala, del hierro forjado, obligó á verificar dicho estudio con todo detalle. Al principio se miraban con recelo todas las construcciones cerchadas, aun por aquellos de quienes debia suponerse las conocian mejor. Fueron virtualmente rechazadas por la Comision nombrada para el estudio de aplicacion del hierro forjado á las obras de los ferro-carriles, y durante mucho tiempo quedaron completamente oscurecidas por sus rivales, más pesadas, más toscas y podemos decir de peor aspecto; pero despues de conocidas y estudiadas han ido ganando terreno, y hoy se admiten por todos como el tipo que permite hacer la determinacion más exacta y completa de la intensidad y direccion de las fuerzas y de la distribucion del material.

La cercha, ó en general la construccion cerchada, puede definirse como la que permite que las fuerzas obren únicamente en el sentido de la longitud de las diferentes piezas que componen el sistema. Y no se entienda por esto que ninguna de dichas piezas ha de sufrir esfuerzos de flexion, porque indudablemente lo soportan aunque no sea más que el debido á su propio peso, sino que este esfuerzo ha de ser tan pequeño que pueda despreciarse en el cálculo, pues de no ser así por cualquiera causa, es preciso contrarestarle sacrificando alguna de las condiciones que han de llenar las diferentes piezas, perdiendo por consiguiente en parte las ventajas que presenta el sistema completo.

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 11 de Diciembre de 1868.

Un ejemplo aclarará esto. El menor número de elementos que pueden constituir una cercha son tres, y de todas las figuras que con ellos pueden hacerse, el triángulo es la que mejor se adapta al objeto, porque su forma no puede alterarse mientras no varíe la longitud de sus lados. Tambien puede constituir una cercha cualquiera figura poligonal, regular ó irregular, simétrica ó careciendo de simetría.

Representemos en la figura 32 el tipo cerchado más sencillo; es decir, el de forma triangular constituido por tres barras *A B*, *B C* y *A C* unidas por pernos en los puntos *A*, *B* y *C* y cargado por un peso que cuelga del vértice *C*. A causa del enlace de las tres piezas, la accion del peso se trasmitirá á los puntos *A* y *B* estirando las barras *A C* y *B C* y comprimiendo la *A B*, es decir, ejerciendo las dos primeras el oficio de tirante y la tercera el de puente.

Los esfuerzos de tension y compresion se llaman ordinariamente esfuerzos contrarios, y se representan en los cálculos con los signos *menos* y *más* respectivamente.

Para calcular el esfuerzo que actúa sobre *A B*, no deben tomarse en cuenta las tensiones que sufren cada uno de los tirantes *A C* y *C B*, sino únicamente la de uno de ellos, puesto que la del otro puede considerarse destruida por el punto fijo correspondiente *A* ó *B*.

El triángulo *A B C* puede considerarse en sí mismo como un pequeño cuchillo, en el cual es fácil calcular los esfuerzos que sufre cada pieza.

Sea para ello de 10 toneladas el peso que cuelga en *C*, y puesto que esta carga se halla situada en el punto medio entre *A* y *B*, segun los principios ya sentados, se ha de repartir en partes iguales entre dichos puntos, y por consiguiente, las fuerzas de reaccion que en ellos se produzcan serán de 5 toneladas. Si tomamos, pues, *B D* = 5 toneladas en la escala de la figura, que es de 10 toneladas por pulgada de longitud, y tiramos *D E* paralela á *B C*, las magnitudes *D E* y *E B* iguales

respectivamente á 7 y 5 toneladas, nos darán los esfuerzos de tension del tirante $C\,B$ y de compresion de la tornapunta $A\,B$. El segundo tirante $A\,C$ sufrirá una tension igual á $C\,B$, que podremos considerar destruida por el punto fijo A.

Tambien puede conocerse la intensidad de estos esfuerzos tomando $C\,F$ igual á todo el peso que carga en C; es decir, á 10 toneladas; tirando $F\,H$ paralela á $C\,B$ y por el punto H, $H\,K$ paralela á $A\,B$, entonces los tres lados $F\,K$, $K\,H$ y $H\,F$ del triángulo $F\,H\,K$, serán respectivamente la fuerza de reaccion sobre los pilares, la compresion que sufre la pieza $A\,B$ y la tension de los tirantes $A\,C$ y $B\,C$.

En general, representando por W el peso colgado en C, por L la longitud $A\,B$, por D la $C\,F$ y por θ el ángulo $A\,B\,C$, tendremos:

Fuerza de reaccion en A ó B. . . . . $\frac{W}{2}$

Tension de cualquiera de las piezas $A\,C$ ó $C\,B$. . $\frac{W}{2}$ cosec. θ

Presion de la pieza $A\,B$. . . . . $\frac{W}{2}$ cotang. θ

y como tang. $\theta = \frac{2\,D}{L}$, resultará para presion de la pieza

$$A\,B = \frac{W \times L}{4 \times D}.$$

Es decir, la misma que sufriria en el centro una viga de longitud L y altura D cargada del peso W en dicho punto medio.

En la figura 32 hemos supuesto que todos los esfuerzos obran en direccion de la longitud de las piezas y que estas no sufren flexion alguna; pero si la dimension de las tres piezas fuera tal que á causa de su mismo peso ó de alguno adicional pudieran doblarse siguiendo las líneas de trazos de la figura, estos esfuerzos de flexion complicarian grandemente el cálculo y destruirian de hecho el principal objeto de la cercha. Por consiguiente, en la práctica es indispensable que no existan

semejantes fuerzas y una cercha no podrá llamarse tal, interin no se consiga que todos y cada uno de los elementos de que se compone sufran únicamente esfuerzos en sentido de su longitud, bien de compresion, bien de traccion, en una palabra, mientras no se haya conseguido evitar la flexion de dichos elementos. Esto se obtiene en las piezas largas sometidas á presiones dándolas una seccion suficiente para que no se doblen ó bien introduciendo en la composicion de la cercha principal otras secundarias que dividan las espresadas piezas en varias secciones de corta longitud, pero sin que modifiquen en nada la trasmision de los esfuerzos de un estremo al otro.

Así es, que en la figura 32, por ejemplo, en vez de sostener la pieza *A B* con un solo triángulo *A C B* cuando la longitud de aquella fuese muy grande, se dividiria en secciones y cada una de ellas seria la base de un triángulo menor, constituyendo el todo una viga horizontal imperfecta ó enrejada. El número de cerchas secundarias, dependeria en este caso de la longitud de la pieza *A B*, teniendo en cuenta que las diferentes secciones en que ésta queda dividida no pueden ser muy largas, porque entonces no daria resultados exactos el suponer que la carga sobre los diferentes vértices de los triángulos era como si se hallase uniformemente distribuida.

Si se invierte la figura 32, es decir, que el vértice *C* queda sobre la pieza *A B* en vez de quedar debajo, el cálculo de los esfuerzos se verificará del mismo modo y los resultados que se obtengan serán en intensidad lo mismo que para el caso anterior, solo que tendrán signos contrarios, es decir, que las dos piezas *A C* y *C B* obrarán como tornapuntas, y la *A B* como tirante. Esta inversion de dicha figura representada en la 35, es la forma más sencilla de armadura para la cubierta de un edificio, compuesta de dos pares y un tirante, y como es un caso muy frecuente, nos parece oportuno dar aquí la medida de los esfuerzos que sufre en funcion del tiro y altura de la cercha y de la longitud del par. En este caso, hay, sin embargo, alguna

diferencia con el anterior, y es que allí hemos supuesto todo el peso reunido en el vértice C, mientras que en este se halla uniformemente distribuido sobre los pares $A\ C$ y $C\ B$, lo cual introduce ligeras modificaciones en el cálculo de los esfuerzos. Supongamos, por ejemplo, que es de 20 toneladas el peso distribuido sobre los pares ó sea 10 toneladas en cada uno. Considerando este último reunido en el centro de gravedad E del par, ó sea en su punto medio, podemos representarle por la magnitud $E\ H$, y tirando $H\ A$ paralela á $C\ B$, los tres lados $A\ F$, $A\ H$ y $F\ H$, medirán respectivamente la tension del tirante, las presiones de los pares y la fuerza de reaccion de los apoyos A y B. Tambien hubiéramos podido llegar á los mismos resultados valiéndonos de las reacciones que el peso de 10 toneladas hace nacer en los puntos A y C, de las cuales la segunda es destruida por otra igual y contraria procedente del peso que carga sobre el otro par. Entonces, tomando $A\ D$ igual á la reaccion en A, fuerza que para este caso es igual á $\frac{1}{2}\ E\ H$, y tirando $D\ E$, paralela á $A\ B$, los tres lados del triángulo $A\ D\ E$, nos darian lo que buscamos.

Evidentemente existe una analogía en lo referente á los esfuerzos sufridos entre el caso de armadura que analizamos y el de una pieza horizontal apoyada por sus estremos, pues en este último hemos visto que necesita las mismas dimensiones para resistir un peso colocado en su punto medio que para soportar otro doble distribuido uniformemente en toda su longitud; y en el primero acabamos de observar que sufre el mismo esfuerzo la armadura con un peso distribuido por igual sobre los pares que con otra mitad colocada únicamente sobre el vértice. La misma analogía existe entre el caso de la armadura (figura 33) cargada uniformemente y el de una viga horizontal de la altura $C\ K$ en idénticas condiciones de carga; en el primero, tenemos para medida del esfuerzo que actúa sobre el tirante $\frac{W \times L}{8 \times D}$ siendo L y D iguales respectivamente á $A\ B$ y $C\ K$, y

para el segundo hemos encontrado la misma fórmula como esfuerzo sufrido en el punto medio.

En el caso de que el tirante *A B* resultase muy largo y espuesto por esta misma causa á doblarse, se completa la armadura con una cuarta pieza *C K* llamada pendolon, pieza que no teniendo otro objeto que el de contener la flexion de dicho tirante, no sufre en la práctica más esfuerzo que el debido á la espresada fuerza de flexion. A menudo se pone esta pieza más bien para guardar la apariencia y simetría de la cercha que por ser realmente necesaria. Las reglas prácticas para hallar en esta clase de armaduras los esfuerzos que sufren los pares y el tirante, serán, para los primeros, multiplicar su carga por la altura de la cercha y dividir el producto por la longitud del par, y para el segundo, multiplicar tambien la carga por la altura y dividir el producto por el tiro.

Despues de esta corta digresion sobre el género más sencillo de armadura para tejados, volvamos á nuestro tema de las vigas horizontales y vamos al caso indicado al terminar el análisis hecho de la figura 32; es decir, á aquel en que siendo la longitud *A B* muy crecida no basta un solo triángulo *A C B* y hay que emplear dos ó más.

Sea la figura 34 en la que se ha dividido *A C* en dos partes iguales y sobre cada una de ellas se ha construido un triángulo semejante al de la figura 32. Las dos líneas horizontales representan las cabezas superior é inferior de la viga y las inclinadas las diferentes barras diagonales que constituyen su parte central. Supongamos esta viga cargada con 10 toneladas en el punto medio *B* y veamos el efecto producido por el peso sobre las diferentes piezas ó mejor sobre las correspondientes á la mitad de aquella, la de la derecha por ejemplo. Colocado el vértice *B* en el centro de la viga el peso se trasmitirá en partes iguales á los puntos *A* y *C*, siendo de 5 toneladas cada una de las fuerzas de reaccion sobre los apoyos. Como consecuencia de esto la mitad del peso colocado en *B* producirá una fuerza de

presion sobre la pieza *B F*, fuerza que tenderá á hacer bajar el punto *F* y por tanto producirá esfuerzos de tension sobre las piezas *F C* y *E F*. La tension sobre *E F* queda contrarestada por otra igual y en sentido contrario procedente de la semiviga de la izquierda y queda sólo la correspondiente á la pieza *F C*, la cual trasmitiéndose al punto *C* produce esfuerzos de compresion sobre la parte *B C* de la cabeza superior y sobre la barra vertical *C H*. Resulta, pues, que la parte *F H* de la cabeza inferior no sufre esfuerzo alguno y teóricamente puede suprimirse. En la práctica hay ejemplos de vigas en que no solo dicha parte sino tambien la barra vertical *C H* han sido eliminadas de la composicion, y uno de ellos es el viaducto *Crumlin*; pero pueden hacerse muchas y sólidas objeciones prácticas contra este sistema.

Debemos hacer notar que el tipo de viga representado en la figura 34 es el conocido con el nombre de *Viga Warren*. Su enrejado no contiene más que una sola série de triángulos; es decir, que las barras diagonales que forman aquel no se intersectan, siendo á la vez el tipo más generalmente admitido teóricamente para las primeras investigaciones del cómo actuan los esfuerzos sobre la parte central de las vigas imperfectas. En la práctica, este tipo es débil y ha dado lugar á la modificacion del mismo conocida con el nombre de celosía, en la cual entran dos ó más séries de triángulos á formar el enrejado y por consiguiente las barras diagonales se intersectan el mismo número de veces. La primitiva viga *Warren* era una combinacion de piezas de hierro fundido con otras forjadas, segun se hallaban destinadas á ejercer el oficio de tornapuntas ó el de tirantes (1);

(1) La viga, inventada por el Capitan Warren, consistia en una fila de tubos de fundicion que formaba la cabeza superior destinada á sufrir presiones; en otra de cadenas ó eslabones planos de hierro forjado que formaban la cara inferior, destinada á sufrir esfuerzos de traccion; y por último, en una série de tornapuntas y péndolas inclinadas que alternativamente dispuestas constituian la parte central de la viga, siendo de hierro fundido las primeras piezas y de hierro forjado las segundas. (*N. del T.*)

pero á causa de algunos accidentes desagradables los Ingenieros acabaron por abandonar la fundicion y emplearon solo el hierro forjado en esta clase de vigas.

Hoy por viga *Warren* se entiende en general una viga enrejada, en la que las barras diagonales no se cruzan. Otro de los caractéres distintivos del tipo *Warren* es, ó mejor dicho era, el que los enlaces entre las barras del enrejado y las cabezas de las vigas se verificaba por medio de pernos y no por roblones.

Recientemente, sin embargo, se ha vuelto sobre esta distincion y se han construido vigas *Warren* en las que han sustituido los pernos á los roblones. La única ventaja que puede presentarse en apoyo del primer medio de enlace de las diferentes piezas es el de que se verifica con suma facilidad y no obliga al empleo de una labor esmerada.

Por esta razon las vigas *Warren* se han usado en gran cantidad en la India y otros puntos; pero nosotros dudamos mucho que dicha razon tenga un sólido fundamento.

Nos parece tan fácil el armar una frágua portátil y poner unos cuantos roblones como el sujetar un perno, y en cambio no hay comparacion posible entre la duracion y rigidez de los dos sistemas de enlace (1).

Habiendo investigado el modo como el peso *B* (figura 34) obra sobre las diferentes piezas, nos es fácil averiguar la intensidad de los esfuerzos sufridos por estas. No debe entenderse de lo que hemos dicho que los esfuerzos se verifiquen tal y como los espresamos, porque en realidad se sabe muy poco acerca de este asunto; pero como estos artículos se han escrito principal-

(1) En general se ha considerado siempre peligrosa la adopcion de este tipo de viga para cubrir grandes claros en razon á que su organizacion es tal, que si falta cualquiera de las barras diagonales se compromete la seguridad de toda la obra. Este peligro solo puede atenuarse aumentando el número de barras diagonales y entonces ó tendremos la celosía ó llegaremos á necesitar tal número de dichas piezas que resulte más económico el hacer llena la parte central de la viga. Así solo es aceptable este tipo en vigas de corta longitud.

(N. del T.)

mente para los que no se hallen completamente impuestos en la materia, nos ha sido preciso valernos de un medio de esplicacion sencillo y fácilmente comprensible. Puesto que la mitad del peso *B* se trasfiere á cada apoyo, si en la figura, sujeta á escala de 10 toneladas por pulgada, se toma *B K* = 5 toneladas y se tiran *K L* y *L N* paralelas respectivamente á *A C* y *E B*, *B L* medida en la misma escala nos dará la presion que sufre la tornapunta *B F*, y *B N* el esfuerzo horizontal sufrido por *B C*. La presion sobre *B F* trasmitida al punto *F* puede representarse por *F N*=*B L* y tirando *N H* paralela á *F C* tendremos señaladas en *N H* y *F H* la tension de *F C* y la de la cabeza inferior de la viga en la parte comprendida desde *F* al punto medio de *E F*. Por último, trasfiriendo la componente vertical al punto *C*, tomándola sobre *C P* y tirando *P R* paralela á *F C*, tendremos la presion sobre *B C* y la fuerza de reaccion sobre el apoyo igual á la mitad del peso. Lo mismo se hubieran hallado estas últimas cantidades tomando *C S* = *N L* = tension de *F C* y tirando *S R* paralela á *C H*. Hay un número infinito de caminos para llegar por este procedimiento geométrico al resultado que se busca, los cuales son muy fáciles de comprender y adivinar para los que sigan con cuidado el estudio que vamos haciendo; pero nosotros nos limitamos naturalmente á adoptar uno solo y este es el que pueda comprenderse más fácilmente. Sin embargo, hemos señalado otro medio en la semiviga de la izquierda de la misma figura 34 para que el principiante pueda seguirlo y verificar fácilmente las diferentes líneas allí trazadas.

Si el peso de 10 toneladas se hallase uniformemente distribuido, los esfuerzos hubieran sido la mitad de los encontrados ahora y esta es una regla general para todos los casos, debida naturalmente al distinto modo de distribuir el peso total que en lugar de cargar por entero sobre el punto *B* se reparte sobre los tres puntos *A*, *C* y *B* á razon de $2\frac{1}{2}$ toneladas en cada uno de los primeros y 5 toneladas en el último, de modo que el esfuerzo sobre los apoyos es igual desde luego á las $2\frac{1}{2}$

toneladas dichas, más otras $2\frac{1}{2}$ trasferidas por los tirantes estremos $A\,E$ y $F\,C$.

Vamos ahora á examinar el caso de dos pesos W' W^2 igual cada uno á 5 toneladas, suspendidos de los puntos F y E en la figura 35, y para ello empezaremos por estudiar el efecto producido por un solo peso W'. Segun el principio de la palanca y dada la division hecha en la figura de la línea $D\,H$, resultará que $\frac{1}{4}$ de dicho peso será trasmitido al apoyo A y los $\frac{3}{4}$ restantes al C. Fijándonos por ahora en este último, si tomamos $Fa = \frac{15}{4} = 3'75$ toneladas y tiramos $a\,b$ paralela á $F\,C$, la magnitud $a\,b$ apreciada en la escala de las fuerzas, que es de 10 toneladas por pulgada, dará el esfuerzo de tension sufrido por FC. Este esfuerzo de tension trasmitido íntegro al punto C, comprimirá las piezas $C\,H$ y $C\,B$ con intensidades representadas por las magnitudes $C\,m$ y $m\,n$ en el triángulo rectángalo $C\,m\,n$, en el que $C\,n = a\,b$. Resulta, pues, que el peso W' al trasmitirse al apoyo C, produce sobre las diferentes piezas los esfuerzos siguientes:

Sobre $F\,C$. . . . . $-3'25$

Sobre $B\,C$. . . . . $+3'75$

Sobre $C\,H$. . . . . $+3'75$

Pasemos ahora á calcular el efecto que W' producirá sobre las piezas de la izquierda hasta el apoyo A.

La parte de dicho peso trasmitido al referido apoyo, es segun hemos dicho igual á $\frac{5}{4} = 1'25$ toneladas, fuerza que representaremos en la figura por la magnitud $F\,c$, y tirando $c\,h$ paralela á la cabeza inferior $h\,F$, será el esfuerzo de tension sobre la barra $B\,F$. Este esfuerzo, al llegar á B, hace nacer otro de compresion sobre $B\,E$ y uno horizontal sobre el perno B, el cual será destruido por otro igual y contrario que procede del otro peso. La presion sobre la barra $B\,E$ produce una tension $E\,d'$ sobre $A\,E$ y otra $e\,d$ sobre $E\,K$. Por último, la tension de la barra $A\,E$ tira del punto A comprimiendo las piezas $A\,B$ y $A\,D$ con intensidades representadas en la figura.

Resulta, pues, que el peso W' produce los esfuerzos siguientes:

Sobre $B\,F$. . . . . — 1'75
Sobre $B\,E$. . . . . + 1'75
Sobre $A\,E$. . . . . — 1'75
Sobre $A\,D$. . . . . + 1'25
Sobre $K\,E$. . . . . — 1'25
Sobre $A\,B$. . . . . + 1'25

Del mismo modo encontrariamos que el peso W^2 produce sobre cada una de las piezas los esfuerzos siguientes:

Sobre $A\,E$. . . . . — 5'25
Sobre $A\,B$. . . . . + 3'75
Sobre $A\,D$. . . . . + 3'75
Sobre $B\,E$. . . . . — 1'75
Sobre $B\,F$. . . . . + 1'75
Sobre $F\,C$. . . . . — 1'75
Sobre $B\,C$. . . . . + 1'25
Sobre $C\,H$. . . . . + 1'25
Sobre $K\,F$. . . . . — 1'25

Por consiguiente, sumando algebráicamente los esfuerzos producidos sobre cada pieza y afectando la suma del signo que corresponda, tendremos el esfuerzo real correspondiente, bien sea de tension, bien de compresion, sin que haya necesidad de hacer esta suma más que para las piezas de media viga, puesto que esta es simétrica y está simétricamente cargada. El pilar $C\,H$ sufre un esfuerzo de presion igual á 3'75 toneladas á causa del peso W' y otro de 1'28 por el peso W^2, es decir, 5 toneladas en total. La seccion $B\,C$ de la cabeza superior sufre por W' un esfuerzo de presion de 3'75 y otro de 1'25 por el peso W^2, es decir, uno total de 5 toneladas. Estos resultados nos demuestran lo que ya teníamos dicho, á saber, que cuando el ángulo que forman las barras con las cabezas es de 45°, son idénticos los esfuerzos horizontales y los verticales.

Como las barras $B\,F$ y $B\,E$ sufren esfuerzos de tension y de compresion exactamente iguales, resulta que en realidad no

soportan carga alguna, y esto comprueba una de las reglas generales en las vigas enrejadas, á saber, que bajo una carga uniformemente distribuida, las barras centrales no sufren esfuerzo alguno. Prácticamente hablando, los esfuerzos sobre ambas cabezas son siempre iguales, de modo que basta el hallar los correspondientes á una de ellas para tener los de la otra sin más que variarlas de signo.

Partiendo de estas últimas consideraciones, hubiéramos podido hallar muy sencillamente los esfuerzos á que están sometidas las diferentes piezas de la figura 35: bastaba para ello tomar $E\,v = 5$ toneladas y tirar $v\,x$ paralela á $D\,H$. Entonces $E\,x$, $v\,x$ y $E\,v$, es decir, los tres lados del triángulo $E\,v\,x$ representarian respectivamente los esfuerzos que sufren las barras $A\,E$ y $C\,F$, las piezas $A\,B$, $B\,C$ y $E\,F$ y los pilares $A\,D$ y $C\,H$.

Del análisis hecho del caso representado en la figura 34, se deduce que cuando la carga se halla colocada en el centro de la viga, el esfuerzo sobre las barras diagonales es constante para todas ellas é igual á la mitad del peso multiplicado por la cosecante del ángulo de inclinacion de dichas barras.

Así, cuando esta inclinacion es de 45º, como sucede en dicha figura 34, siendo 1,414 el valor de la referida línea trigonométrica, tendremos para esfuerzo sobre todas y cada una de las barras diagonales $A\,E$, $E\,B$, $B\,F$ y $F\,C$, $5 \times 1{,}414 = 7{,}070$, ó prácticamente, 7 toneladas. Igualmente se verifica que el esfuerzo horizontal sobre las cabezas es igual á la espresada mitad del peso multiplicada por la cotangente del ángulo de inclinacion ó sea $5 \times 1{,}000 = 5$ toneladas para cuando dicho ángulo es de 45º.

En los dos ejemplos que acabamos de analizar, es fácil ver que si para el primero el peso se halla colocado en el centro, para el segundo está uniformemente distribuido en toda la longitud de la viga, puesto que á ello equivale el haberlo dividido en dos partes iguales cargando sobre los vértices E y F, y por consiguiente, que segun tenemos dicho, los esfuerzos horizon-

tales sobre las cabezas deben ser en el segundo caso la mitad de los correspondientes al primero, como así sucede efectivamente, puesto que vienen representados por 5 y 10 toneladas.

Vemos tambien que el esfuerzo de tension producido sobre una cualquiera de las barras diagonales por los pesos situados de un lado del centro de la viga es destruido por otro de compresion debido á los pesos del otro lado, y por tanto que basta para el cálculo al apreciar el efecto de la carga sobre un vértice, no hacer caso de más piezas que las comprendidas entre dicho vértice y el apoyo, prescindiendo de las que median desde el referido punto al centro.

Reasumiendo, podemos decir respecto á las vigas enrejadas:

1.º Si están cargadas en el centro, los esfuerzos sobre las barras inclinadas son todos iguales, y los que obran horizontalmente sobre las cabezas, aumentan desde los estremos al centro, en cuyo punto es igual al peso total multiplicado por el tiro y dividido por cuatro veces la altura de la viga.

2.º Si están cargadas uniformemente, los esfuerzos sobre las barras diagonales son nulos para las del centro y van creciendo en las restantes hácia los estremos, siendo en las últimas iguales á la mitad del peso total multiplicado por la cosecante del ángulo de inclinacion, mientras que el esfuerzo sobre las cabezas crece desde los estremos al centro, en cuyo punto es siempre igual á todo el peso multiplicado por el tiro y dividido por ocho veces la altura.

XI.(*)

Es evidente que el encontrar la suma algebráica de las fuerzas que actúan sobre cada barra á consecuencia de los pesos que cargan sobre toda la viga, seria una tarea enojosa y per-

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 1.º de Enero de 1869.

fectamente inútil, pues basta considerar para el cálculo los correspondientes á la mitad de aquella.

Para hacer esto inteligible, vamos á dar un ejemplo en que examinemos la cuestion en sus menores detalles.

Sea figura 36 (1) una viga que supondremos cargada uniformemente en toda su longitud, ó lo que es lo mismo, acumulados los pesos en los diferentes vértices de los triángulos. Eligiendo una barra cualquiera x, el esfuerzo total sobre ella será igual al que obra sobre el punto B multiplicado por la cosecante del ángulo de inclinacion de dicha barra sobre el horizonte. El esfuerzo que obra realmente sobre el punto B es igual, segun ya tenemos dicho, á la suma de los pesos colocados entre dicho vértice y el centro de la viga. Si suponemos que cada uno de los pesos que obran en A, B, C, etc. es de una tonelada, entonces la carga efectiva sobre el punto B es de 1'5 de tonelada, y el esfuerzo total sobre la barra será de $1'5 \times 1'4 = 2'10$ de tonelada, suponiendo que el ángulo de inclinacion de dicha barra sea de 45° y su cosecante igual por consiguiente á $\sqrt{2}$.

Tratemos ahora de obtener este resultado, considerando el efecto que sobre dicha barra han de producir aisladamente los pesos que actúan en los diferentes vértices.

De la tonelada de peso que carga en E se trasmitirán, segun el principio de la palanca, $\frac{1}{6}$ al apoyo H, y $\frac{5}{6}$ al apoyo K. La componente vertical del esfuerzo producido en la barra x por el peso E, será de $\frac{1}{6}$ de tonelada; la producida por el peso en D, $\frac{2}{6}$ de tonelada; la del peso en C, $\frac{3}{6}$; y por la de B, $\frac{4}{6}$; y siendo todas estas fuerzas de compresion, resultará que la componente vertical del esfuerzo que sufre dicha barra x por causa

(1) Las líneas $C\,C$, $B\,B$ y $A\,A$ de esta figura, deben ser gruesas, y finas las $H\,A$, $A\,B$ y $B\,C$. Es de importancia tener en cuenta este error cometido en el grabado, por cuanto con el empleo de líneas gruesas ó finas en las figuras, indica el autor de este trabajo que las piezas representadas por dichas líneas sufren presiones ó tensiones.

Igual equivocacion se observará en la figura 40, en la que deben considerarse como finas todas las diagonales gruesas, y como gruesas todas las diagonales finas comprendidas entre el centro de la viga y el estremo C. (*N. del T.*)

de la tonelada de peso que carga sobre cada uno de los puntos E, D, C y B, será igual á $\frac{1}{6}+\frac{2}{6}+\frac{3}{6}+\frac{4}{6}=\frac{10}{6}=1\frac{2}{3}$ de tonelada; pero como al mismo tiempo dicha barra x está sujeta á una tension por efecto del peso que obra en A, cuya tension produce una componente vertical de $\frac{1}{6}$ de tonelada, resultará que la componente vertical del esfuerzo total que sufre la barra x está representada por $1\frac{2}{3}-\frac{1}{6}=1\frac{1}{2}$ toneladas y por consiguiente que dicho esfuerzo total suponiendo una inclinacion de 45° será de $1\frac{1}{2}\times 1'4=2'10$ lo mismo que antes. Una ligera observacion hará notar: primero, que el esfuerzo de tension producido en la barra x por el peso que carga en A, se destruye con el de compresion que sufre la misma barra, debido al peso en E; y segundo, que la compresion que proviene del peso en D, es igual á la producida por la carga en B menos la parte de esta que por el intermedio de x se trasmite al punto H. De este modo es fácil comprender por qué las barras inmediatas á los puntos de apoyo, son las que están sometidas á los mayores esfuerzos. Los pesos en K y en H, iguales respectivamente á la mitad de los que cargan sobre los demás vértices, siendo destruidos directamente por la resistencia de los apoyos, no producen efecto alguno sobre las barras y y', no neutralizando por consiguiente en nada el esfuerzo de tension que sobre las mismas producen todos los restantes pesos. Las barras f f', se hallan tambien sometidas á un máximo esfuerzo de compresion, debido exactamente á los mismos pesos que producen el de tension sobre las barras y é y'. Los esfuerzos, pues, á que se hallan sometidas las cuatro barras citadas, son iguales en intensidad, aun cuando de diferente naturaleza, siendo al propio tiempo mayores que los que sufren las demás.

A las barras y f, y' f', que se hallan sometidas á esfuerzos iguales y de signo contrario, se les da el nombre de pares.

Haciendo uso de los datos y reglas anteriormente fijadas, tendremos que los citados esfuerzos de compresion y tension serán iguales á la mitad de la carga que obra sobre la viga

multiplicada por 1'4, es decir, $2'5 \times 1'4 = 35$ toneladas. La presion vertical que sufren los pies derechos será igual á 2'5 toneladas.

Creemos haber espuesto con bastante claridad los esfuerzos á que se hallan sometidas las barras, y vamos ahora á examinar los que sufren las cabezas superior é inferior de la viga. Estos son *acumulados*, es decir, que el esfuerzo de presion que sufren las secciones centrales *B C* y *C D* de la cabeza superior son iguales respectivamente á los producidos por los pesos que sobre las mismas cargan, más los que por el mismo motivo soportan las secciones *A B* y *A H* para la primera y *D E* y *E K* para la segunda. Lo mismo sucede con el esfuerzo de tension que sufre la cabeza inferior. El de la seccion central *C C* es igual al que proviene de sí misma, más el que sufren las secciones *D C* y *D E* ó bien las *B C* y *B A*.

Más adelante veremos que los esfuerzos á que ambas cabezas se hallan sometidas no son iguales, y que el ser mayor uno ú otro de ellos depende en gran parte de que la carga pese directamente sobre la viga ó esté colgada de ella. Que los esfuerzos que sufren las diferentes barras varian tambien con la posicion de la carga, podrá demostrarse por medio de una sencilla consideracion. Supongamos que la figura 37 representa la mitad de la viga de la figura 36 (ya sabemos que bastan las consideraciones que se hagan sobre esta mitad) y que los pesos están situados segun representa la misma figura. Puesto que los diferentes pesos no producen accion sobre más barras que las situadas entre ellos y el punto de apoyo más próximo, resulta que cuando dichos pesos cuelgan de la viga, la *C C'* no sufre esfuerzo alguno, diferenciándose así del caso en que los pesos obraban sobre la cabeza superior, pues entonces se hallaba dicha barra sujeta á un esfuerzo de compresion de 0'7 toneladas. No nos detendremos más en esto, porque no solo se desprende de la simple consideracion de la figura 37, suponiéndola completa, sino que ya lo tenemos esplanado en articu-

los anteriores. Suponiendo de una tonelada el peso en C', resultará que por este solo peso sufrirán las barras $B\,C'$, $B'\,A$ y $A'\,H$ una tension de 1'4 toneladas, y una compresion igual las barras $B\,B'$ y $A\,A'$. Si luego consideramos el peso de una tonelada en B', tendremos que producirá una tension de 1'4 sobre $B'\,A$ y $A'\,H$, y una compresion igual sobre $A\,A'$. Por último, el peso de otra tonelada en A' producirá una tension de 1'4 sobre $A'\,H$. Los esfuerzos, pues, que sufrirán las diferentes barras de la semiviga á causa de la carga que cuelga de ella, serán (1):

sobre $C\,C'$.... 0'00
» $B\,B'$.... + 1'4
» $A\,A'$.... + 1'4 + 1'4 = 2'8
» $B\,C'$.... — 1'4
» $A\,B'$.... — 1'4 — 1'4 = — 2'8
» $A'\,H$.... — 1'4 — 1'4 — 1'4 = — 4'2

Observemos en primer lugar, que al variar la situacion de la carga, ha variado tambien la agrupacion de las diferentes barras, puesto que las que constituian pares en el primer caso, no resultarán serlo en el segundo.

Los pares cuando el peso estaba sobre la viga eran $C\,C'$ y $C'\,B$, $B\,B'$ y $B'\,A$, y $A\,A'$ y $A'\,H$, mientras que cuando se suponen colgados de ella, dichos pares son: $C'\,B$ y $B\,B'$, $B'\,A$ y $A\,A'$. En segundo lugar, resulta tambien que la viga sufre mayor carga en el caso de la figura 37 que en el de la figura 36, puesto que en ésta, de las tres toneladas de carga, media tonelada es sostenida directamente por el apoyo H, no influyendo más que $2\,\frac{1}{2}$ toneladas en las dimensiones de las diferentes piezas, mientras que en aquel, ó sea cuando el peso está colgado, las tres toneladas completas se hallan sostenidas por los vértices inferiores de los triángulos. Como consecuencia de esto, el esfuerzo que sufre la barra estrema y será mayor en dicho segundo

(1) El signo + representa presiones y el — tensiones.

caso que en el primero, y la diferencia entre ambos valores ha de resultar igual á la componente que en sentido de dicha barra produzca la media tonelada de peso que no es destruida directamente por el apoyo *H*. Fácilmente podremos convencernos de la exactitud del anterior raciocinio, sin más que observar que dicho esfuerzo, apreciado por el caso de la figura 36, ha resultado ser igual á $2'5 \times 1'4 = 3'5$, mientras que para el caso de la figura 37 le hemos hallado igual á $3 \times 1'4 = 4'2$, y que la diferencia $4'2 - 3'5 = 0'7$ equivale á $0'5 \times 1'4$. Del mismo modo la presion vertical sobre el apoyo no será ya de 2'5 sino de 3 toneladas. Los esfuerzos sobre las cabezas superior é inferior de la viga aumentarán tambien ligeramente con el nuevo arreglo de los pesos, conforme lo vamos á ver más en detall en el siguiente ejemplo (1).

La figura 38 representa el esqueleto de la mitad de una viga destinada á cubrir un tiro de 80 pies: la composicion es en forma de triángulos equiláteros, y la carga se supone al tipo de media tonelada por pie de longitud ó sea 40 toneladas distribuidas uniformemente sobre la media viga. Siendo los triángulos equiláteros, la longitud de cada barra será de 10 pies y la altura de la viga resultará igual á

$$\sqrt{100 - 25} = \sqrt{75} = 8'66 \text{ pies.}$$

El valor de la altura debe deducirse de los esfuerzos que tienen que soportar las cabezas superior é inferior de la viga. Estando la carga en este primer ejemplo uniformemente repartida sobre la cabeza superior, podremos considerarla distribuida á razon de 5 toneladas sobre cada uno de los vértices *B*, *C*, *D*, $2\frac{1}{2}$ toneladas sobre *A*, y otras $2\frac{1}{2}$ sobre *E*, componiendo entre todo 20 toneladas, que es la mitad de la carga supuesta sobre la viga. El peso que realmente actúa sobre este último de los espresados puntos, es de 5 toneladas; pero como

(1) Elegimos este ejemplo de la notable obra de Mr. Stoney sobre la *Teoria de las fuerzas*.

solo tomamos en cuenta para el cálculo media viga, debemos prescindir de la mitad de dicho peso.

La figura 38 está dibujada en la escala de 8 pies por pulgada respecto á longitudes, y 4 toneladas por pulgada respecto á fuerzas, escala suficiente para apreciar hasta un décimo de las espresadas unidades.

Empezando por el centro, tenemos en *E* un peso de $2\frac{1}{2}$ toneladas, que produce sobre *E M* una presion, la cual se trasmite por el intermedio de las demás barras diagonales al punto *A*. Tómese en la vertical del punto *E* una distancia *E a* igual á $2\frac{1}{2}$ toneladas segun la escala de la figura que ya hemos dicho ser para los pesos de 4 toneladas por pulgada; tírese por el punto *a* la línea *a b*, paralela á la cara superior de la viga, y tendremos que *E b* representará la presion sufrida por la barra *E M* y *a b* el empuje que obra sobre el perno situado en *E*, empuje que, debiendo ser destruido por otro igual y contrario procedente de la semiviga de la derecha, no debe ser tomado en consideracion. El esfuerzo *E b* resulta igual á 2'9 toneladas y prescindiendo ahora de todos los demás que actúan en las diferentes piezas de la viga, tendremos que esta fuerza se trasmitirá íntegra al punto *A* por el intermedio de las barras diagonales, ejerciendo presiones de 2'9 toneladas sobre las barras *D L*, *C K* y *B H*, y tensiones de la misma intensidad sobre las *D M*, *C L*, *B K* y *A H*. Al llegar al punto *H*, esta fuerza es resistida en parte por la accion de la cara superior *A B* de la viga y en parte por el pilar. Si sobre la prolongacion de *A H* tomamos *A b* = 2'9 toneladas y tiramos *b a* paralela á *A B* hasta encontrar en *a* la vertical *A F*, tendremos representados por *A a* y *a b* respectivamente los esfuerzos que sufren el pilar y la parte *A B* de la viga á causa del peso de $2\frac{1}{2}$ toneladas que carga sobre el punto *E*. No considerando por ahora más que el primero de dichos esfuerzos, veremos ser igual á $2\frac{1}{2}$ toneladas, lo cual nos dice que el peso en *E* se trasmite íntegro sobre el apoyo, no obstante la resistencia de las diferentes piezas que com-

ponen la viga al través de las cuales se verifica dicha trasmision.

Los esfuerzos, pues, que sufren las barras diagonales se trasmiten todos al apoyo ó punto fijo, y estos esfuerzos son para cada barra tanto mayores cuanto esta se encuentra situada más cerca de dicho punto fijo. Del mismo modo los esfuerzos que sufren las diferentes secciones de las cabezas de las vigas, se van trasmitiendo todos á la que se halla colocada en el centro de la misma y la intensidad de dichas fuerzas en cada una de las secciones, es tanto menor cuanto más lejos del centro se halle situada. El peso de 2'5 toneladas colocado en *E*, ha de producir sobre la parte *M N* de la cara inferior de la viga una tension dependiente de las fuerzas trasmitidas al punto *M* por la barra *E M*. Para apreciar la intensidad del espresado esfuerzo sobre *M N*, basta tomar sobre la prolongacion de *E M* una longitud $M\,b = E\,b$ y tirar *b a* paralela á *D M*: entonces *M a* representará la tension buscada al mismo tiempo que la compresion sufrida por la cara superior de la viga en la distancia *D E*. Por la organizacion dada á esta viga $M\,a = M\,b$, y por consiguiente la tension que sufre $M\,N = 2'9$ de tonelada. Las secciones *L M*, *L K* y *K H* sufrirán igualmente tensiones de 2'9 toneladas debidas á las fuerzas que sobre los puntos *L*, *K* y *H* trasmiten las barras *D L*, *C K* y *B H*, de modo que por el solo peso colocado en *E*, tendremos que las diferentes partes de la cara inferior sufrirán las tensiones siguientes:

$$M\,N. \ldots 2'9 \times 4 = 11'6 \text{ toneladas}$$
$$L\,M. \ldots 2'9 \times 3 = 8'7 \quad »$$
$$K\,L. \ldots 2'9 \times 2 = 5'8 \quad »$$
$$H\,K. \ldots 2'9 \times 1 = 2'9 \quad »$$

El total esfuerzo sobre *M N*, es por consiguiente igual, como ya tenemos dicho cuando esplanamos los casos de las figuras 36 y 37, al debido directamente al peso que carga sobre dicha seccion de la cabeza, más los correspondientes á las demás secciones que existen entre ella y el punto de apoyo.

Pasemos ahora á considerar los esfuerzos producidos por el mismo peso en *E* sobre la cabeza superior de la viga, esfuerzos que son algo diferentes en intensidad respecto á los encontrados para la cabeza inferior. En efecto, para esta última se ha visto que las tensiones sufridas por sus diferentes secciones *M N*, *M L*, *L K*, etc., eran todas igual á *M a* ó sea 2'9 toneladas, mientras que en la primera resulta que si bien los esfuerzos sufridos por *D E*, *D C* y *C B* equivalen á las mismas 2'9 toneladas, el correspondiente á la seccion *A B* es mucho menor, pues solo se eleva á 1'45 de tonelada, ó sea la mitad del anterior, como lo comprueba la misma figura en que dicho esfuerzo está representado por la magnitud *a b* calculada anteriormente.

Ahora bien, siendo el esfuerzo de compresion que sufren cada una de dichas secciones igual al que corresponde directamente á la misma, más el que se trasmite correspondiente á todas las demás que se hallan colocadas entre ella y el punto de apoyo, tendremos que el valor de dichas compresiones, debido únicamente al peso de 2'5 toneladas que carga en *E*, será el siguiente:

Para *E D*. . . . 2'9 × 3'5 = 10'15 toneladas
» *D C*. . . . 2'9 × 2'5 = 7'25 »
» *C B*. . . . 2'9 × 1'5 = 4'35 »
» *A B*. . . . 2'9 × 0'5 = 1'45 »

Con esto quedan calculados los esfuerzos que sufren todas las diferentes piezas de la viga á causa del peso de 2'5 toneladas que carga en *E*. Procede en seguida calcular los esfuerzos producidos por los restantes pesos en *D*, *C*, etc. En el punto *D* obra un peso de 5 toneladas, el cual producirá sobre la barra *D K* una presion de 5'8 toneladas, segun puede verse en la figura tirando la vertical *D d* igual á 5 toneladas, y por el punto *d*, la linea *d f* paralela á *A E* hasta encontrar en *f* á la prolongacion de *D L*. *D f* será la presion de la barra, presion que se trasmitirá íntegra al punto *L* y producirá por la organizacion de la viga presiones iguales sobre *C K* y *B H*; y tensiones de la misma inten-

sidad sobre *C L*, *B L* y *A H*. Las barras diagonales ejercen en esta viga el oficio de tornapuntas y tirantes, y en la figura aparecen dibujadas las primeras con líneas más gruesas.

Resulta, pues, que dicho peso en *D*, produce sobre las barras diagonales los esfuerzos siguientes:

Sobre *D L*.... + 5'8 toneladas
» *C K*.... + 5'8 »
» *B H*.... + 5'8 »
» *C L*.... — 5'8 »
» *B K*.... — 5'8 »
» *A H*.... — 5'8 »

Al trasmitirse esta fuerza de 5'8 toneladas íntegra al punto *A* en dirección del tirante *A H* se descompondrá en otras dos, una *A d* = 5 toneladas presion sobre el apoyo, y otra *d f* presion sufrida por la seccion *A B*.

Los pesos sobre *C* y *D* producirán esfuerzos análogos sobre las barras y sumando todos ellos, tendremos el esfuerzo total á que habrán de resistir esfuerzos que podremos apreciar en la siguiente tabla:

Por el peso en	Barras diagonales.								
	E M	*D M*	*D L*	*C L*	*C K*	*B K*	*B H*	*A H*	*A F*
E. . .	+2'9	—2'9	+2'9	—2'9	+2'9	—2'9	+2'9	—2'9	+2'9
D. . .	»	»	+5'8	—5'8	+5'8	—5'8	+5'8	—5'8	+5'8
C. . .	»	»	»	»	+5'8	—5'8	+5'8	—5'8	+5'8
B. . .	»	»	»	»	»	»	+5'8	—5'8	+5'8
Total.	+ 2'9	— 2'9	+ 8'7	— 8'7	+14'5	—14'5	+20'3	—20'5	+17'5

Para comprobar la exactitud de esta tabla, basta observar que el esfuerzo que sufre cualquiera barra, ha de ser igual al

total de pesos que obren entre ella y el centro de la viga, multiplicado por la cosecante del ángulo de inclinacion. Ahora bien, en la barra *C K* por ejemplo, ó en la *B K*, que con ella constituye un par, se tendria por la regla anterior un esfuerzo igual á 12'5 toneladas, suma de pesos en *C*, *D* y *E*, multiplicado por 1'547 cosecante del ángulo *C K L*, ó lo que es lo mismo un esfuerzo de 14'43 toneladas, que solo difiere en 7 céntimos de tonelada del que dá la tabla anterior. El esfuerzo sobre la barra vertical *A F*, debe ser igual á la mitad del peso total, sostenido por la viga $= \frac{35}{2} = 17'5$ toneladas, que es lo mismo que encontramos en la tabla.

Pasemos ahora á conocer los esfuerzos producidos sobre las cabezas superior é inferior de la viga, por los pesos *D*, *C*, *B*, etc. Debida á la reaccion del peso que carga en *D*, la barra *D L* empujará la seccion *D E* y la fuerza que mida esta compresion estará representada por *D L* = 2'9 toneladas. Una pequeña consideracion nos hará ver que los pesos en *C* y *B* comprimirán á *C D* y *B C* con fuerzas de la misma intensidad y como todas estas presiones se trasmiten al centro, resultará que la parte *D E* quedará comprimida por los pesos *D*, *C* y *B*, con una fuerza representada por $2'9 \times 3 = 8'7$ toneladas. Esta presion puede considerarse como producida directamente por los referidos pesos; pero no es la única que actúa sobre dicha parte *D E*.

La fuerza de 8'5 toneladas que el peso en *D* manda sobre la barra *D L* y que se trasmite íntegra al punto *A* por medio de las demas barras diagonales, tiende y comprime alternativamente dichas barras y las cabezas de la viga. Si prolongamos *D L*, tomamos *L f* = 5'8 toneladas y tiramos por *f* una línea paralela á *C L*, *L h* = tambien á 5'8 toneladas, representará el esfuerzo adicional que sufren las diferentes partes de la cabeza (escepto la *A B*) por haber introducido las barras diagonales en la organizacion de la viga. La seccion *A B* no sufre más esfuerzo que el representado en la figura por *d f* ó sea la mitad del que corresponde á las restantes secciones. Consiguientemente el esfuer-

zo total sobre *D E*, debido tan solo al peso colocado en *D*, será igual á 2'9 toneladas, presion directa producida por dicho peso, más $5'8 \times 2\frac{1}{2}$ que representa las presiones adicionales trasmitidas por la barra *D L* y las porciones *C D*, *C B* y *A B* de la misma cara superior; calculando lo mismo la presion total debida á los pesos *C*, *B*, etc., tendremos:

Presion sobre *D E* por el peso en $D = 2'9 + 5'8 \times 2'5 = 17'4$
Presion sobre *D E* por el peso en $C = 2'9 + 5'8 \times 1'5 = 11'6$
Presion sobre *D E* por el peso en $B = 2'9 + 5'8 \times 0'5 = 5,8$

Pero antes habíamos encontrado que la presion sobre *D E*, debida á la accion directa del peso total sobre la viga, era igual á $2'9 \times 3'5 = 10'15$, por consiguiente, sumando esta cantidad con las anteriores, tendremos que la presion sobre *D E* será

$$10'15 + 17'40 + 11'60 + 5'80 = 44'95 \text{ toneladas.}$$

La presion sobre *C D* será evidentemente igual á la anterior menos el empuje que sufre el perno *D*, y menos la tension de la barra *M D*; es decir,

$$44'95 - 2'9 - 2'9 = 44'95 - 5'8 = 39'15.$$

Lo mismo sucederia respecto á la presion que sufren las demás secciones de la cabeza superior.

De un modo análogo encontraremos las presiones sobre la cabeza inferior. La tension que en la seccion *M N* produce el peso colocado en *D*, será igual á tres veces *L h* $= 5'8 \times 3 = 17'40$. El peso colocado en *E* producirá una tension de $5'8 \times 2 = 11'60$ y el colocado en *B*, otra de $5'8 \times 1 = 5'8$; y como hemos visto que el peso *C* produce un esfuerzo representado por $11'60 = 2'9 \times 4$ resultará sumando que la tension sobre *M N* será

$$17'40 + 11'60 + 5'80 + 11'60 = 46'40.$$

La diferencia de 1'45 toneladas que existe entre el esfuerzo de tension y el de compresion que sufren respectivamente las secciones centrales de las cabezas superior é inferior de la viga, demuestra prácticamente lo que al principio de este escrito hemos indicado.

La tension que sufre *L M* será la misma anterior menos el esfuerzo horizontal de presion que produce la barra *E M*; es decir, igual á 46'40 — 2'90 = 43'50 y lo mismo resultaria para las restantes secciones.

La tabla siguiente dá la medida de las fuerzas que actuan sobre cada una de las secciones en que están divididas las cabezas superior é inferior de la viga, tabla que recomendamos estudiar cuidadosamente.

Pesos en	*A B*	*B C*	*C D*	*D E*	*F H*	*H K*	*K L*	*L M*	*M N*
E	+ 1'5	+ 1'5	+ 1'5	+ 1'5	0'0	— 2'9	— 2'9	— 2'9	— 2'9
	+ 0'0	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 2'9	— 2'9	— 2'9
	+ 0'0	+ 0'0	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 2'9	— 2'9
	+ 0'0	+ 0'0	+ 0'0	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0	— 2'9
	+ 0'0	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0
	+ 0'0	+ 0'0	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0
	+ 0'0	+ 0'0	+ 0'0	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0
D	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 0'0	— 0'0	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	0'0	— 0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
C	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	+ 5'8	0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
B	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+10'2	+27'6	+39'2	+45'0	0'0	—20'3	—34'8	—43'5	—46'4

Hemos calculado todas las piezas de la viga con tales detalles como no existen en ninguno de los tratados sobre la materia; pero como estos artículos se escriben esencialmente para los que se dedican á la profesion del Ingeniero, no los hemos juzgado innecesarios. Quedaba aun por considerar el efecto de las cargas accidentales; pero no creemos deber detenernos en ello, porque para aquel que haya comprendido bien lo dicho, ninguna dificultad ha de ofrecerle el cálculo de las fuerzas debidas á dicha causa.

XII. (*)

Habiendo calculado en el artículo que precede el caso de una viga cargada uniformemente sobre su cabeza superior, vamos ahora á examinar las diferencias que resultarian si la carga se hallase colgada de la misma viga; es decir, que obrára directamente sobre la cabeza inferior, y al efecto, y para mayor facilidad en la comparacion, elegiremos el mismo ejemplo.

Refiriéndonos á la figura 39, resultará que de cada uno de los vértices *M*, *L*, *K* y *H*, colgará un peso de 5 toneladas ó sea 20 toneladas en la media viga; cantidad que escede en 2'5 toneladas á la correspondiente al caso de las cargas superiores.

Este resultado no es de estrañar toda vez que en el último supuesto el peso que obraba sobre el punto *A*, quedaba directamente destruido por el pie derecho y no producia efecto alguno sobre las diferentes piezas de la viga.

Pasando ahora al cálculo de las barras diagonales, empecemos por considerar la viga cargada con el solo peso *M* y veremos que su efecto inmediato es el de producir un esfuerzo de tension sobre cada una de las barras *D M* y *M E*, de cuyos esfuerzos solo debe tomarse en cuenta el primero, puesto que el segundo queda destruido por otro igual y contrario que sobre la misma barra manda el peso que se hallaria colocado en un punto análogo al *M* sobre la media viga de la izquierda; comprobando asi la regla práctica que tenemos dada, de que para determinar los esfuerzos producidos sobre una semiviga por un peso determinado, no hay que tomar en consideracion más barras que las situadas entre dicho peso y el punto de apoyo.

(*) Este artículo se publicó en el número correspondiente al 12 de Febrero de 1869.

De aquí resulta, que el esfuerzo sobre *M E*, es igual á cero. La tension sobre la barra *M D*, se calculará como en el caso anterior por el triángulo *M a b*, en que *M a* = 5 toneladas y nos dará para dicho esfuerzo *M b* = 5'8 toneladas. Esta fuerza se trasmite íntegra al punto *A* por el intermedio de las barras diagonales, produciendo sobre cada una de estas, esfuerzos de presion y tension alternativamente segun se hallen colocadas. En la figura se representan por líneas más gruesas las barras que sufren presiones ó bien ejercen el papel de tornapuntas. En el punto *A*, la fuerza de 5'8 toneladas que obra segun *A H*, se descompone en otras dos de presion, una sobre *A F* = 5 toneladas y otra sobre *A B*, ambas representadas en magnitud por *A a* y *a b* en el triangulo *A a b*, en el que se ha tomado *A b* = 5'8.

Esto es por lo que respecta al peso colocado en *M*; los demás pesos en *L*, *K* y *H*, obrando de un modo análogo, producirán igualmente presiones y tensiones en las barras diagonales colocadas entre cada uno de ellos y el punto de apoyo, y la suma de todas estas fuerzas nos dará la total que obra sobre cada barra, segun demuestra la siguiente tabla:

Peso en	Barras diagonales.								
	E M	*M D*	*D L*	*L C*	*C K*	*K B*	*B H*	*H A*	*A F*
M	0'0	—5'8	+5'8	— 5'8	+ 5'8	— 5'8	+ 5'8	— 5'8	+ 5
L	0'0	—0'0	+0'0	— 5'8	+ 5'8	— 5'8	+ 5'8	— 5'8	+ 5
K	0'0	—0'0	+0'0	— 0'0	+ 0'0	— 5'8	+ 5'8	— 5'8	+ 5
H	0'0	—0'0	+0'0	— 0'0	+ 0'0	— 0'0	+ 0'0	— 5'8	+ 5
	0'0	—5'8	+5'8	—11'6	+11'6	—17'4	+17'4	—23'2	+20

Comparando esta tabla con la correspondiente al caso analizado en el artículo anterior, percibiremos fácilmente las dife-

rencias que resultan de suponer los pesos encima ó debajo de la viga y por consiguiente podremos resolver cuál de los dos medios de cargar aquella es el que aparece más ventajoso.

En primer lugar, resulta que el esfuerzo total sobre las barras diagonales ó sea sobre el enrejado de la viga, es el mismo en un caso que en otro, pues en ambos se eleva á 92'8 toneladas, y aun cuando esto parece á primera vista indicar que por lo que respecta al dicho enrejado, en nada influye la colocacion de los pesos, hay que tener en cuenta que hallándose aquel constituido por tornapuntas y tirantes, y siendo el hierro forjado más propio para resistir tensiones que presiones, resulta que para la averiguacion que pretendemos, lo que nos importa saber es en qué caso será menor el esfuerzo de presion sobre dichas barras diagonales.

En el primer caso, ó sea con los pesos en la tabla superior, los esfuerzos de compresion y tension que sufre el enrejado son iguales y equivalen á 46'4 toneladas, mientras que en el segundo, ó sea en el de pesos colgados de la viga, el esfuerzo de presion es de 34'8 toneladas, y el de tension de 58; por consiguiente, este último medio de colocar las cargas es más económico, toda vez que con hierros de menores secciones se obtendrá el mismo resultado. Si nos limitásemos al ejemplo que estamos analizando, la diferencia de precio producida por las menores dimensiones de los hierros, seria insignificante para tomarla en cuenta; pero el principio general subsiste, y en casos dados puede producir una economía de consideracion (1).

Pasando ahora á examinar los esfuerzos sufridos por las

(1) De la figura es fácil deducir que el esfuerzo sobre cualquiera barra puede hallarse de la manera siguiente:

Sea W el peso sobre un vértice cualquiera, N el número de pesos colocados entre la barra cuyo esfuerzo se busca y el centro de la viga, θ el ángulo de inclinacion de la barra sobre el horizonte y S el esfuerzo que se busca. Entonces se tendrá $\pm S = \pm N \times W \times \text{cosec.}\,\theta$, tomando el signo *más* ó el *menos* segun que la barra ejerza funciones de tornapunta ó de tirante. Aplicando esta fórmula al ejemplo que

cabezas de la viga, observaremos en primer lugar que el perno colocado en *M* es empujado por la presion que á él manda la tornapunta *M E* y atraido por la tension del tirante *D M*, esfuerzos ambos que tienden á mover dicho perno hácia el punto de apoyo produciendo una tension sobre *M N*; pero como la fuerza de presion de la tornapunta *M E* hemos dicho quedar anulada por la de tension que en la misma produce el peso homólogo al *M* en la semiviga de la izquierda, resulta que la tension que sufre la parte *M N* es solo debida á la barra *D M*, y esta tension, representada en el triángulo *M a b* por la magnitud *a b*, es igual á 2'9 toneladas. Del mismo modo los demás triángulos *L a b*, *K a b* y *H a b* nos dicen que á causa de los pesos *L*, *K* y *H*, las secciones *L M*, *K L* y *H K* sufren tensiones cuya intensidad es de 2'9 toneladas, y como las fuerzas que obran sobre cada una de estas secciones se trasmiten integras á la central *M N*, resultará que por la sola accion directa de los pesos tendremos las tensiones siguientes:

Para *M N*. . . . = 2'9 × 4 = 11'6 toneladas
» *L M*. . . . = 2'9 × 3 = 8'7 »
» *K L*. . . . = 2'9 × 2 = 5'8 »
» *H K*. . . . = 2'9 × 1 = 2'9 »

Además de estas tensiones, existen como en el caso del artículo anterior, las producidas por los esfuerzos que trasmiten las barras diagonales, tensiones que, como en dicho caso, pueden calcularse en este con suma facilidad. El peso en *M* produce presiones de 5'8 toneladas sobre las barras *D L*, *C K*, *B H*, y estas presiones hacen nacer fuerzas de tension de 5'8 tonela-

---

tratamos, tendremos para la barra *H A* en que

$$N = 4,\ W = 5,\ \text{cosec. } 0 = 1'547 - S = -23'09,$$

que difiere poco del valor 23'2 encontrado por el análisis geométrico. Como la viga está cargada uniformemente, si representamos por *L* la distancia en pies desde el estremo superior de la barra al centro de la viga, y por *W'* la carga por pie longitudinal en toneladas ó décimas de tonelada, la ecuacion puede escribirse así:

$$\pm S = \frac{\pm L \times W'}{\text{sen. } 0}.$$

das sobre las partes $M\,L$, $L\,K$, $K\,H$, de la cara inferior, cuyas fuerzas se trasmiten integras á la seccion $M\,N$, de modo que esta seccion, por el solo peso en M, además de la tension de 2'9 toneladas que directamente ejerce sobre ella dicho peso, sufre por efecto de la disposicion del enrejado un esfuerzo adicional de tension representado por $-5'8\times3=-17'4$. Como al mismo tiempo, y por idénticas consideraciones, el peso en L mandaria sobre dicha seccion un esfuerzo de $-5'8\times2=-11'6$, el peso en K otro de $-5'8\times1=-5'8$ y el colocado en H otro de $-5'8\times0=-0'0$, resultará en definitiva que el esfuerzo total que sufre $M\,N$ será $=-11'6-17'4-11'6-5'8=-46'4$.

No es preciso repetir cómo se calcularian los esfuerzos que sufren las demás secciones de la cabeza inferior, los cuales aparecen definidos en la tabla segunda.

En cuanto á los esfuerzos sobre las secciones de la cabeza superior, son tambien fáciles de calcular. En efecto, por el peso en M que produce tensiones de 5'8 toneladas sobre las barras $D\,M$, $C\,L$, $B\,K$ y $A\,H$, se obtienen presiones de 5'8 toneladas sobre $D\,E$, $C\,D$ y $B\,C$ y de $\frac{5'8}{2}$ toneladas sobre $A\,B$; y como todas estas presiones se trasmiten á la seccion central $D\,E$, tendremos

Presion sobre $D\,E$ causada por el peso colocado en M $=3\,bc+ab=3\times5'8+\frac{5'8}{2}=17'4+2'9=20'3$

Igualmente se verificará:

Presion sobre $D\,E$ causada por el peso colocado en L $=2\,bc+ab=2\times5'8+2'9=11'6+2'9=14'5$

Presion sobre $D\,E$ causada por el peso en K. . . . . $=bc+ab=5'8+2'9=8'7$

Presion sobre $D\,E$ causada por el peso colocado en H $=a'\,b=2'9$

Lo cual da para la presion total sobre *D E* una fuerza equivalente á 46'4 toneladas, exactamente igual á la que por tension sufre la parte central inferior.

Lo mismo pueden calcularse las tensiones que esperimentan las demás partes de la cabeza inferior, y como resultado de todo formar la siguiente tabla que, comparada con la análoga del artículo anterior, nos demuestra ser indiferente la colocacion de la carga sobre ó debajo de la viga por lo que respecta á los esfuerzos que sufren las cabezas de aquella.

TABLA SEGUNDA.

Tabla de pesos en	Partes en que se hallan divididas las caras.								
	A B	*B C*	*C D*	*D E*	*F H*	*H K*	*K L*	*L M*	*M N*
M	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	—0'0	— 0'0	— 0'0	— 0'0	— 2'9
	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	+ 5'8	—0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	—0'0	— 0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 0'0	+ 0'0	+ 5'8	—0'0	— 0'0	— 0'0	— 5'8	— 5'8
L	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	—0'0	— 0'0	— 0'0	— 2'9	— 2'9
	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	+ 5'8	—0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
	+ 0'0	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	—0'0	— 0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8
K	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	—0'0	— 0'0	— 2'9	— 2'9	— 2'9
	+ 0'0	+ 5'8	+ 5'8	+ 5'8	—0'0	— 5'8	— 5'8	— 5'8	— 5'8
H	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	+ 2'9	—0'0	— 2'9	— 2'9	— 2'9	— 2'9
Total	+11'6	+29'0	+40'6	+46'4	—0'0	—20'3	—34'8	—43'5	—46'4

Hay muchas razones prácticas que motivan el que en la generalidad de los casos se carguen las vigas en su cara inferior con preferencia á la superior; pero la eleccion del sistema que conviene emplear, dependiendo de otras circunstancias agenas á los resultados de la teoría, no pueden comprenderse en principios generales.

Ya se ha dicho que la presion sobre *A F* equivale á 20 toneladas y de ella hubiese podido desde luego deducirse la tension

que sufre la parte *A B*; observando que esta fuerza ha de ser igual á la presion sobre *A F* (20 toneladas) multiplicada por la cotangente del ángulo de inclinacion de la barra, ángulo que siendo de 60 grados, tiene por cotangente 0'57735. Este producto daria para la tension *A F* un valor de $20 \times 0'57735 = 11'54$ toneladas, que difieren muy poco del de 11'60 encontrado, por la tabla.

La tabla anterior, está construida de modo que puede apreciarse no solo el esfuerzo total que actúa sobre cada pieza de la viga, sino tambien conocer sin confusion alguna la parte de dichos esfuerzos que pertenecen á la accion de los diferentes pesos que componen la carga.

La presion sobre la seccion central de la cabeza, puede encontrarse sencillamente por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{W \times L\ (*)}{8 \times D} = \frac{40 \times 80}{8 \times 8'66} = \frac{400}{8'66} = 46'2$$

que dá el valor de *S*, con una aproximacion suficiente para cualquiera aplicacion práctica.

Resulta, pues, que el esfuerzo sufrido por la seccion *M N*, es igual en este caso de los pesos inferiores, al encontrado en el artículo anterior, suponiendo que la carga actuaba directamente sobre la viga, á pesar de que entonces de dicha carga, que es de 20 toneladas, solo 17'5 influian en las dimensiones de las piezas, mientras que ahora influye toda ella. La esplicacion de este fenómeno es muy sencilla, bastando para ello observar en la figura que el peso colocado en *H* no produce más efecto sobre la cara inferior que el empuje *a b* debido directamente á la colocacion de dicho peso en el vértice de las dos piezas *A H* y *H B*; es decir, que no hace nacer por la organizacion de la viga nuevas fuerzas que aumenten dicha presion directa, y como el empuje *a b* corresponderia á una componente vertical de 2'5 toneladas,

(*) *L* = longitud de la viga, *D* = altura de la misma.

resulta que aun cuando en realidad cargan 20 toneladas en la cara inferior, solo 17'5 producen efectos sobre ella y el resultado por consiguiente ha de ser el mismo encontrado en el ejemplo del artículo anterior.

No es solo en la parte central de la viga donde se verifica ser idéntica la presion en ambos casos, sino que lo mismo sucede con las demás secciones *H K*, *K L* y *L M*.

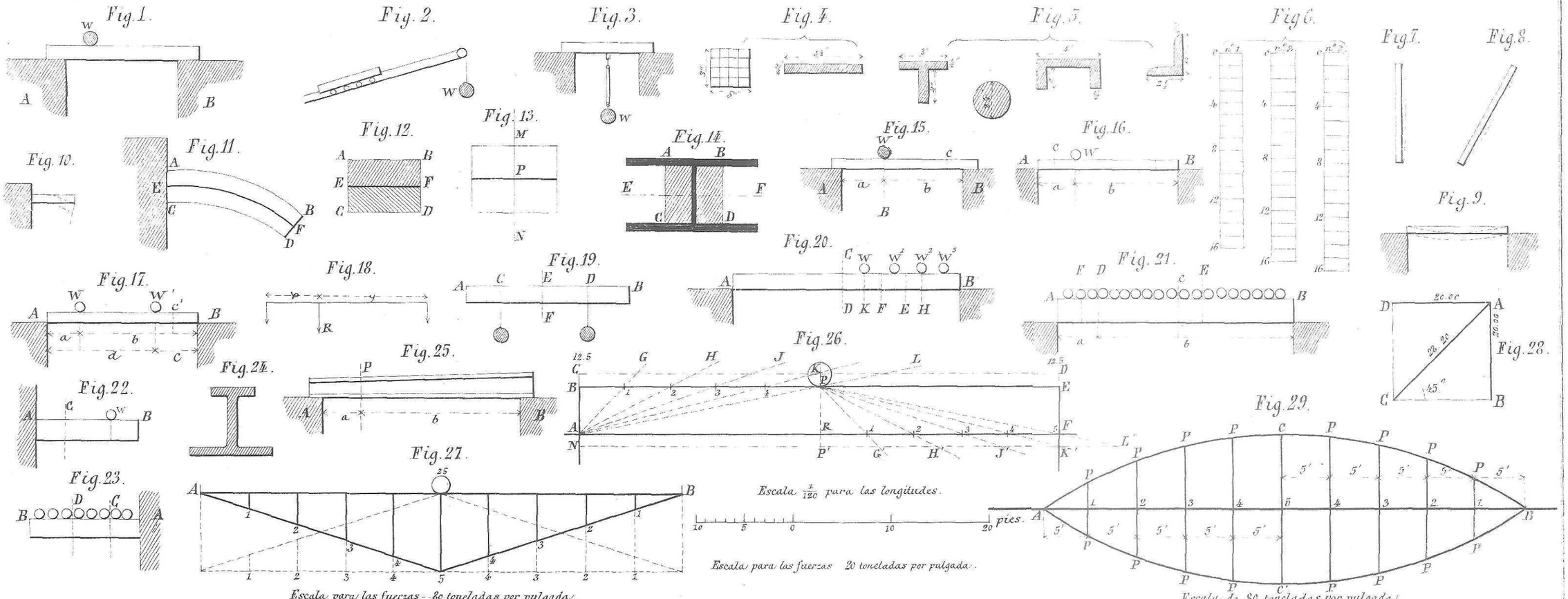
En la práctica se eligen de ordinario dos ángulos para la inclinacion de las barras que constituyen el enrejado de la viga, el de 60° y el de 45°, de los cuales hemos examinado el primero; conviene, sin embargo, estudiar el efecto resultante de alterar dicho ángulo sin variar las demás condiciones de longitud, altura y peso de la viga. En la figura 40 (1) se representa en la escala de 13'33 piés por pulgada, la misma viga de la figura 39, siendo como en esta 8'66 la altura; está dividida en dos partes iguales por la línea *A B* y organizada la mitad con barras á 60° de inclinacion y la otra mitad con barras á 45°. Debemos recordar que la organizacion dada á cualquiera de ambas mitades es la conocida con el nombre de sistema de *Warren*, en el cual no hay más que una sola série de triángulos y que en la práctica es preferible el sistema llamado de celosía ó sea aquel que posee dos ó más séries de triángulos.

Examinando la figura se observa: primero, que los ángulos á 45° dividen la semiviga en menor número de secciones, y por tanto, que solo tiene próximamente una mitad de barras; y segundo, que cada una de estas barras es más larga que la correspondiente á la inclinacion de 60°, aun cuando la longitud de todas ellas sea menor. Si medimos esta longitud en ambas mitades de la viga, resultará que la correspondiente á las barras inclinadas á 60°, escederá á la otra en dos veces y media próximamente al largo de una de las primeras. Prescindiendo de que la distribucion uniforme de la carga se obtiene completamente

(1) Vease la nota de la página 81.

por el sistema llamado de celosía, es evidente que aun en el caso que consideramos de la figura 40, dicha uniformidad se obtiene mejor por medio de las barras colocadas entre *A* y *C* que con las situadas entre *A* y *D*, puesto que dejando estas últimas muy separados los puntos de apoyo no es posible aceptar como procedentes de una carga uniformemente distribuida los resultados obtenidos, suponiendo aquella carga repartida sobre los diferentes puntos de apoyo. La misma figura 40 manifiesta la distribucion que debe hacerse en cada semiviga de la carga de 20 toneladas que sobre ella actúa.

Si los pesos situados sobre los vértices de cada media viga fuesen iguales, los esfuerzos que produjeran en las barras variarian con la cosecante de los diversos ángulos de inclinacion; es decir, que estarian entre sí, en la relacion de $\frac{1'414}{1'154}$. La fuerza de una tonelada producida sobre una barra á 60° de inclinacion se convertiria en otra de 1'22 toneladas si la barra se inclinase hasta los 45°. En cuanto á la suma de los esfuerzos sobre el centro de las cabezas seria la misma mientras el tiro, carga y altura de la viga permaneciesen constantes. Todo esto se verá claramente en el próximo artículo, en el que con toda estension vamos á analizar el caso de una semiviga cuyo enrejado se compone de barras á 45° de inclinacion.



Grabada por J. Lafores.

Fig. 30.

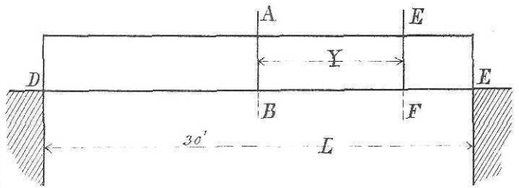


Fig. 31.

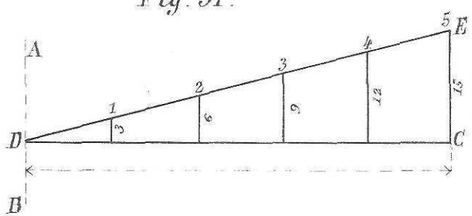


Fig. 32.

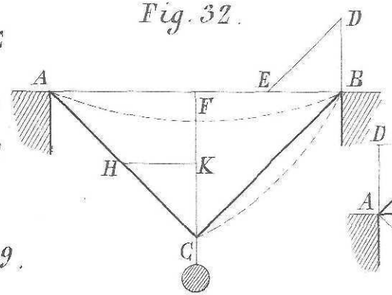


Fig. 33.

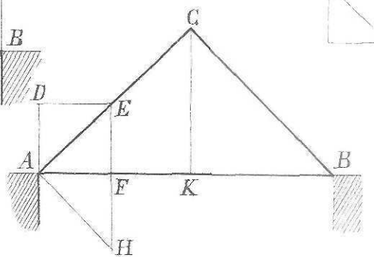


Fig. 34.

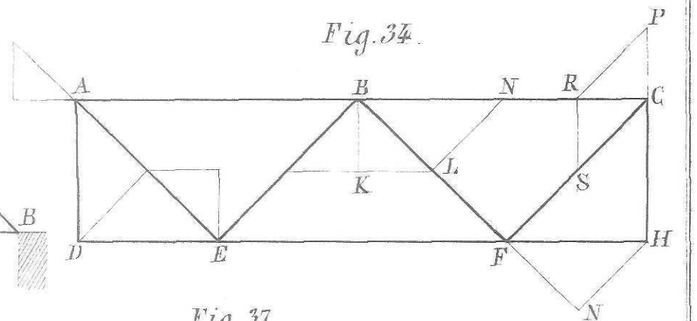
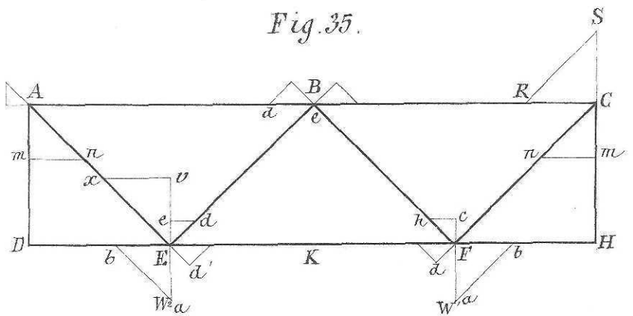


Fig. 35.



Escala para las longitudes..... 2 pies por pulgada } fig. 39.
Id. para las fuerzas..... 6 toneladas por pulgada }

Fig. 39.

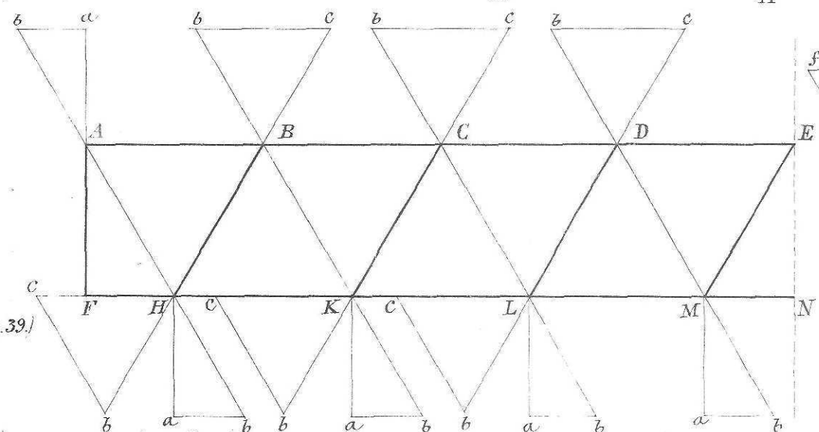


Fig. 37.

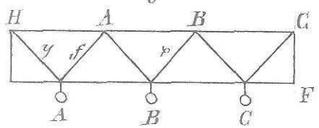


Fig. 38.

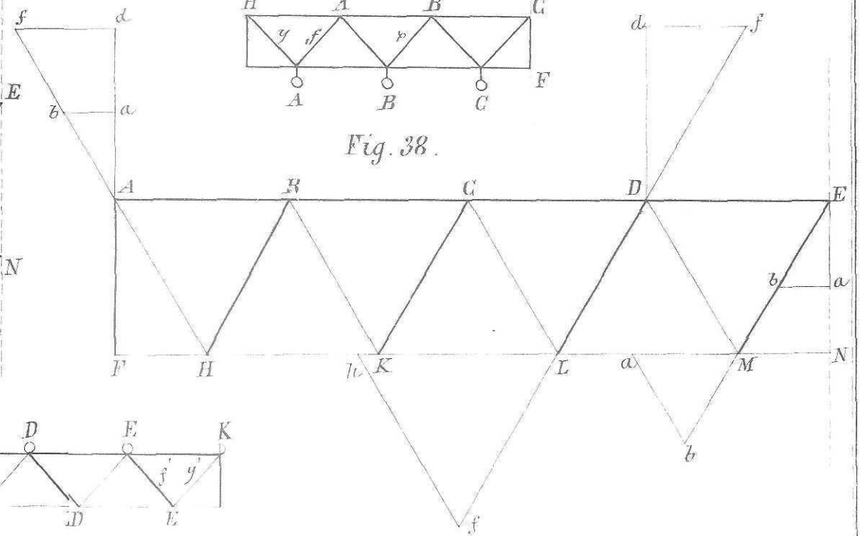
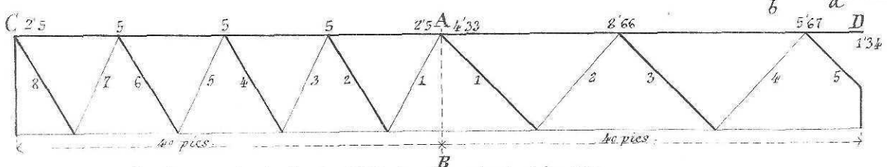
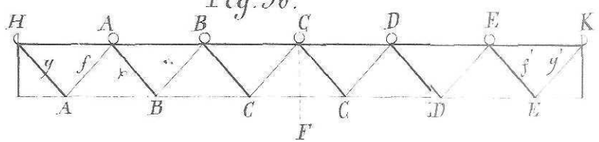


Fig. 40.



Escala para longitudes de 13' 33 pies por pulgada (fig. 40.)

Fig. 36.



Gº. por J. Lujares.

tadas libretas se lleven separadas de las de haberes y que se arreglen al modelo adjunto.

Al participar á V. esta Real disposicion debo prevenirle por acuerdo del Consejo, que las libretas de que se trata han de estar forradas de badana azul turquí en todos los cuerpos é institutos, así de la Península como de Ultramar, y su coste deberán pagarlo los interesados de sus pluses ó sobresueldos.

Dios guarde á V. muchos años. Madrid, 30 de Julio de 1868. =El Coronel Secretario, encargado del despacho, Filiberto Fernandez de Cenzano.=Sr....

REGIMIENTO INFANTERIA DE AMERICA, N.° 14.

1.er Batallon. 3.ª Compañía.

LIBRETA

DE ENGANCHE DEL CABO PRIMERO

FRANCISCO ESTEBAN Y GUERRA.

NUMERO 25.634.

1857

DERECHOS QUE CONCEDE LA LEY
de 29 de Noviembre de 1859, Reformada.

Premios para los reenganchados.

Por 1 año,	30 escudos	por 1.er plazo	y	40 escudos	por	último.
Por 2 años,	40	» por	»	y 100	» por	»
Por 3 años,	50	» por	»	y 180	» por	»
Por 4 años,	60	» por	»	y 260	» por	»
Por 5 años,	70	» por	»	y 360	» por	»
Por 6 años,	80	» por	»	y 460	» por	»
Por 7 años,	90	» por	»	y 580	» por	»
Por 8 años,	100	» por	»	y 700	» por	»

Premios para los enganchados.

El enganche por 4, 5, 6, 7 y 8 años, dá derecho á un premio igual á los marcados anteriormente para los reenganchados, con la diferencia de que el primer plazo, si el enganchado estuviere libre de responsabilidad personal de la quinta, se le dará la mitad el dia de su compromiso, y la otra mitad á los seis meses, y si el mozo no estuviere libre de la responsabilidad, no percibirá la segunda mitad hasta que justifique haber quedado libre de quintas.

Pluses para los cabos, soldados é individuos de banda enganchados y reenganchados.

Hasta contar 15 años de servicio. . . .	100	mils.	diarias
Desde 15 á 20.	150	»	»
De 20 en adelante.	200	»	»

Pluses para los sargentos segundos.

Hasta contar 8 años de servicio. . . .	100	mils.	diarias.
Desde 8 á 14.	150	»	»
Desde 14 á 20.	200	»	»
De 20 en adelante.	300	»	»

Sobresueldos para los sargentos primeros.

Hasta cumplir 8 años de servicio. . . .	300	mils.	diarias.
Desde 8 á 14.	400	»	»
De 14 á 20.	600	»	»
De 20 en adelante.	700	»	»

NUMERO 25.634.

CABO 1.º FRANCISCO ESTEBAN Y GUERRA,
enganchado por 4 años desde 15 de Enero de 1868
con años meses y dias de servicio.

AÑOS.	MESES.	HA PERCIBIDO.	Escudos	Mils.

Circular núm. 89.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en Real órden de 8 del actual, dice al Sr. Presidente de este Consejo lo que sigue: =Excmo. Sr.:=La Reina (q. D. g.) á quien he dado cuenta de las fundadas razones que V. E. espone en la comunicacion que dirigió á este Ministerio en veintidos de Julio último, consultando respecto á la conveniencia de adoptar en las cuentas que forme ese Consejo de redenciones el año natural en vez del económico, se ha dignado disponer, aprobando lo propuesto por V. E., que en la próxima cuenta que ese Consejo rendirá á fin de año, se comprendan los nueve meses desde primero de abril á treinta y uno de Diciembre, siendo dicha cuenta en lo sucesivo por años naturales desde primero de Enero á últimos del mencionado mes de Diciembre.

Lo que traslado á V..... para su conocimiento, advirtiéndole que el certificado de la cantidad que los cuerpos tienen en depósito para atender á la satisfaccion de premios y pluses de voluntarios y que hasta ahora han espedido en fin de Marzo de cada año, lo remitirán á este Consejo desde el actual con fecha 31 de Diciembre.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 20 de Setiembre de 1868.=El Teniente General Vocal Gerente, Conde de Torre-Mata.=Sr.....

Circular núm. 90.

Excmo. Sr.:=Habiendo llamado la atencion del Consejo el considerable número de individuos que se presentan en esta capital aun de puntos muy distantes, solicitando personalmente de esta dependencia la liquidacion de su cuenta de premio, bien por ser baja por cumplidos ú otros conceptos, causando así gran entorpecimiento en el despacho de los negocios; se hace preciso que los Jefes de los cuerpos se atengan á lo dispuesto en el artículo 64 del Reglamento de enganches vigente de 14 de Setiembre de 1867, para que los cumplidos reciban sin falta con su licencia absoluta el resto de su premio, y los inútiles, ascendidos ó bajas por otras causas, una cantidad proporcional segun marca dicho artículo, debiendo esperar los últimos el

resultado de su liquidacion en el punto á que vayan á fijar su residencia ó cuerpos ó situacion á que fueren destinados; bien entendido, que dichos Jefes serán responsables del cumplimiento de cuanto se dispone en esta Circular y está repetidamente ya prevenido, segun se observa en el artículo 45 del citado Reglamento y que los individuos que se presenten con tal peticion sobre ser desatendidos y haber efectuado un viaje inútil, darán visible prueba de que el cuerpo no les atendió conforme á las prescripciones indicadas y á las de la Circular número 73 sobre la que llamo muy particularmente la atencion de V. E., y para que no haya dudas que entorpezcan el entregar á los cumplidos el resto de su premio, se tendrá presente por regla general, que las rebajas de tiempo otorgadas á las clases de tropa, se entiende, con respecto á los enganchados y reenganchados, son sin abono alguno de premio ni plus por el tiempo rebajado, conforme con el espíritu del artículo 16 de la Ley de 29 de Noviembre de 1859 reformada, salva la escepcion que en el mismo se hace, y á lo terminantemente así declarado en la Real órden de 19 de Julio de 1866.

Dios guarde á V... muchos años. Madrid, 10 de Noviembre de 1868.=El Teniente General Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Circular núm. 91.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 30 de Noviembre último, me dice lo siguiente:

«Enterado de la comunicacion de V. E. de 21 de Setiembre último en la que consulta á este Ministerio, acerca del derecho que tengan á premio los voluntarios de menor edad; el Gobierno Provisional, de conformidad con lo espuesto por V. E., oido el parecer del Asesor de ese Consejo, ha tenido á bien resolver lo que sigue:—Primero.—Como la Real órden de veinte de Julio de mil ochocientos sesenta y ocho, suspendiendo el enganche voluntario con premio, no admite escepciones, no podrá concederse este á los jóvenes menores de la edad consentida en la Ley de veinte y nueve de Noviembre de mil ochocientos cincuenta y nueve, reformada por la de veinte y seis de Enero de mil ochocientos sesenta y cuatro, y veinte y cuatro de Junio de mil ochocientos sesenta y siete, es decir, á los menores de diez y siete años que hubiesen sentado plaza sin premio, con la idea

ó esperanza de optar á él cuando la cumplieran, toda vez que la validez del compromiso voluntario con opcion á premio, no existe hasta cumplir dicha edad con arreglo al artículo veinte de la Ley; y si desean continuar en el servicio, ha de ser como voluntarios sin premio pecuniario.—Segundo.—Los que hallándose en este caso, deseen anular sus compromisos, lo harán presente á sus Jefes y se les espedirá la licencia absoluta. Para cumplimentar la disposicion anterior, los Jefes de los cuerpos dispondrán se esplore la voluntad de todos los que sentaron plaza siendo menores de diez y siete años, con la esperanza de optar á premio, á los cuales se les leerá y enterará de estas disposiciones, para que opten por su licencia absoluta, en cuyo caso les será desde luego espedida, ó para continuar en el servicio sin premio, debiendo estamparse en las filiaciones clara y terminantemente la resolucion que cada uno esponga convenirle para que en todo tiempo conste en el citado documento.»

Lo que participo á V..... para su conocimiento y con el fin de que se esplore la voluntad de los individuos de ese cuerpo que hubiesen *sentado* plaza menores de 17 años, sobre si quieren continuar sirviendo sin premio, ú optar por su licencia absoluta, cuidando de anotar su resolucion en sus respectivas filiaciones, y espedir dichas licencias á los que asi lo deseen, advirtiéndole al propio tiempo que los individuos mayores de 17 años y menores de 20, que han sentado plaza antes de 1.º de Agosto del año actual y no están en posesion del premio por falta de requisitos necesarios, puede concedérseles este á medida que vayan reuniendo las circunstancias prefijadas en la Ley de 24 de Junio citada, con arreglo á lo dispuesto en la órden del Excmo. Señor Ministro de la Guerra de 24 de Noviembre próximo pasado; en el bien entendido, que estos compromisos han de ser precisamente por el plazo de ocho años, conforme al espíritu de la Real órden de 20 de Julio anterior (Circular 87), y á contar desde el dia que firmen la nota en sus filiaciones. Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 15 de Diciembre de 1868.—El Teniente General Presidente, Facundo Infante.—Sr.....

Circular núm. 92.

Por resolucion del Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, fecha

29 de Diciembre último, promovida por consulta de este Consejo fecha 17 del mismo mes y año:

Se concede la continuacion en el servicio por el tiempo necesario hasta cumplir el máximun de la edad, á los individuos de la clase de soldados á la de Sargentos segundos inclusive, que vayan estinguiendo sus empeños y les falte menos de 8 años para cumplir los 45 y 50 que prefija la Ley, entendiéndose sin derecho á cantidad alguna establecida como premio de reenganche, y renunciando los de constancia que disfruten, percibiendo en cambio los pluses que en equivalencia de aquellos y segun los años de servicio señala el artículo 18 de la misma Ley.

Por lo tanto, con la nota correspondiente á la filiacion del individuo, se espresará que: «*hace renuncia del premio de constancia que disfruta, cesando de percibirle desde el dia de tal mes que se le pone en posesion de tantas milésimas por contar tantos años de servicio, y obligarse á servir por el tiempo que le falta para cumplir el límite de la edad*, en cuyo preciso dia será baja.»

Estos individuos, se relacionarán por separado al final del estado número 2.º y bajo el epígrafe que diga: «*Individuos que por decreto del 29 de Diciembre de 1868 disfrutan solamente plus, por hallarse próximos á cumplir la edad máxima.* En la casilla de *años de compromiso* se anotará la edad que cada uno cuente, y en la de *años de servicios* los suyos respectivos.»

Dios guarde á V...., muchos años. Madrid, 7 de Enero de 1869.=El Teniente General Presidente, Facundo Infante.=Sr....

Circular núm. 93.

El Gobierno Provisional, conformándose con lo propuesto por este Consejo, se ha servido disponer con fecha 2 del corriente, se suspenda por ahora la admision de toda clase de reenganches con premio en los cuerpos é institutos de los ejércitos de la Península y Ultramar, interin no se adopten disposiciones que, facilitando el aumento de las redenciones, pueda volverse á admitirlos; debiendo prevenir á V..... no están comprendidos en esta disposicion los Sargentos primeros que con arreglo al art. 19 de la Ley de reenganches de 29 de Noviembre de 1859 reformada por la de 24 de Junio de 1867, pueden solicitar la continuacion en el servicio si reunen las condiciones que la misma exige

Los efectos de esta órden empezarán á regir en la Península desde 1.º de Marzo próximo venidero, y en las posesiones de Ultramar é Islas Canarias desde el dia en que los Jefes de los cuerpos reciban esta circular, de la que acusarán recibo en el mismo.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 8 de Febrero de 1869.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.= Sr.....

Circular núm. 94.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en órden de 2 del actual, me dice lo que sigue:

«Excmo. Sr.=Enterado del escrito de V. E. de trece de Marzo último, ácerca de la consulta hecha por el Coronel del Regimiento infantería de Cuba, núm. 7, sobre si los individuos que estando cumplidos y que por disposicion superior se ha mandado suspender su licencia absoluta á consecuencia de las circunstancias en que se encuentra el Departamento Oriental de la Isla de Cuba, debe considerárseles como reenganchados; el Poder ejecutivo, de conformidad con lo espuesto por V. E., ha tenido á bien resolver que á los individuos del Ejército que se hallen en el caso espresado se les comprenda en la Real órden de 22 de Enero de 1863, que dispone entre otras cosas que cuando por hallarse los soldados de los Batallones de Marina en estaciones ó puntos lejanos de Europa y que por falta de buques que les conduzcan á los puertos de la Península, se les dilate la entrega de las licencias absolutas á los cumplidos, se les considere desde el dia en que termine su compromiso, hasta que las reciban, como reenganchados que han cubierto plaza por otros y en tal concepto se les liquidará y abonará en metálico, como compensacion de sus servicios estraordinarios, la parte alicuota del premio que les corresponda, y que si llegado aquel caso prefieren su reenganche verdadero, despues de hacerles entrega de las cuotas y pluses que hayan devengado, se les continuará acreditando sus derechos por el plazo que elijan de los que la Ley consiente.=Lo que digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes.»

Lo que traslado á V..... para su noticia y la de todos los individuos que se hallan á sus órdenes.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 9 de Abril de 1869.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.= Sr.....

Circular núm. 95.

Excmo. Sr.:=El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en 1.° de Marzo último y 9 del actual, me comunica el Decreto y órden que sigue:=Excmo. Sr.:=Con fecha veinte de Febrero último se ha espedido por este Ministerio el Decreto siguiente:= El Ministro de la Guerra, á propuesta del Consejo de Gobierno del fondo de Redencion y Enganches del servicio militar, y oido al Consejo de Estado en pleno, ha venido en decretar, de acuerdo con el Consejo de Ministros, lo que sigue:—Artículo 1.° Todos los mozos que desde la quinta inmediata en adelante sean declarados soldados y deseen redimir su suerte á metálico dentro del término que la Ley de reemplazos concede, podrán verificarlo mediante la entrega de seis mil reales con las mismas formalidades que hoy están prevenidas. Los que pertenezcan á otras quintas anteriores, deberán entregar la cantidad que en aquella época estaba señalada para redimirse.—Artículo 2.° Los individuos de tropa de los diferentes cuerpos del Ejército, Guardia civil é Infantería de Marina que se redimen á metálico por concesion especial del Gobierno, deberán entregar por cada año ó fraccion de año que les falte que servir la cantidad de nuevecientos reales.—Artículo 3.° Los enganches y reenganches sucesivos en los cuerpos de la Península y Ultramar, darán derecho á los premios y pluses que corresponda á los años de compromiso en la forma siguiente:

PREMIOS.

EJÉRCITO DE LA PENINSULA.				EJÉRCITO DE ULTRAMAR.			
	Primer plazo. — *Reales.*	Último plazo. — *Reales.*	TOTAL. *Reales.*		Primer plazo. — *Reales.*	Último plazo. — *Reales.*	TOTAL. *Reales.*
1 año.....	200	300	500	1 año.....	250	375	625
2 años...	300	700	1.000	2 años...	375	875	1.250
3 años...	400	1.300	1.700	3 años...	500	1.625	2.125
4 años...	500	1.900	2.400	4 años...	625	2.375	3.000
5 años...	600	2.600	3.200	5 años...	750	3.250	4.000
6 años...	700	3.300	4.000	6 años...	875	4.125	5.000
7 años...	800	4.200	5.000	7 años...	1.000	5.250	6.250
8 años...	900	5.100	6.000	8 años...	1.125	6.375	7.500

PLUSES EN LOS EJÉRCITOS DE LA PENÍNSULA Y ULTRAMAR.

Sargentos segundos. . . .	Hasta 8 años de servicio. .	50 cts. diarios.
	Desde 8 á 14 años.	1 real diario.
	Desde 14 á 20 años. . . .	1 real 50 cts. diarios.
	Desde 20 en adelante. . .	2 reales.
Cabos, soldados é individuos de banda.	Hasta 15 años de servicio.	50 cts. diarios.
	Desde 15 á 20 años. . . .	1 real diario.
	Desde 20 en adelante. . .	1 real 50 cts. diarios.

Artículo 4.° El Gobierno dará cuenta á las Córtes de este Decreto con arreglo al párrafo último del artículo veintidos de la Ley de redencion y enganches. Lo que digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes.

Excmo. Sr.:=La desproporcion que venia observándose entre las redenciones á metálico y el enganche y reenganche para el Ejército, obligaron al Gobierno en veinte de Julio del año último, á suspender los enganches voluntarios con premio pecuniario y á restringir los reenganches hasta nueva órden; llegando al estremo de tener que prohibir en dos de Febrero pasado la admision de toda clase de compromiso, pues á pesar de la primera medida podia llegar el caso de que se comprometiese el crédito de ese Consejo y aun el del Gobierno.—Cierto es, que desde entonces el fondo de Redenciones no ha tenido ingresos para atender á nuevas obligaciones que puedan justificar la derogacion de aquellas disposiciones.—Pero como es indudable que por efecto del Decreto de primero de Marzo que fija el nuevo tipo de la redencion y por la autorizacion concedida á las Diputaciones provinciales y Ayuntamientos por la Ley de veintiseis del mismo mes, para cubrir sus respec-

tivos cupos el número de redimidos debe ser considerable, en cuyo caso hay que apelar con anticipacion al sistema de enganches y reenganches, y como por otra parte esté muy cerca la época en que los soldados cumplen sus compromisos, siendo conveniente así al servicio como á las clases interesadas el que desde luego adquieran los que lo deseen otro nuevo voluntario, para lo que debe cesar la prohibicion existente; el Poder ejecutivo ha tenido á bien resolver lo siguiente:= Primero: Se deroga lo dispuesto en las órdenes de veinte de Julio de mil ochocientos sesenta y ocho y dos de Febrero del actual, suspendiendo el enganche para el Ejército.—Segundo: El empeño para la continuacion en el servicio se admitirá desde luego por los plazos que previene el artículo diez y siete de la Ley de veinticuatro de Junio de mil ochocientos sesenta y siete y con las ventajas que establece el Decreto de primero de Marzo último.—Tercero: Los Sargentos segundos, Cabos, Soldados é individuos de banda que tengan derecho á pasar á la segunda reserva podrán continuar en activo servicio por el tiempo que les falte para cumplir su total empeño disfrutando las ventajas del Decreto citado.—Y cuarto: Para el completo reemplazo de las bajas que causen al Ejército la redencion á metálico se aplicarán los artículos veinte y veintiuno de la Ley citada con las modificaciones que introduce el Decreto de primero de Marzo. Lo que comunico á V. E. para su conocimiento y demás efectos correspondientes.»

En vista de estas disposiciones el Consejo ha resuelto lo siguiente:

Primero. Desde el recibo de esta circular procederá V..... á la admision de enganches y reenganches con premio, con sujecion á las prescripciones de la Ley de veintinueve de Noviembre de mil ochocientos cincuenta y nueve, reformada por las de veintiseis de Enero de mil ochocientos sesenta y cuatro y veinticuatro de Junio de mil ochocientos sesenta y siete, con las modificaciones que introduce el Decreto arriba citado en los artículos 20 y 21.

2.° El Consejo no admitirá compromisos de fecha anterior á la en que los interesados firmen la nota en sus filiaciones, y en este supuesto los que, por hallarse en suspenso la admision de enganches y reenganches con premio, se encuentran sirviendo en las filas sin percibir ninguno, pueden venir á disfrutarle,

pero para esto necesitan renovar su compromiso por uno de los plazos que la Ley consiente, siempre mayor al tiempo que les falte para extinguir su empeño, por años redondos, y así se hará constar en sus filiaciones.

3.° Para la reclamacion de premios y pluses se observará lo que sigue: Los acogidos á estos beneficios figurarán al final de los estados, ó sea despues de los que con arreglo á prescripciones anteriores, renunciaron pasar á la segunda reserva, con el epígrafe de «*Individuos acogidos á los beneficios del Decreto de 20 de Febrero de 1869.*» A continuacion se colocarán los reenganchados, despues los enganchados, y por último, con el lema de «*Sargentos segundos, cabos y soldados que renuncian pasar á la reserva, y prefieren continuar en activo,*» los que tienen que verificarlo conforme á dicho Decreto, y en la demostracion tambien aparecerán por separado. Lo mismo se practicará en el estado núm. 2, con los reenganchados que disfrutan mayor plus de 0,050 milésimas y se les relacionará despues de los que por las disposiciones anteriores tienen derecho al plus de 0,150 en adelante, y antes de los Sargentos primeros que disfrutan sobre-haber ó sobre-sueldo, los que seguirán como hasta aquí, puesto que por el citado Decreto se modifica únicamente el plus que señala el artículo 18 de la Ley para las clases de tropa desde soldado á Sargento segundo inclusive.

4.° y último. Los individuos que se hallan en posesion de las ventajas que concede la Ley de veintinueve de Noviembre de mil ochocientos cincuenta y nueve, y sus reformas de veintiseis de Enero de mil ochocientos sesenta y cuatro, y veinticuatro de Junio de mil ochocientos sesenta y siete, seguirán en el goce de las mismas hasta la terminacion de su empeño en atencion á que el espresado Decreto no tiene efecto retroactivo.»

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 17 de Abril de 1869.—El Teniente General, Presidente, Facundo Infante. =Sr.....

Circular núm. 96.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 27 de Abril próximo pasado, me dice lo siguiente:

«Aprobando lo propuesto por V. E. con fecha de ayer, de acuerdo de ese Consejo, el Poder ejecutivo ha tenido por conve-

niente disponer que el artículo quinto de la Ley de veinticuatro de Junio de mil ochocientos sesenta y siete, se modifique á tenor de lo prevenido en el segundo párrafo del artículo segundo de la Ley de reemplazos de veintiseis de Marzo último, quedando redactado en la forma siguiente.=Las cantidades procedentes de la redencion ingresarán en la Caja del Consejo de gobierno y administracion del Fondo de Redencion y Enganches del servicio militar, ó en las Tesorerías de Hacienda pública de las provincias en calidad de depósitos necesarios á disposicion del espresado Consejo, con sujecion á lo prevenido en el Reglamento de la Caja de Depósitos.»

Lo que traslado á V..... para su debido conocimiento y efectos convenientes.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 8 de Mayo de 1869.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr..

«Excmo. Sr.:=El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 7 del actual, me comunica la órden siguiente:=He dado cuenta á S. A. el Regente del Reino del escrito de V. E. de trece de Julio último, remitiendo una comunicacion del Director general de Infantería, y otra del de Administracion militar, referentes ambas al abono del sobresueldo á los Sargentos primeros en situacion pasiva y al derecho á premio de constancia de los de la referida clase, y en su consecuencia, visto el art. 19 de la Ley de 24 de Junio de 1867 y el 47 del Reglamento provisional para la ejecucion de la misma, que resuelven por completo los puntos consultados por V. E., S. A. ha tenido á bien disponer que ni los Sargentos primeros que figuran las Comisiones de reserva, ni los que se hallan en situacion de reemplazo tienen derecho á las ventajas que la Ley de redencion y enganches concede á los de su clase que sirven en activo; esto es, al goce de los sobresueldos que les corresponderian por sus años de servicio si estuviesen en la espresada situacion, toda vez que ni en una ni otra puede considerarse que les comprenden las prescripciones de la Ley de reenganches, puesto que esta solo concede sus beneficios á los que sirven destinos activos reglamentarios, conforme á lo dispuesto en el párrafo 2.° del art. 30 del Reglamento de 14 de Setiembre de 1867, que

previene no se admitan con premio más que el número que determinen las vacantes, y el último párrafo del art. 15 que exige como condicion indispensable para gozar de los beneficios del engauche y reenganche, servir precisamente en actividad. Resolviendo al propio tiempo respecto á los premios de constancia, que se cumpla cuanto sobre el particular está mandado en el art. 19 de la Ley de 24 de Junio de 1867 y en el 47 del Reglamento provisional del mismo año.»

Lo que tengo el honor de trascribir á V. E. para su conocimiento, rogándole al propio tiempo se sirva disponer su insercion en el *Memorial* del Cuerpo de su digno cargo.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 17 de Agosto de 1869.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Circular núm. 97.

Habiendo desaparecido las causas que dieron lugar á que por circular de este Consejo núm. 34 se dispusiera que los cuerpos, así de la Península como de Ultramar, remitieran por duplicado los estados de reclamacion, y con el fin de evitar en todo lo posible el trabajo y gastos que ocasiona á los mismos la duplicidad de aquellos documentos; en lo sucesivo solo remitirán un ejemplar de cada uno de los citados estados, sirviéndoles de antecedente para sus ajustes, el borrador que debe quedar en el cuerpo.

Por consecuencia de esta disposicion, el Consejo en vez de devolver como hasta aquí el ejemplar de los estados que se suprime, remitirá á los cuerpos un *pliego de reparos de premios*, en el que además de indicarse las alteraciones que se hagan á la reclamacion á que se refiera, se espresará el número que se haya dado á la cuenta de los individuos altas.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 20 de Agosto de 1869.=El Teniente General Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Circular núm. 98.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra con fecha 22 de Diciembre próximo pasado me dice lo siguiente:

«Excmo. Sr.:=Con esta fecha digo al Director general de Caballería lo que sigue:=He dado cuenta á S. A. el Regente del

Reino del escrito de V. E. de 11 de Setiembre último, en el que consulta si comprende á los sargentos segundos la órden de 7 de Agosto próximo pasado, disponiendo que los sargentos primeros que sirven en las reservas, y los que están en situacion de reemplazo, no tienen derecho á los sobresueldos que concede la Ley de redenciones y enganches de 24 de Junio de 1867; y en su vista, S. A., oido el Consejo de redenciones y enganches, y de conformidad con la Seccion de Guerra y Marina del Consejo de Estado, ha tenido á bien resolver que se haga estensiva la citada órden de 7 de Agosto, á los sargentos segundos, cabos y soldados, segun está determinado en la Ley de enganches y en el Reglamento que para su ejecucion se dictó en 14 de Setiembre de 1867, debiendo entenderse, que cuando los individuos de tropa que pasen á las reservas por considerarse así conveniente al servicio, vuelvan á ser destinados á activo, se les declaren los sobresueldos y demás ventajas que antes tenian, toda vez que no deben perder sus derechos de la situacion pasiva, sino solo suspenderse sus efectos en tanto que permanezcan en dicha situacion. Al propio tiempo se ha servido S. A. resolver quede sin efecto la órden de 17 de Agosto último en que se autorizó á los Directores generales para destinar á la segunda reserva á los sargentos primeros y segundos que á su juicio no debian continuar en el servicio activo de las armas, disponiendo que, cuando en algun caso sea conveniente acordar los citados pases á la reserva, se consulte á este Ministerio, esponiendo las razones en que funde la propuesta, para la oportuna resolucion.=De órden de S. A. lo traslado á V. E. para su conocimiento.»

Para la ejecucion de la preinserta órden de S. A., acordó este Consejo que se observasen las reglas siguientes:

1.ª Todo individuo en posesion de los beneficios de la Ley de redenciones y enganches que fuere destinado á la segunda reserva, cesará por fin del mes en que fuere baja en activo, suspendiéndose los abonos en el estado que estuviere la cuenta corriente del interesado, sin tener derecho al adelanto que se concede por el art. 64 del Reglamento de 14 de Setiembre de 1867, y menos á la liquidacion inmediata de la parte proporcional del último plazo correspondiente al tiempo servido.

2.ª Al producirse la baja en los estados de reclamacion á este Consejo, se acompañará una copia de la órden dictada por

el Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en la que se disponga dicho pase, consultado por el respectivo Director del arma, cual lo preceptúa como requisito indispensable la órden de S. A.; y otra copia del pasaporte, licencia ilimitada ó documento que se espida al individuo para emprender la marcha á su destino, estendiéndose al pié de esta copia, certificado con arreglo al modelo de la circular núm. 37 de este Consejo, citado en el art. 45 del Reglamento de 14 de Setiembre de 1867, en cuya virtud solamente se le acreditarán los pluses hasta la fecha citada.

3.ª Durante el tiempo que permanezca en dicha situacion pasiva, no tendrá derecho al premio ni plus hasta su vuelta al ejército activo.

4.ª En este caso, será nuevamente alta en los estados de reclamacion, figurando con los mismos años, fecha de compromiso y número de órden que tenia en su cuenta con este Consejo, la cual se continuará nuevamente para los abonos sucesivos del premio desde la primera revista que pase en situacion activa.

Para comprobacion del alta, se acompañará una copia de la órden en cuya virtud la causa el individuo, y otra de su filiacion donde se estampará nota circunstanciada de su vuelta al servicio, con opcion al premio que disfrutaba, que será desde la primera revista, consignándose que á partir desde dicha fecha, se le repone en el goce del premio de que estaba en posesion antes de haber sido destinado á la segunda reserva.

5.ª Si cumpliere su empeño encontrándose en esta, tendrá derecho á la parte proporcional del premio correspondiente al tiempo que sirvió en activo hasta la fecha prescrita en las reglas 1.ª y 2.ª El Jefe de la respectiva comision participará de oficio á este Consejo la baja del interesado, con remision de una copia de la licencia absoluta; y en vista de este comprobante, se procederá por estas oficinas á la consiguiente liquidacion, de que se remitirá al individuo duplicado ejemplar para la conformidad y pago, por conducto del espresado Jefe de la comision, ó por cualquier otro de los que este Consejo tiene acordado respecto de las bajas definitivas.

6.ª La regla anterior será del mismo modo aplicada en cualquier otro concepto que pueda ser baja definitiva el individuo, hallándose en la segunda reserva.

7.ª Cuando despues de haber vuelto el individuo al ejército activo y encontrándose en él, dado el caso previsto en la regla 4.ª, fuese baja definitiva por cualquier motivo, procederá el cuerpo á dar conocimiento de la baja, acompañándose los comprobantes prevenidos segun la causa, pudiendo adelantar al individuo una cantidad á buena cuenta, conforme al tipo marcado en el precitado art. 64 del Reglamento de 14 de Setiembre de 1867; teniéndose presente, que su derecho solo se limita á la parte de premio proporcional al tiempo realmente servido en actividad.

En la liquidacion que ha de llevarse á cabo por estas oficinas, se le abonará por lo tanto dicha parte proporcional correspondiente á las dos ó más épocas que pueda haber estado en activo, cuyo tiempo se determinará por las fechas de baja y alta que se preceptúan en las reglas 1.ª, 2.ª y 4.ª, con esclusion completa del tiempo que estuvo en la segunda reserva, que se considerará como no servido para los efectos del premio, cual se previene en la regla 3.ª

Lo que pongo en conocimiento de V.... para su debido cumplimiento.

Madrid, 10 de Enero de 1870.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr....

Circular núm. 99.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en órden de 13 del corriente, dice al Excmo. Sr. Presidente de este Consejo lo siguiente:=«Excmo. Sr.:=He dado cuenta al Regente del Reino del escrito de V. E. de cinco del actual consultando si los sargentos segundos que ascienden á primeros antes de cumplir el tiempo de su compromiso, están ó no comprendidos en la órden circular de seis de Agosto último, en la que se previene que la continuacion en el servicio de los sargentos primeros ha de ser concesion esclusiva del Gobierno, pero sin sobresueldos, y S. A. ha tenido á bien resolver que, en tanto que se modifique la Ley y se determinen los sobresueldos que deberán disfrutar los sargentos primeros en armonía con las alteraciones que introduce el Decreto de primero de Marzo de mil ochocientos sesenta y ocho, continúen los sargentos segundos que asciendan á primeros en los goces que les correspon-

dan como enganchados ó reenganchados, hasta cumplir sus compromisos.»

Al trasladar á V.... la órden que antecede, ha acordado al propio tiempo este Consejo le manifieste:

1.° Que todos los sargentos segundos que hubieran sido bajas en el premio por ascenso á primeros y no estén en posesion del sobrehaber ó sobresueldo por consecuencia del precitado Decreto de seis de Agosto último, serán repuestos en el goce de aquel, considerándose las cantidades que percibieron por liquidacion como entrega á cuenta, y se darán de alta en la primera reclamacion que remita V.... figurando en el estado núm. 1.° como antes, con el que tuvieran en la Secretaría de este Consejo y la fecha y años de su empeño, acreditándoseles los pluses desde primero del mes siguiente al en que fueron baja en dicho premio; todo lo cual se hará constar en las filiaciones de los interesados.

Y 2.° En lo sucesivo, y hasta que otra cosa no se determine, se suspenden los efectos de los párrafos 1.°, 3.° y 7.° del artículo 19 de la Ley, continuando los sargentos segundos, aunque asciendan á primeros, percibiendo el premio correspondiente á sus compromisos.

Dios guarde á V.... muchos años.=Madrid, 27 de Enero de 1870.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Circular núm. 100.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 27 de Enero último, me dice lo siguiente:=«He dado cuenta al Regente del Reino del escrito que por acuerdo de ese Consejo dirigió V. E. á este Ministerio en veintiuno del actual manifestando la necesidad de suspender los enganches voluntarios en vista de la desproporcion que viene observándose entre estos y las redenciones á metálico; y enterado S. A. de las razones espuestas por V. E, con tal motivo, ha tenido á bien disponer se suspenda desde luego la admision de enganches y reenganches con premio hasta nueva disposicion en todos los cuerpos é institutos del ejército, así de la Península como de Ultramar.»

En su consecuencia, este Consejo ha resuelto:

1.° Que desde 1.° del actual no se admitan en los cuerpos del ejército de la Península ningun compromiso con opcion á

las ventajas pecuniarias otorgadas hasta ahora; bien entendido, que si desde dicha fecha hubiesen admitido alguno, quedan desde luego los interesados en libertad de continuar sirviendo sin aquellas ventajas, ó de obtener su licencia absoluta. En el primer caso, se les anotará esta circunstancia en sus filiaciones.

Y 2.° Que en cuanto á los cuerpos que guarnecen nuestras Provincias de Ultramar y Batallon Provisional de Canarias regirá la preinserta órden desde el mismo dia en que llegue á manos de los Jefes de los mismos, quienes por el inmediato correo me acusarán su recibo.

Dios guarde á V.... muchos años. Madrid, 4 de Febrero de 1870.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Circular núm. 101.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 27 de Abril último, me dice lo siguiente:=«Excmo. Sr.:=S. A. el Regente del Reino se ha servido disponer, que desde luego se abra el enganche y reenganche en todos los cuerpos é institutos del ejército que gozan de los beneficios del Consejo de Redenciones, con sujecion al decreto de esta fecha que modifica la Ley de Redencion y Enganches del servicio militar, en armonía con las Leyes de 21 de Octubre de 1868, 20 de Febrero y 26 de Marzo de 1869, y á la de reemplazos y organizacion del ejército de 27 de Marzo último.»

Para el cumplimiento de la disposion anterior y por acuerdo de este Consejo, remito á V..... ..... ejemplares del decreto de 27 de Abril de 1870 modificando la ley de Redencion y Enganches de 1859; para cuya aplicacion se atendrán los cuerpos á las instrucciones siguientes:

1.ª Dicho decreto empezará á regir desde 1.° del actual mes de Mayo, en la Península; y para Ultramar desde la fecha en que se acuse el recibo de esta circular.

2.ª Todo individuo en posesion del actual premio ó sobrehaber, seguirá extinguiendo su compromiso mediante las condiciones con que se ajustó, hasta terminarlo.

3.ª Los sargentos primeros que disfrutan sobresueldo, continuarán en posesion de él hasta que les corresponda otro mayor, pasando á las condiciones del decreto y su art. 19, cuando esto suceda.

4.ª Los empeños sin opcion á premio contraidos desde 1.º de Fedrero de este año, en que se suspendió la admision de voluntarios, podrán venir á los beneficios de este decreto, renovando sus compromisos por uno de los plazos que marca el art. 18, si fuere reenganchado, y por los que espresa el artículo 20, si enganchado; contando este nuevo empeño desde la fecha en que firme cada uno la nueva nota que ha de estamparse en la filiacion.

5.ª Los Jefes de detall tendrán muy presente, que este Consejo no admitirá empeño alguno de fecha anterior á la que lleven las notas en las filiaciones, las cuales deberán estamparse y firmarse precisamente dentro del mes en cuyo estado se reclame; en inteligencia que dichos Jefes serán responsables de las omisiones en que incurran, y perjuicios que irroguen á los interesados.

6.ª Los sargentos segundos que debieron ser baja en el premio, y alta en el sobresueldo por su ascenso á primeros, y que no tuvo efecto por la circular 99, continuarán en el goce del premio de que están en posesion, hasta estinguir su empeño.

7.ª Los sargentos primeros que no disfruten sobresueldos por habérseles concedido la continuacion en el servicio sin derecho á él, obtendrán los beneficios del decreto, si bien ajustándose estrictamente á lo preceptuado en su artículo 19, y prévia la continuacion en el servicio que deberán solicitar, si no lo hubiesen efectuado.

8.ª En lo sucesivo se verificará la reclamacion en estados trimestrales de año natural, cerrados por fin de Marzo, Junio, Setiembre ó Diciembre respectivamente; incluyéndose en cada uno de ellos todas las incidencias y alteraciones ocurridas durante el trimestre.

Esta prescripcion empezará á regir desde el tercer trimestre próximo.

9.ª Con objeto de que no sufran perjuicio los fondos del cuerpo, y retraso los individuos en el percibo de sus cuotas, tanto más, habiendo sido necesario retirar los depósitos que tenian para satisfacer estas, pedirán por fin de mes y por oficio, las cantidades que hubiesen devengado en el mismo, y este Consejo en su vista, las remitirá á los cuerpos, que acusarán recibo á vuelta de correo, y serán cangeados á fin de trimeste por otro definitivo, por valor de la cantidad que resulte abonable y

acreditada despues de liquidados los estados de reclamacion trimestral.

10. Los estados de reclamacion se formalizarán como hasta aquí, esceptuando la demostracion, que se arreglará á los modelos que se acompañan, y ha sido necesario reformar para evitar las equivocaciones con que vienen casi todos.

11. Siguiendo el órden ya establecido para relacionar los individuos, segun las diferentes reformas que ha esperimentado la Ley de 1859—cuyo recuerdo deberán tener siempre vivo los cuerpos por cuanto afectan diferentes derechos—los comprendidos en la última reforma, se incluirán tanto en el estado núm. 1 como en el núm. 2, á continuacion de los que vienen figurando, separándose de estos con el epígrafe *Acogidos al decreto de veintisiete de Abril de mil ochocientos setenta*, y teniendo, por lo demás, presente lo dispuesto en la circular núm. 85 y modelos de estados que se remitieron con la misma circular.

12. Se recuerda á los cuerpos, que deben estampar en la libreta de premios de cada individuo, el número con que figura en los estados del Consejo, á fin de que, cuando varíen de destino, no se omita dicho número al producirse el alta, comunicándose de unos á otros cuando no se remita á tiempo la libreta, y haciendo que cada individuo sepa el que tiene.

13. Se recomienda la mayor puntualidad en la remision, conforme á la circular núm. 79 del aviso participando las bajas definitivas *á medida que ocurran*; sin olvidarse de espresar el número que tiene cada individuo, la cantidad que se le hubiese entregado á cuenta del premio por via de adelanto al causar baja, y hasta qué dia se le dieron los pluses; incluyéndose al propio tiempo su comprobante de baja, la cual se dará no obstante en los estados de reclamacion, citándose dicho comprobante cuando se hubiere remitido ya, y espresándose en las observaciones que no se acompaña por haberse efectuado en tal fecha.

19. Sin embargo de lo que se espresa en las anteriores reglas, los cuerpos de Ultramar tendrán muy presente que no han de incluir en estados á individuos, cuya fecha de compromiso sea posterior á la del recibo de la circular núm. 100, y si alguna duda ocurriese á los jefes sobre el particular, la elevarán al Consejo por escrito para que su resolucion les marque lo que deben hacer.

Dios guarde á V..... muchos años.=Madrid, 22 de Mayo de 1870.=El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr...

Formulario para el resúmen del estado número 1.

RESUMEN DE LAS CANTIDADES RECLAMADAS.

	GRATIFICACION.		PREMIOS.		PLUSES.		TOTALES.	
	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.
Para reenganchados á 0'100 escudos diarias. . . .	»	»						
Para enganchados á id. id. id.	»	»						
Para reenganchados á 0'050 escudos diarias. . . .	»	»						
Para enganchados á id. id. id.	»	»						
Por los años de gratificacion de recluta á 0'500 escudos uno.			»	»	»	»		
TOTAL.								

Formulario para el resúmen del estado número 2.

RESUMEN DE LAS CANTIDADES RECLAMADAS.

	GRATIFICACION.		SOBRESUELDO.		PREMIOS.		PLUSES.		TOTALES.	
	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.	Escudos.	Mils.
Para reenganchados con pluses. . . .	»	»	»	»						
Para Sargentos 1.os con sobresueldo. .	»	»			»	»	»	»		
Por los años de gratificacion de recluta á 0'500 escudos uno.			»	»	»	»	»	»		
TOTAL.										

DECRETO

MODIFICANDO LA LEY

DE REDENCION Y ENGANCHES DEL SERVICIO MILITAR,

En armonía
con las leyes de 21 de Octubre de 1868,
20 de Febrero y 26 de Marzo de 1869,
y á la de reemplazos y organizacion del Ejército
de 29 de Marzo último.

DECRETO.

Como Regente del Reino y de conformidad con lo propuesto por el Ministro de la Guerra de acuerdo con el Consejo de Ministros:

Vengo en disponer que la Ley de redencion y enganches del servicio militar de 24 de Junio de 1867, quede modificada en la forma siguiente, con arreglo á las Leyes de 21 de Octubre de 1868, 20 de Febrero y 26 de Marzo de 1869, y á la de reemplazo y organizacion del ejército de 29 de Marzo último.

CAPITULO PRIMERO.

De la formacion, inversion, administracion y gobierno del fondo procedente de redenciones.

Artículo primero. El importe de las redenciones del servicio militar formará un fondo completamente separado, con el esclusivo objeto de reemplazar las bajas que las mismas redenciones produzcan en el ejército.

Art. 2.° Se dará cuenta anual de este fondo, sometiéndola al exámen y aprobacion del Tribunal de Cuentas, con las formalidades prescritas en general para los demás fondos del Estado.

Art. 3.° La cantidad que ha de entregarse por la redencion del servicio militar en los términos establecidos en la Ley de reemplazos será de 600 escudos; fuera del plazo consentido por el art. 152 de la misma, las clases de tropa de los distintos cuer-

pos del ejército, Guardia civil é infantería de Marina, podrán asimismo redimirse á metálico del servicio militar cuando á juicio del Gobierno sea justo y conveniente otorgar esta gracia al que lo solicite. La cantidad que en tal caso deberá entregarse por los interesados será de 100 escudos por año ó fraccion de año que les falte para cumplir su empeño; pero si el Gobierno juzgase conveniente variar uno y otro tipo de redencion, podrá verificarlo por un decreto acordado en Consejo de Ministros, en vista del informe que se espresará en el art. 13 y oyendo al Consejo de Estado en pleno. La variacion, por lo que respecta al que ha de servir en una quinta, se hará precisamente con un mes de anterioridad al dia del sorteo á que se refiera.

Art. 4.° Las cantidades procedentes de la redencion ingresarán en la Caja del Consejo de gobierno y administracion del fondo de redencion y enganches del servicio militar, ó en las Tesorerías de Hacienda pública de las provincias, en calidad de depósitos necesarios y á disposicion del mencionado Consejo, con sujecion á lo prevenido en el Reglamento de la Caja de Depósitos.

Art. 5.° Los fondos que procedentes de la redencion existan en las Tesorerías de las provincias serán realizados por el Consejo. Las cantidades escedentes despues de cubiertos los gastos ordinarios podrán invertirse en papel de la Deuda pública, y enajenarse estos mismos títulos ó inscripciones en la parte que fuere necesaria para cubrir las obligaciones y atenciones del reemplazo á que esta Ley se refiere. Así los títulos como las inscripciones ó certificacion de las mismas que existan, se conservarán en la Caja general de Depósitos. Tambien se admitirán en ella como parte de este fondo las donaciones y legados que se hagan en favor del ejército cuando no se esprese un destino ú objeto especial.

Art. 6.° El fondo procedente de las redenciones del servicio militar estará á cargo de un Consejo de gobierno y administracion que dependerá inmediatamente del Ministro de la Guerra.

Art. 7.° Este Consejo administrará el fondo referido, y dispondrá todo cuanto fuere necesario para su inversion en el reemplazo de las bajas por redenciones en el ejército para la cuenta y razon correspondiente, para la seguridad de los derechos que los interesados adquieran y para todo cuanto concierna á llenar cumplidamente el objeto de esta Ley.

Art. 8.° El Consejo se compondrá de un Presidente, de la clase de Capitan General de ejército, ó en su defecto de un Teniente General, y de nueve Vocales, dos de ellos Tenientes Generales ó Mariscales de Campo, cuatro que pertenezcan por mitad á los Cuerpos Colegisladores, el Director de la Caja general de Depósitos, y otros dos de libre eleccion del Gobierno entre las personas que á su juicio sean más útiles al objeto de esta institucion. El cargo de Consejero será gratuito.

Art. 9.° Los Vocales pertenecientes á los Cuerpos Colegisladores desempeñarán su cargo todo el tiempo que sean Diputados ó Senadores; pero en caso de disolucion de dichos Cuerpos continuarán formando parte del Consejo hasta que constituidos los nuevos Cuerpos Colegisladores, sean reemplazados por los Diputados y Senadores que eligiese el Gobierno.

Art. 10. El despacho ordinario de los asuntos, llevar la firma y comunicar los acuerdos del Consejo corresponde al Presidente, el cual disfrutará por este concepto la retribucion que se considere oportuna.

Art. 11. Tendrá además el Consejo un Secretario y los empleados y dependientes que se juzguen indispensables para el desempeño de sus atribuciones, y la dotacion oportuna de la cantidad necesaria para todos sus gastos.

Todo empleado de este Consejo disfrutará los derechos pasivos que correspondan á sus años de servicio, en consonancia con los que otorga ú otorgaren las leyes del reino á los demás funcionarios del Estado nombrados por el Gobierno y en virtud de los títulos que habrán de espedírseles.

Art. 12. Será obligacion del Consejo presentar todos los años una Memoria razonada de sus operaciones y trabajos, y proponer las mejoras que estime convenientes en el ramo para conseguir en esta forma el reemplazo de una parte del ejército por medio de los estímulos, recompensas y seguridades oportunas.

Art. 13. Será precisamente oido este Consejo siempre que el Gobierno creyere necesario alterar la cantidad de redencion ó el empeño, y por regla general se le oirá tambien en todo lo que se refiera al objeto de su instituto.

Art. 14. Un reglamento establecerá todo lo demás que fuere necesario relativamente á las atribuciones del Consejo.

CAPITULO II.

Del reemplazo de las bajas procedentes de las redenciones.

Art. 15. El reemplazo de las bajas que produzcan en el ejército la redencion del servicio militar se verificará con los individuos de la clase de tropa que, cumplido su empeño, quieran voluntariamente continuar en el servicio, sentando plaza por otro nuevo en los términos y condiciones que esta Ley determina.

Los que se reenganchen por un período de seis años para servir en Ultramar dentro de los seis meses últimos del compromiso que tuvieran se les condonará el tiempo que les falte para cumplirlo.

A falta de unos y otros en número bastante para cubrir las bajas, se admitirán licenciados del ejército; y á falta de estos últimos, los mozos que no hubieran servido y se alisten voluntariamente.

El tiempo por el que se comprometan los reenganchados y enganchados se entenderá que habrá de ser siempre en actividad ó en los cuadros orgánicos de la reserva activa.

Art. 16. Es potestativo de parte del Gobierno conceder la continuacion en el servicio y la vuelta al mismo como recompensa, premio y ventaja, que podrán obtener únicamente los que hubieren servido sin nota alguna desfavorable, acreditando además su buen comportamiento en las filas. Usará libremente el Gobierno de esta facultad como entienda que conviene más al servicio, segun las circunstancias de los que lo soliciten y las necesidades del ejército.

La separacion prematura de las filas, ó sea el rompimiento del contrato, sólo tendrá lugar prévio espediente justificativo.

Si en alguna ocasion el número de plazas vacantes fuese menor que el de los que aspiren á continuar ó ingresar de nuevo en el servicio, serán preferidos en sus clases respectivas de reenganchados, enganchados ó voluntarios los que lo soliciten hacerlo por mayor número de años, y en igual de estos los que reunan informes más favorables.

Los mozos que se alisten voluntariamente acreditarán sus buenas costumbres y no haber sido procesados ni condenados por ningun delito.

Todos los que se empeñen de un modo ú otro voluntariamente han de reunir la aptitud física que la Ley de reemplazos previene, y cumplir dia por dia todo el tiempo de su compromiso. Se esceptua de esta última regla, única y esclusivamente, el abono de tiempo originado por una guerra nacional contra el estranjero cuando la campaña esceda de seis meses, en cuyo caso el tiempo de abono que tuvieran se considerará servido para los derechos al premio.

Art. 17. El empeño para la continuacion en el servicio se admitirá por los plazos de dos, tres y cuatro años en la Península, y de uno hasta seis en Ultramar; y en caso de guerra por uno ó dos, ó cuando el Gobierno lo creyere conveniente. Al vencimiento del plazo del primer empeño podrá admitirse otro nuevo y sucesivamente otros, con tal que al finalizar el último no escedan los aspirantes de la edad de 45 años; pero si les faltare para cumplirlos uno, se podrán admitir por este período.

Se esceptúan de esta regla el cuerpo de la Guardia civil, los obreros de Artilleria, Ingenieros, Administracion militar y compañías sanitarias, que podrán gozar de los beneficios de la Ley hasta la edad de 50 años cuando á juicio de sus Jefes reunan circunstancias que hagan conveniente su continuacion en el servicio.

Al terminar con buena nota los reengachados el tiempo de su empeño, tendrán preferencia para ser colocados en los destinos designados á la clase de tropa por las disposiciones vigentes.

Art. 18. Todo empeño contraido por un individuo perteneciente al ejército, Guardia civil, Artilleria é infantería de Marina para continuar en el servicio, le da derecho:

Por un año, al percibo de 30 escudos el dia en que principie el plazo, y al de 40 en el que concluya.

	PRIMER PLAZO.	ULTIMO PLAZO.	TOTAL.
Por 2 años.	al de 40	100	140
Por 3 años.	al de 50	180	230
Por 4 años.	al de 60	260	320
Por 5 años.	al de 70	360	430
Por 6 años.	al de 80	460	540

Como mayor recompensa y ventaja que estimule el servicio en los ejércitos de Ultramar y la continuacion en los mismos, enganches y reenganches que con tal objeto se verifiquen en la Península, se arreglarán al tipo siguiente:

	PRIMER PLAZO.	ULTIMO PLAZO.	TOTAL.
Por 1 año.	37'500 esc.	50	87'500
Por 2 años.	50	125	175
Por 3 años.	62'500	225	287'500
Por 4 años.	75	325	400
Por 5 años.	87'500	450	537'500
Por 6 años.	100	575	675

Cualquiera que sea el plazo de estos empeños, disfrutarán además los que los contraigan, sean enganchados ó reenganchados, un plus diario con cargo al fondo de redenciones, en esta forma:

Hasta 12 años de servicio, sin mas tiempo abonable que el marcado en el párrafo quinto art. 16 de esta Ley. . . . . 100 milésimas.
Desde 12 años á 20. . . . . 150 id.
Desde 20 años á 25. . . . . 200 id.
Desde 25 años en adelante. . . . . 300 id.

Recompensada en esta forma justa y suficientemente la continuacion en el servicio de todas las clases de tropa con las remuneraciones pecuniarias que se dejan consignadas, continuarán suprimidos los premios de constancia en todos los cuerpos é institutos del ejército á quienes alcanzan los beneficios de esta Ley, conservándolos sin embargo los que los disfrutan en la actualidad hasta que les corresponda otro mayor.

Tambien continuarán adjudicándose estos mismos premios como pension de retiro, con arreglo á las órdenes que rigen, hasta que una Ley especial de retiros designe los que correspondan á las clases de tropa segun sus años de servicio.

Como signo esterior y distintivo honroso de la constancia

militar, á todo individuo de tropa que haya cumplido 12 años de servicio se le concederá el derecho de llevar en la manga un galon horizontal que lo acredite.

A los 20 años de servicio dos galones.

Aumentándose un galon cada cinco años.

Todos los individuos de tropa que tengan derecho á pasar á la reserva y deseen continuar en activo el tiempo que les falte que servir, lo solicitarán; y si se accede á su demanda, percibirán el premio que se establece para los que se enganchan por dos años al menos y en la misma forma.

Los sargentos y cabos que despues de obtenida su licencia absoluta deseen volver al servicio, solo podrán ser admitidos como soldados si para ello reunen las condiciones que esta Ley establece; y los que estando en la reserva activa pertenecientes al sorteo lo soliciten, lo serán en su clase cuando se les conceda para ocupar vacante reglamentaria.

Art. 19. Los sargentos primeros que cumplan el tiempo de su compromiso, podrán continuar sirviendo con las ventajas que concede esta Ley, pero solicitándolo del Gobierno, del cual será potestativa la concesion segun los merecimientos del interesado y necesidades del servicio.

A los de esta clase que se les conceda la continuacion en las filas, se les abonará el plus diario que por sus años de servicio les corresponda, y al ser baja por ascenso ú otro cualquier concepto, se les abonará el premio que pudiera corresponderles segun el tiempo que hubieran servido y en la forma que previene el art. 26, para los enganches sin tiempo determinado.

En el caso de que un sargento primero cumpla cuatro años en su clase sirviendo sin tiempo limitado, podrá liquidarse su cuenta y continuar por otro periodo en la misma forma.

Art. 20. Cuando para el completo reemplazo de las bajas en el ejército por la redencion hubiere necesidad de recurrir al alistamiento voluntario de los licenciados del mismo y de mozos que no hayan servido, podrán admitirse por los plazos de cuatro, cinco y seis años. Pero si los mozos al contraer un empeño no se hallaren aun libres de responsabilidad del sorteo para el servicio activo, y fueren declarados luego soldados por su propio número, cesarán cuando esto suceda, y desde el dia en que debieran entrar en Caja en el goce de todas las ventajas de su empeño.

Este se estará en actitud de contraerlo desde el siguiente en que cumpla 20 años de edad, sin esceder de 35 el que siente plaza por primera vez.

Por escepcion, sin embargo, pográn admitirse jóvenes que hayan cumplido 17 años, siempre que á juicio de los Jefes y prévio reconocimiento facultativo reunan precoz desarrollo y robusta constitucion para el servicio en tiempo de paz y de guerra; pero serán admitidos con la condicion precisa de que si llegan á ser declarados soldados por el cupo respectivo de su pueblo, empezará á contarse desde este dia el tiempo de su empeño por seis años como procedente del sorteo, quedando retribuido á la sazon con la parte proporcional del premio del enganche el tiempo servido anteriormente, el cual solo les será de abono para las ventajas de la carrera.

Art. 21. En los enganches variará en la forma siguiente la entrega de la primera cuota:

Si el enganchado estuviere libre de responsabilidad personal en el sorteo para servir en activo, se le dará la mitad el dia de su compromiso y la otra mitad á los seis meses; y no estándolo no percibirá la segunda mitad hasta que justifique haber quedado libre de aquella responsabilidad.

Art. 22. Las cantidades fijadas como premio de la continuacion ó ingreso en el servicio, no podrán cederse ni cambiarse por otra gracia, ni serán en caso alguno secuestrables.

El Gobierno, á propuesta del Consejo establecido por esta Ley, podrá alterar el tipo de la redencion y el premio de reenganche y enganche, y distribuir sus entregas en otra forma si así lo aconsejase la esperiencia, el interés del servicio y la acumulacion de capitales en este fondo.

De estas alteraciones se dará siempre conocimiento á las Córtes.

Art. 23. Todo individuo de los empeñados para la continuacion ó ingreso en el servicio que, vencidos los plazos respectivos en que debe recibir alguna cantidad por razon del premio pecuniario dejare en el fondo de redenciones en calidad de depósito el todo ó una parte determinada de dicha cantidad, percibirá, cobrándolo por trimestres, un interés de 5 por 100 anual. Si prefiere capitalizar los intereses, podrá tambien verificarlo.

Art. 24. Los enganchados y reenganchados que pasen al

cuerpo de Carabineros del Reino ú otro que no se reclute por la via de las quintas, perderán sus derechos sucesivos al premio y se les liquidará su cuenta, abonándoseles al ser trasladados la parte correspondiente al tiempo que hubieren servido, ajustándose por fin del mes en que ocurra la baja.

Art. 25. Los licenciados por inutilidad adquirida en accion de guerra, en acto determinado de servicio ó por ceguera ó pérdida de un miembro, tendrán derecho á la totalidad del premio: los que lo fueren por enfermedad natural, lo tendrán tan solo á la parte del premio que corresponda al tiempo realmente servido.

Art. 26. Todos los individuos con premio ó sin él que hubiesen terminado sus compromisos, y por circunstancias del pais donde se encuentran y otras estraordinarias no pudieran espedírseles las licencias absolutas, pueden, si les acomoda, contraer un reenganche por años enteros, y en este caso disfrutarán de las ventajas pecuniarias que en esta Ley se designan; mas si prefiriesen continuar sirviendo sin empeño alguno determinado, se les considerará como reenganchados que han cubierto plaza por otros; y en tal concepto, cuando reciban la licencia, se les abonará en metálico como compensacion de sus servicios estraordinarios la parte alícuota del premio que les corresponda.

Art. 27. Todo delito por el que sea impuesta pena capital, presidio correccional ó recarga de tiempo, llevará consigo la pérdida del premio no devengado.

Art. 28. Los fallecidos en el ejército trasmiten á sus legítimos herederos los derechos que tuviesen al premio que pudiera corresponderles por el tiempo servido; y cuando el fallecimiento ocurriese en funcion de guerra ó de resultas de heridas recibidas en actos del servicio, tendrán derecho á todo el correspondiente al tiempo de su empeño cuando sus herederos sean hijos, padres ó viudas.

Art. 29. Los empeños de toda clase contratados hasta el dia, continuarán sujetos á las condiciones reglamentarias de la fecha en que se formalizaron.

Art. 30. Los que procedentes del ejército de la Península pasan voluntariamente, por suerte ó por nombramiento del Gobierno á continuar sus servicios á los ejércitos de Ultramar, con determinado tiempo de rebaja, podrán optar entre este

beneficio ó la prestacion por completo del servicio, recibiendo en su lugar por cada año ó fraccion de año, de que en otro caso estarán dispensados, el premio marcado en el art. 18 para los individuos que se enganchan para Ultramar y que corresponde á los años de la rebaja á que han renunciado.—Dado en Madrid á veintisiete de Abril de mil ochocientos setenta.—Francisco Serrano.—El Ministro de la Guerra, Juan Prim.

Circular núm. 102.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra en órden de 15 del actual me dice lo siguiente:=«Excmo. Sr.:=Deseando el Regente del Reino evitar los gastos que se originan á los individuos del ejército acogidos á los beneficios de ese Consejo, por consecuencia de tener que trasladarse á esta Capital al terminar sus compromisos, para percibir sus alcances finales, y teniendo por otra parte presente que además del interés del soldado, es muy conveniente al crédito de esa corporacion y á la confianza que debe inspirar, que los individuos al ser licenciados definitivamente reciban en los cuerpos sus liquidaciones, S. A. ha tenido á bien disponer, que en lo sucesivo no se abonen las espresadas liquidaciones en las oficinas que V. E. preside, sino en los cuerpos á que los interesados pertenezcan, para lo cual los Jefes deberán remitir á V. E. en primero de cada mes, una relacion nominal de los individuos de sus respectivos cuerpos que cumplan sus compromisos por fin del mes siguiente, con objeto de que puedan llevarse á efecto las liquidaciones y la remision de los fondos correspondientes con la anticipacion debida, para que al ser licenciados los soldados, reciban sus alcances totales. Es al propio tiempo la voluntad de S. A. que V. E. dicte las órdenes oportunas para el cumplimiento de lo que se deja determinado, y para arbitrar los fondos con la oportunidad que asunto de tanto interés requiere, sin desatender por eso las obligaciones mensuales, sino por el contrario, procurando cubrirlas con toda puntualidad, segun exige el objeto de ese Consejo que V. E. preside con tanto celo y rectitud. De órden de S. A. lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes.»

Para cumplimiento de la órden anterior, todos los cuerpos del ejército de la Península é Islas adyacentes tendrán presentes las reglas que siguen:

1.ª El dia 1.º de cada mes, comenzando en el de Julio próximo, remitirán los cuerpos á este Consejo triplicadas relaciones nominales arregladas al adjunto modelo, de los enganchados y reenganchados que terminen sus compromisos en todo el mes siguiente inmediato, acompañando una copia de la filiacion de cada individuo cerrada por la fecha en que le toque cumplir, si bien fechada el dia en que se saque la copia.

2.ª En vista de estos documentos, el Consejo, despues de verificar las liquidaciones, anotará en una de las relaciones lo que á cada individuo corresponda por cuota final, atendidas las rebajas de tiempo y premio que deban hacérsele, con arreglo á su filiacion, y la devolverá al cuerpo con el importe total de la misma, para que al dar á los interesados sus licencias absolutas les entregue lo que pertenezca á cada uno, remitiendo los cuerpos recibo de dicho total.

3.ª Si algun individuo no se conformase con la cantidad que se le señale, recibirá esta, y en todo tiempo podrá despues dirigirse á este Consejo con una solicitud razonada, la cual será resuelta y contestada segun en derecho corresponda.

4.ª Si durante el Consejo practica las liquidaciones y remite los fondos, y antes de ser licenciados los individuos falleciere alguno de los comprendidos en la relacion, el cuerpo girará al Consejo abonaré de la cantidad acreditada; y si fuere baja por pase á otro cuerpo, girará la cantidad abonada al á que fuese destinado.

5.ª Los individuos comprendidos en estas relaciones, seguirán figurando en los estados de reclamacion trimestral, hasta la fecha de su baja, y se les reclamarán los pluses hasta el dia de ella segun se viene practicando, cuyos pluses se les entregarán en mano hasta el dia de su licenciamiento, sin escusa alguna; pero nada se les reclamará por premio si ya se les hubiese abonado en las reclamaciones de que se trata. En la casilla de observaciones de dichos estados, se motivará la baja segun se viene practicando; pero no se acompañará comprobante alguno de ella, pues ya se habrán remitido las copias de las filiaciones que la comprueban con las *relaciones de cuotas finales*, á no ser que el individuo falleciere, en cuyo caso acompañarán, segun está prevenido, copia de la fé de defuncion, y del testamento si lo hubiere otorgado.

6.ª A los licenciados por inútiles seguirán los cuerpos entre-

gándoles una cantidad alzada á cuenta de su premio, segun está prevenido, y marcharán al pueblo de su residencia, donde se les remitirá la liquidacion.

7.ª Desde 1.° de Julio próximo este Consejo no satisfará cantidad alguna á los individuos que personalmente ó por medio de apoderado se presenten en estas oficinas reclamando sus liquidaciones finales, cualquiera que sea el motivo de su baja. Los Jefes de los cuerpos lo harán comprender así á los interesados, en inteligencia, que el que por cualquiera evantualidad no recibiera al ser baja el importe de su liquidacion en el cuerpo, lo percibirá únicamente por conducto de la autoridad del punto á donde vaya á fijar su residencia, ó del Jefe del cuerpo á que fuere destinado, para lo cual se cuidará, respecto de los que se hallen en este caso, de espresar con toda claridad en la casilla de observaciones del estado de reclamacion, el pueblo y provincia á donde van á residir los licenciados, ó el cuerpo á que han pasado los ascendidos, destinados á otros institutos ú otras causas de baja, segun está tambien repetidamente dispuesto, cuidando el Consejo de girar los alcances á los herederos de los fallecidos en el punto en que estén domiciliados.

8.ª A los cuerpos del ejército de las provincias de Ultramar, se les harán oportunamente las prevenciones necesarias para cumplimiento en su tiempo de la presente circular.

9.ª Los Jefes de los cuerpos se penetrarán de que el objeto de esta órden es reiterar el constante deseo de este Consejo para que los voluntarios del ejército al recibir sus licencias absolutas reciban tambien la totalidad de sus premios, y de establecer una marcha uniforme para que ninguno de ellos haga viajes insfructuosos, puesto que lo que se le adeude lo percibirá en la provincia ó cuerpo respectivo y de ningun modo en este Consejo, y por lo tanto dichos Jefes serán responsables de cualquiera omision que en este particular resultare, segun ya así se previno en circular número 79.

Dios guarde á V.... muchos. Madrid, 25 de Junio de 1870.= El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr...

REGIMIENTO O BATALLON

RELACION *de las cuotas finales que corresponden á los individuos de este regimiento que cumplen en todo el mes próximo de Agosto.*

Número del individuo en el Consejo.	Condicion.	NOMBRES.	Cuotas finales que les corresponden		Observaciones.
			Escud	Milés	
70.423	E.	Julian Martinez Alcoven.	00	00	
83.568	R.	Antonio Luque Moriones	00	00	
		TOTAL.	00	00	

(Sello del Regimiento.)

Salamanca, 1.° de Julio de 1870.

El 1.er Jefe,

Firma.

El Jefe del Detall,

Firma.

NOTA. Estas relaciones deberán venir en pliego y estendidas á la larga, segun indica este modelo.

Circular núm. 103.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra con fecha 1.° del actual me dice lo siguiente:=«Excmo. Sr.:=En vista del escrito de V. E. de 13 de Junio último, el Sr. Ministro de la Guerra me encarga manifieste á V. E. que las clases de tropa que componen los cuadros orgánicos de las reservas activas de infantería y caballería, son, en la de infantería nueve sargentos primeros y en la de caballería un sargento primero, dos segundos y dos soldados, cuyas clases, que son las que hoy dia existen en tanto que no se dé otra organizacion á las reservas, tienen derecho á las ventajas que concede ese Consejo de Redenciones y Enganches. Lo que de órden de dicho Sr. Ministro digo á V. E. para su conocimiento y en contestacion á su referido escrito.»

Conforme á la preinserta comunicacion, acordó este Consejo dictar las reglas siguientes para la concesion á los individuos de referencia de los beneficios del Decreto de 27 de Abril próximo pasado, modificando la Ley de 29 de Noviembre de 1859 reformada por las de 26 de Enero de 1864 y 24 de Junio de 1867.

1.ª Solo se verificarán los abonos correspondientes al número de plazas efectivas que se detallan á cada una de las Comisiones de reserva.

2.ª Los individuos afectos de cualquier modo al cuadro orgánico de las mismas, como supernumerarios, agregados, etc., etc., no percibirán las ventajas del mencionado decreto mientras se hallen en situacion de escedentes.

3.ª Estos se considerarán comprendidos en la órden de S. A. el Regente del Reino, fecha 22 de Diciembre del año próximo pasado, é instrucciones dadas por este Consejo en circular número 98, como los demás voluntarios que fuesen destinados con licencia ilimitada á la reserva activa.

4.ª Para los abonos del premio y alta y baja de los interesados segun su situacion activa ó pasiva, se tendrán presentes las instrucciones de esa circular, entendiéndose completamente aislados para los efectos de ésta los cuadros del Ejército activo y los orgánicos de las espresadas Comisiones de reserva.

5.ª Los estados de reclamacion y demás documentos que requiera este Consejo, se formalizarán y remitirán con arreglo á

las instrucciones dadas por el mismo á los cuerpos del Ejército, consultándose entre otras, las recientes circulares números 101 y 102.

6.ª Los individuos pertenecientes á dichos cuadros de reserva, podrán acojerse al precitado decreto obteniendo sus beneficios desde la fecha en que firme cada uno la nota que ha de estamparse en su respectiva filiacion.

Los sargentos primeros que no tengan concedida por el Gobierno la continuacion en el servicio, deberán solicitarla antes de venir al premio.

7.ª Por escepcion y sin próroga, se concederán desde 1.º de Mayo, vista la regla 1.ª de la circular número 101, á los individuos que hubiesen ya firmado dicha nota á su debido tiempo, siempre que estuvieren actualmente presentes en dichos cuadros y pertenezcan á ellos sin interrupciou desde ese dia 1.º de Mayo, y de consiguiente, desde las respectivas fechas de su alta á los que hubieren ingresado con fecha posterior y llenen los demás requisitos prevenidos.

8.ª La primera reclamacion se verificará en los estados del tercer trimestre corriente, comprendiendo los meses de Julio, Agosto y Setiembre. Se fechará en 30 de este último mes y se remitirán del 1 al 5 de Octubre. Figurarán los individuos sin número con notas aclaratorias en las observaciones, y se acompañarán las copias de las filiaciones, prévias las notas á que se refiere la regla 6.ª

9.ª Ninguno de los individuos de referencia tendrán derecho á reclamacion alguna por situaciones anteriores: debiéndose recordar á este propósito las órdenes de 6 y 7 de Agosto de 1869 en cuanto á los sargentos primeros, y la de 22 de Diciembre del mismo año en cuanto á las demás clases de tropa, por las cuales quedaron aquellos sin sobre sueldo y estos sin premio.

10.ª Quedan sin valor é inutizadas en estas oficinas las reclamaciones que, bajo diversas formas y conceptos, han remitido las Comisiones de reserva despues de la de Agosto de 1869 último, para que estuvieron autorizadas.

Dios guarde á V... muchos años. Madrid, 22 de Junio de 1870. =El Teniente General, Presidente, Facundo Infante.=Sr....

A los Directores generales de las armas.

«Excmo. Sr.:=Por efecto de la variacion habida en la legislacion que regia é interin el Gobierno de S. A. aprueba el reglamento necesario para la aplicacion de la reforma que establece el Decreto de 27 de Abril último, este Consejo ha acordado lo siguiente:=Queda sin efecto en la parte que se refiere á la clasificacion de reenganchados, el párrafo segundo de la regla sétima de la Circular núm. 67, espedida por el Consejo de redencion y enganches, debiendo entenderse en adelante, que solo se concepturán tales reenganchados los que estando sirviendo contraen un compromiso sin interrupcion y antes de ser baja en el ejército.»

Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid, 22 de Agosto de 1870.=El Teniente General, Presidente, Infante.=Sr....,

MISCELANEA.

OMNIMETRO DE ECKHOLD.

Con este título, y para operaciones topográficas, tales como medir bases de triangulaciones, distancias inclinadas ú horizontales, alturas y ángulos, se acaba de dar á conocer un nuevo instrumento, inventado por el Ingeniero aleman M. Eckhold. El omnímetro está destinado á producir un notable adelanto, puesto que presenta combinados en un solo instrumento el teodolito y el nivel; desaparece, mediante él, la necesidad de esas enojosas mediciones con cadenas, y no exige complicados cálculos para efectuar las operaciones.

Consta dicho instrumento de las siguientes partes: 1.ª De un círculo graduado que permite leer de diez en diez segundos las amplitudes de los ángulos horizontales; 2.ª De un poderoso anteojo cuyo eje describe un plano perpendicular al referido círculo graduado; 3.ª De un microscopio de gran fuerza unido al anteojo, con el cual se mueve; 4.ª De un nivel en estremo sensible colocado sobre el referido anteojo; 5.ª De una regla de longitud determinada (20 centímetros, por ejemplo); 6.ª De una escala vertical fija en la estremidad de la mencionada regla y dispuesta de manera que se halla cortada en toda su altura por el plano que describe el eje óptico del microscopio; dicha escala está dividida en medios milímetros, los cuales se hallan indicados por números desde el 1 al 100; 7.ª De un tor-

nillo micrométrico unido á la base de la escala, á la cual imprime movimientos en sentido de su longitud, que pueden limitarse hasta ser de dos diez milésimas de milímetro; cantidad legible en el círculo graduado del micrómetro; 8.ª De un segundo nivel sumamente sensible que puede aplicarse al anteojo y determinar en caso necesario su horizontalidad (1); y por último, de todos los tornillos, llaves y demás objetos indispensables para asegurar la exactitud y eficacia del instrumento.

Como complemento necesario del omnímetro, hay una mira sin graduar, pero de longitud invariable (como por ejemplo, tres metros), cuya longitud aparece marcada por medio de dos líneas blancas sobre fondo negro, una en la estremidad superior y la otra en la inferior de la mira.

Antes de entrar en más ámplios detalles acerca del repetido instrumento, tal vez sea conveniente poner un ejemplo para que se vea la manera de operar con él y las ventajas que proporciona su uso.

Supongamos que se desea averiguar la distancia entre dos puntos cualesquiera: lo primero es colocar en uno de ellos la mira; la cual, como en toda operacion geodésica, habrá de sostenerse en posicion vertical. Despues se sitúa el omnímetro en el otro punto, y por medio del nivel y de su tornillo de coincidencia, se coloca el limbo del instrumento en un plano horizontal. En seguida se dirige el anteojo á la línea blanca trazada en la parte superior de la mira; se fija el anteojo usando al efecto del tornillo correspondiente, y por último, con el microscopio se lee sobre la escala la inclinacion de la visual. Como el microscopio aumenta el tamaño de las cifras, no se podrá leer cada vez más que un sólo número de los 100 que contiene la escala; por consiguiente, supongamos que se halla el número

(1) Así se halla esplicado en el texto inglés; pero como el número 4 se refiere á un nivel que parece destinado al mismo objeto que el que ahora se indica, no es fácil, sin conocer el instrumento, apreciar la necesidad de este último.
(*Nota del traductor.*)

67 milímetros y además una fraccion indeterminada comprendida entre dicho número y el hilo horizontal del microscopio. Se aprecia exactamente dicha fraccion por medio del micrómetro de la manera siguiente: supongamos que en el ejemplo antes citado se mueve la escala por medio del referido tornillo hasta que coincida el hilo horizontal con la division correspondiente al mencionado número; la estension de dicho movimiento se leerá en el círculo del micrómetro y podrá ser en este caso 2035 diez milésimas de milímetro.

Se anota este dato en la libreta á la derecha del número 67 ya obtenido, con lo que se tendrá. 672,035

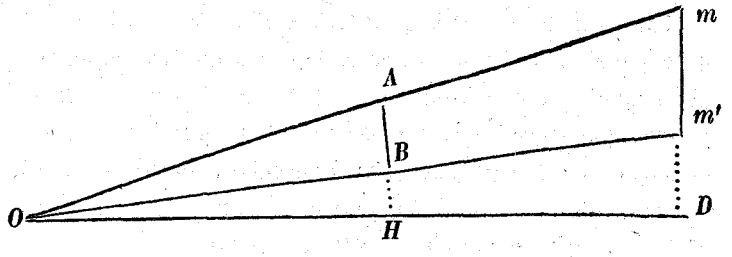
Se repite la operacion en cada caso para la línea más baja de la mira, y supongamos que se obtiene para este. 609,400

La operacion con el instrumento queda así completa, puesto que habremos adquirido ya los datos indispensables para calcular la distancia: hallemos la diferencia entre las dos cantidades, y será. 62,635

Divídase 6.000,000, número constante para todos los casos, por la diferencia que acabamos de hallar, y el resultado 95 metros 79 centímetros será la distancia horizontal que deseábamos averiguar.

En efecto, supongamos que la mira ocupa la posicion $m\ m'$; sea O el punto ó centro sobre el cual gira el anteojo, y representemos por $A\ B$ la diferencia hallada=62,635.

Desde el punto O tracemos una línea horizontal y prolongue-



mos la línea $A\ B$ hasta H y la $m\ m'$ hasta D; tendremos entonces $A\ B$ y $m\ m'$ perpendiculares á $O\ D$. Los triángulos semejantes $O\ A\ H$ y $O\ m\ D$ nos darán la siguiente proporcion $\frac{O\ H}{A\ B} = \frac{O\ D}{m\ m'}$:

de donde $O\ D = \frac{O\ H \times m\ m'}{A\ B}$.

Pero

$O\ H = 0^m,20$ (por la construccion del instrumento).

$m\ m' = 3$ metros (longitud invariable de la mira).

$A\ B = 62,635$ (cantidad obtenida por medio de la escala en este ejemplo).

Esta última cantidad en fracciones de metro es $0^m,002635$, y si sustituimos dichos valores en la ecuacion anterior, tendremos

$$O\ D = \frac{0^m,20 \times 3}{0^m,0062635} = \frac{0^m,60}{0^m,0062635} = \frac{6.000,000}{62635} = 95^m,79.$$

En el precedente ejemplo, hemos supuesto que se halle colocada la mira en uno de los puntos y el omnímetro en el otro. Esta manera de operar no es sin embargo la única; existen otras dos, consistentes una en colocar el omnímetro en la línea que une los dos puntos y otra en situarlo fuera de dicha alineacion. En ambos casos debe colocarse una mira en cada uno de los dos puntos: pero en el primero se obtiene directamente la distancia total sumando la visual del frente con la de la espalda, y en el segundo se halla la distancia midiendo el ángulo horizontal, cuya amplitud se lee en el círculo graduado y calculando trigonométricamente el triángulo por medio del ángulo así obtenido y de los dos lados que le forman.

Para establecer una base de triangulacion, el último método es preferible á nuestro entender, porque procediendo así por pequeñas distancias que no exijan lados mayores de 10 á 20 metros, poco más ó menos, desde el instrumento á los estremos, de la porcion de base que se va á apreciar, puede medirse fácilmente una base de 1000 metros con una aproximacion de $0^m,004$; resultado completamente satisfactorio.

En efecto, si para una distancia de 10 metros nos dá la escala del instrumento una diferencia $A\,B = 0^m,06$, para una distancia igual á $9^m,99996$ nos dará la diferencia $A\,B = 0^m,0600002$ cantidad apreciable sobre el círculo del micrómetro.

Exigiendo una exactitud estrema la naturaleza de esta operacion, deberá emplearse una mira de construccion especial que tenga dos caras semejantes á las anteriormente descritas, los apoyos necesarios para que se sostenga en posicion vertical, y un regaton ó azuche de hierro con punta acerada.

Para medir una pendiente ó distancia inclinada, la operacion ha de comprender además la lectura de la cifra que corresponda en la escala á la visual horizontal. Tendremos entonces la nueva proporcion.

$$\frac{A\,B}{B\,H} = \frac{m\,m'}{m'\,D} \text{ de donde } m'\,D = \frac{m\,m' \times B\,H}{A\,B}$$

Por consiguiente:

$$O\,m' = \sqrt{m'\,D^2 + o\,D^2}$$

Espresion en la que no habrá más que sustituir los valores de $m'\,D$ y de $O\,D$ anteriormente hallados.

Observacion general.=El uso del omnímetro nos ha hecho ver que para alcanzar un máximo de exactitud en las medidas de longitud, no es prudente que los puntos estremos disten del que ocupe el instrumento más de 200 metros. A esta distancia podemos obtener una aproximacion de $0^m,04$; á 500^m y haciendo uso de una mira de 4 metros de alta, la aproximacion será de $0^m,17$, resultado en estremo lisonjero, puesto que con una visual de frente y otra de espalda podremos medir un kilómetro sin que el error esceda de $0^m,34$, cuando sabido es que se admite como un hecho el que con la cadena hay dificultad suma en obtener una diferencia menor, término medio, que la de 0,07 de la longitud total.

Para nivelar se ejecuta la misma operacion que acabamos de describir al tratarse de la medicion de una distancia incli-

nada. La diferencia de nivel se obtiene por la fórmula

$$m' D = \frac{m m' \times B H}{A B}$$

esto es, 3 metros multiplicados por la diferencia que dé la escala entre la visual á la division inferior de la mira y la horizontal, dividido el producto por la diferencia entre las dos alturas que se lean en la precitada escala al dirigir las visuales á los dos estremos de la mira.

Las lecturas se verifican con la mayor precision, hasta el punto que para distancias que no escedan de 100 metros, el error es solo de una fraccion de milímetro y á mayores distancias (á las cuales los instrumentos hasta ahora en uso son ineficaces) se obtiene la medida con un milímetro de error.

Se logra este grado de precision, porque:

1.° Al situar el instrumento no hay que ocuparse de hacer que coincida el eje óptico del anteojo con el de figura.

2.° Porque el que opera tiene que dirigir siempre el anteojo á las mismas líneas de la mira, las cuales determinan una longitud invariable, por ejemplo 3 metros.

3.° Porque no existe la vacilacion en la lectura de la mira, á que dan lugar las miras ordinarias, con lo cual desaparece una causa de error, cual es, el trabajo de adivinar la division que marca en cada caso la altura exacta de la mira.

En terrenos ásperos y montañosos la nivelacion con el nivel ordinario es una operacion larga y difícil, porque las niveladas son por necesidad cortas, y forzoso multiplicar el número de ellas en proporcion á la rapidez de la pendiente, en tanto que el omnímetro, segun se habrá comprendido ya en vista de la naturaleza de dicho instrumento, permite hallar la diferencia de nivel entre puntos que se hallen separados por grandes distancias y que forman ángulos considerables con el horizonte.

J. J. M.

Leemos en el periódico *The Engineer* correspondiente al 8 de Octubre:

«La Revista austriaca *Archives of the Marine* anuncia que un italiano llamado Muratori ha ofrecido vender al Emperador Napoleon el secreto de una composicion que ha inventado para neutralizar los destructores efectos de las nuevas armas, siendo el fieltro la sustancia principal que entra en aquella, si bien se la mezcla con otras varias hasta transformarla en una masa compacta y adherente.

Machacado el fieltro en poderosas máquinas y convertido en una especie de papilla se le deja enfriar despues, asegurándose que ya en esta disposicion resiste perfectamente aun á muy cortas distancias, pues así lo han demostrado las esperiencias practicadas disparando fusiles y pistolas y golpeando con bayonetas y sables.

La bala del fusil Chassepot, disparada á una distancia poco mayor de la mitad del alcance de la espresada arma, no puede atravesar la coraza hecha con el referido material, resultando ser este muy á propósito, segun se dice, para cubrir los cascos de los buques de guerra en sustitucion de las pesadas y costosas corazas de hierro y acero que se emplean en la actualidad.

Las planchas de fieltro poseen además la ventaja de que al contrario de lo que sucede en las de metal, en vez de quedar rotas y destrozadas por las balas de cañon, no solo las abolladuras, sino hasta los agujeros que en ellas forman los proyectiles se cierran por sí mismos, como si el fieltro fuese caoutchouc.

Se asegura tambien que la composicion no cuesta más que la cuarta parte del precio del acero ó hierro.

El periódico científico y no militar *The Engineer*, de 1.° de Octubre último, publica el artículo que traducimos á continuacion y sobre el que llamamos la atencion de nuestros lectores, al dar cuenta del folleto titulado *Deberes del Oficial de Ingenieros en tiempo de paz*, por C. E. W., que acaba de publicarse en Lóndres:

«El Oficial de Ingenieros C. E. W. ha tratado en este pequeño folleto algunas cuestiones principales para el Cuerpo á que pertenece. En una época en que con motivo de la reforma del ejército se halla tan escitado el interés público; cuando el Secretario del Despacho de la Guerra ha anunciado recientemente su propósito de aceptar los principales puntos de los proyectos de organizacion militar, que los hombres más pensadores, tanto civiles como de la profesion, hayan estudiado y hayan propuesto como mejores; cuando nos hallamos por todos conceptos deseando aumentar la importancia de nuestro ejército, mejorar su instruccion, su carácter y su material, puede considerarse no fuera de su puesto á un Oficial de Ingenieros, porque se ocupe de examinar rigurosamente algunos puntos relativos al sistema que rige en su Cuerpo. Cada dia aumenta la importancia de los Ingenieros militares; cada nueva invencion adoptada en el servicio, cada paso en el progreso de la ciencia militar, cada adelanto en la filosofía de la guerra, da mayor valor, digámoslo así, á la ciencia del Ingeniero, que hoy más que nunca será el eficaz auxilio que decida la destruccion del enemigo. Es un hecho, que los Ingenieros militares, cuya importancia hasta ahora solo era la de un arma aislada y destinada á un servicio especial, aparecen hoy como el Cuerpo cuya cooperacion es por escelencia necesaria para obtener ventajas en la guerra. La mayor parte de los modernos adelantos guerreros son una especie de reto á los trabajos encomendados al Cuerpo de Ingenieros. Los torpedos, los nuevos agentes esplosivos, las fortificaciones perfeccionadas, la telegrafía militar, los túneles, ferro-carriles, pasos de ríos y obstáculos y la instruccion de los

soldados en los trabajos más personales de sus servicios, nos obligan á implorar no solo su activo auxilio y su cooperacion, sino tambien la direccion del Ingeniero militar. Muchas de estas cosas eran desconocidas hace pocos años, ó solo se aplicaban imperfectamente, mientras que hoy figuran reconocidamente entre los agentes más adelantados del arte militar. Cuando los salvajes luchaban entre sí desnudos y apenas armados, cuando las batallas se decidian por el choque ó las cargas de los escuadrones, cuando los buques de guerra estaban á merced de los vientos, cuando el alcance y los efectos de las armas portátiles eran débiles é inseguros, el valor personal era el primer elemento de éxito y aparecian como muy secundario el talento y la destreza del Ingeniero.

Ahora es otra cosa; la ciencia de la guerra es realmente una ciencia comprendida en mucha parte en el arte del Ingeniero militar. Nosotros no tenemos motivo para suponer que nuestros Ingenieros son inferiores á la gran responsabilidad que hoy se ha arrojado sobre ellos, pero estamos seguros de que este Cuerpo, como otros civiles y militares, no harán por ningun estilo un mal papel, siempre que sus operaciones las juzgue una crítica leal, y no alguno de esos espíritus reformadores que hoy ponen en perfeccion la correccion y adelantamiento de las otras ramas del servicio. Este es el objeto del folleto de C. E. W.

Las corporaciones exigen como una de sus primeras necesidades para vivir sin desmerecer, el que se haga una distincion marcada entre los buenos y los malos servidores y entre los buenos y los malos trabajos, para la consiguiente distribucion de recompensas y ascensos. C. E. W. piensa que en este concepto el sistema de los Ingenieros (al que llama *doble sistema*) es defectuoso, pues un Oficial de este Cuerpo tiene que asociarse para las obras con otro empleado civil, lo cual no está en armonía con el principio de que para que exista verdadera responsabilidad ha de haber unidad en el mando.

Algunas modificaciones se han hecho en los últimos años

que tienden á destruir éste sistema; su modificacion puede por lo tanto considerarse como ensayada prácticamente, y los resultados de dicho ensayo creemos que hasta el presente han sido satisfactorios. El paso más importante dado en esta direccion, ha sido suprimir en algunas obras el empleado auxiliar y aumentar la paga de los Oficiales encargados de ellas. En tales casos la responsabilidad es ineludible y las distinciones entre los buenos y los malos Oficiales, son practicables, mientras bajo el antiguo sistema no era apenas posible, pues no habia estímulo para trabajar y se favorecian por el contrario las inclinaciones perezosas, de las que desgraciadamente no están esceptuados los Ingenieros. Este mal éxito, en mayor ó menor escala, en todos los servicios militares, es uno de los que en los institutos armados no es fácil cambiar en tiempo de paz, pero debe tratarse de estirparle ó de aminorarle siempre que haya oportunidad y esta siempre se tiene por lo regular en cuerpo y servicios especiales y particularmente en los Ingenieros. A impulsar esta accion ya comenzada se dirigen las observaciones de C. E. W. Existe otro mal del que participa la organizacion del Cuerpo. Los Oficiales dependen por una parte del Ministerio de la Guerra y por otra de la Guardia de Caballería, y esta doble dependencia produce á veces resultados que serian risibles, sinó se rozasen con el porvenir de un Cuerpo muy distinguido. Hemos visto, por ejemplo, el caso de un Oficial que por algunos servicios ejecutados hacia años en Crimea, recibió últimamente de la Caballería de la Guardia, la condecoracion del Baño además de un ascenso, y poco antes de recibir estas recompensas se le habia trasladado una severa amonestacion por el Ministerio de la Guerra, á causa de olvidos importantes en las obligaciones ordinarias de su empleo. Un sistema que consiente tan contradictoria confusion de gracias y castigos no es ciertamente satisfactorio.

C. E. W. cree muy importantes las ventajas que resultan de emplear á los soldados como trabajadores. Sobre este punto y

ya sea militar ó civil el modo de considerarlo, nosotros convenimos de buena fé con el autor, el que creemos ha consagrado una atencion especial á este asunto. Bajo el punto de vista civil, creemos el sistema admirable por la economía que se obtiene y que ha sido estimada unas veces en un 30 y otras en un 70 por 100, segun las variaciones de los datos propuestos ó las circunstancias del servicio. Bajo el punto de vista militar, la utilidad del trabajo del soldado es tambien conveniente por muchas consideraciones. No solo proporciona al soldado una ocupacion durante sus horas libres y le evita la ociosidad del cuartel y de las tabernas, sinó que le hace tomar un interés inteligente en una obligacion que no es puramente de rutina; le recompensa su trabajo con un pequeño jornal y proporciona á los Jefes un medio más de castigo, con la prohibicion de asistir á las obras, teniendo al ejército ocupado en obras industriales, lo que es de la mayor importancia en el servicio actual. Pero la cuestion del trabajo del soldado tiene otro aspecto más importante, que es el de la reforma moral del ejército, pues puede mirarse como una parte de un plan que trate de establecer conexiones entre la vida militar y la vida civil, sin las que no puede existir hoy un verdadero ejército nacional. El trabajo industrial de los soldados, deberá formar parte y no poco importante de un proyecto vasto y satisfactorio para la reforma del ejército. Por esto celebramos el ver que un Oficial de Ingenieros se ocupa sériamente del asunto y aunque creemos que á otros Oficiales del Cuerpo les preocupa tambien dicha cuestion, no todos pueden tener la ventaja de hacer observaciones propias con soldados trabajadores que han empleado en obras.

De la *Gaceta del Ejército y Armada*, que se publica en Lóndres, tomamos el siguiente artículo:

OCUPACION DE LOS SOLDADOS EN LOS OFICIOS DE LA PROFESION.

El Secretario del Ministerio de la Guerra, con el propósito de alentar el ocupar á los soldados en tiempo de paz en sus oficios, y de procurarles ocasiones de útil y provechoso trabajo, hasta el límite que puede ser compatible con el exacto cumplimiento de sus deberes militares, ha aprobado la distribucion de útiles á los regimientos, pagándolos el Estado, cuyos fondos pueden ser productivos, sometidos á las siguientes condiciones: 1.ª Los útiles quedarán á cargo de los regimientos á los que se les hayan distribuido. 2.ª Los regimientos los conservarán en perfecto estado de servicio, separándolos ó reemplazándolos cuando se deterioren, pierdan ó inutilicen por el uso á cargo del regimiento. 3.ª Los útiles que se reclamen para reponer los distribuidos, se pedirán por el Jefe del regimiento á la autoridad local militar, para asegurar su uniformidad con los de modelo. 4.ª Serán revistados por el Comandante de Ingenieros de la localidad en su revista anual de los cuarteles, remitiéndose una relacion de su estado firmada por el mismo, por conducto del General Comandante del distrito para conocimiento del Secretario del Ministerio de la Guerra.

Todas las faltas ó defectos que se halle existen, se marcarán en la relacion del Comandante de Ingenieros. Con el recibo de esta relacion en el Ministerio de la Guerra, se darán á la vez todas las órdenes para poner en buen estado los útiles, y el gasto consiguiente será cargo al regimiento. Los Jefes de los mismos, deseando tener los suyos en buen estado, apresurarán sus peticiones por duplicado, por el Comandante general, el que las trasmitirá al Subsecretario del Ministerio de la Guerra.

Cuando se ejecuten por las tropas otros trabajos que los señalados en la circular al ejército, 1869, serán ejecutados por jornal diario ó por destajos. Cuando se emplee el último modo, el importe pagado será un 30 por 100 inferior al que tienen asignado los Ingenieros en sus tasaciones de tres años con los distritos, á menos que no sean decretadas particularmente por el Secretario del Ministerio de la Guerra.

Posteriormente se ha publicado la siguiente órden general:

«S. R. A., el Feld Mariscal Comandante en Jefe, desea llamar la atencion del General y de los Oficiales Comandantes de Cuerpos á la disposicion 136, circular al ejército, 1869, en la que el Secretario del Ministerio de la Guerra, reconociendo las ventajas que han de alcanzarse por la ocupacion de los soldados en sus oficios, ha aprobado la distribucion de útiles á los regimientos en la primera ocasion con cargo al Estado.

El objeto que tiene en consideracion S. A. R., con la completa cooperacion del Secretario del Ministerio de la Guerra, es hacer á los regimientos independientes de esterior auxilio y hacerlos capaces de ejecutar por las Comandancias de Ingenieros las obras que hoy son construidas por contratas civiles. Estableciendo un buen sistema regimental sobre esta base, mucho dependerá de la cooperacion y auxilio dados para ello por el Comandante de Ingenieros y esto es lo que S. A. R. siente, confiado que será concedido con la más completa y práctica estension.

S. A. R. cree con seguridad que el General y Oficiales Comandantes, sostendrán estos pensamientos y procurarán por todos los medios que estén en su poder, empezar y llevar adelante un plan, que cuando se complete, resultará precisamente de él no solo un gran beneficio al Estado, sinó uno general á las tropas.»

Esta circular del Feld Mariscal Comandante en Jefe, llamando la atencion de los Oficiales sobre la ocupacion de los soldados en los trabajos de la profesion y escitándoles á esme-

rarse en llevar á cabo el proyecto, ha sido seguida de un ingreso de soldados licenciados de los oficios de albañiles, carpinteros, plomeros, pintores, vidrieros, que podrán emplearse en la reparacion de edificios del Estado. Los licenciados para ser admitidos deben haber servido dos años y haber observado buena conducta.

MISCELANEA.

Espedientes sometidos á la discusion de la Junta Superior Facultativa del Cuerpo y acerca de los cuales acordó la misma en las 105 *sesiones que ha celebrado en todo el año de* 1869.

Existencia en 1.° de Enero.	12
Entrada.	801
Suma.	813
Salida.	808
Existencia en 31 de Diciembre.	5

Los 808 espedientes acerca de los cuales ha tenido la Junta que emitir dictámen, se clasifican del modo siguiente:

Relativos á admision, devolucion, cesion y permuta de fincas.	114
Id. á indemnizaciones por perjuicios ocasionados por el ramo de Guerra.	6
Id. al estado de conservacion de las fortificaciones, edificios y siniestros ocurridos en los últimos.	54
Id. á presupuestos de obras y servicios de poca importancia.	102
Id. á proyectos de reforma de edificios.	26
Id. á proyectos de reforma de fortificaciones.	10
Id. á proyectos de nuevas é importantes obras de defensa.	5
Suma y sigue.	317

Suma anterior.	317
Relativos á proyectos de edificios militares de nueva planta.	16
Id. á obras públicas civiles en lo que afectan á Guerra. .	22
Id. á edificaciones de interés particular en las zonas de las plazas.	157
Id. á modificacion de las zonas polémicas aprobadas para diferentes plazas.	7
Id. á subastas y sus incidencias.	17
Id. á contabilidad de las obras en curso.	62
Id. al personal facultativo y subalterno del Cuerpo. . .	28
Id. á arriendos.	12
Id. á anulacion y restablecimiento de plazas de Guerra. .	6
Id. al exámen de Reglamentos, memorias, inventos, etc.	16
Id. á la enseñanza en la Academia.	5
Id. á espropiaciones forzosas.	3
Id. al artillado de plazas y puntos fuertes.	6
Id. á la proteccion de las obras de fábrica de los ferro-carriles.	75
Id. á asuntos varios.	59
Suma.	808

Espedientes despachados por el Ingeniero general con la secretaría de la Junta durante el año de 1869.

Existencia en 1.º de Enero.	12
Entradas.	1818
Suma.	1830
Salida.	1818
Existencia en 31 de Diciembre.	12

Han correspondido las entradas:

Al Distrito de Andalucía.	190
Al de Aragon.	65
Al de Baleares..	123
Al de Canarias..	23
Al de Castilla la Nueva.	191
Al de Castilla la Vieja.	126
Al de Cataluña.	242
Al de Galicia.	85
Al de Granada..	100
Al de Valencia..	246
Al de Vascongadas.	77
A la Isla de Cuba..	13
A la de Puerto-Rico..	46
A las Islas Filipinas.	29
A la Comandancia exenta de Ceuta.	23
A varios asuntos ó generales.	239
Suma.	1818

HORNO ANULAR DE HOFFMANN.

Del periódico inglés *The Engineer*, correspondiente al 3 de Diciembre, tomamos lo siguiente:

«En la época en que siempre es peligroso alabar cosas nuevas, hay generalmente poco interés en ponderarlas, por grande que sea su mérito.

Creemos, sin embargo, puede ser de gran utilidad llamar la atencion hácia un aparato ya esperimentado con éxito y á propósito para otras varias operaciones además de aquella que le ha proporcionado la reputacion de que goza.

En este caso se halla el horno anular de Hoffmann, cuyo inmenso y estraordinario éxito, la bondad de los principios científicos sobre que descansa y los escelentes resultados prácticos obtenidos en sus recientes aplicaciones, motivan sin duda alguna la utilidad de hacer de él un detenido estudio.

No bajan de 500 los hornos de esta clase que están funcionando en diferentes partes del mundo—Europa, Estados-Unidos, Inglaterra y Australia.—Solo en Inglaterra y sus colonias pasan de noventa los que hay en uso, y su produccion, contando únicamente los de Inglaterra é Irlanda, puede calcularse en un millon de ladrillos diariamente. Nuestro Almirantazgo emplea cinco; el Gobierno de la India seis. En Berlin, donde vive el inventor, se ha fundado una sociedad de los que usan esta clase de hornos y publicado un volúmen en cuarto que contiene muy interesantes noticias sobre la manufactura de ladrillos, alfarería, cal y cemento.

HORNO ANULAR DE HOFFMANN.

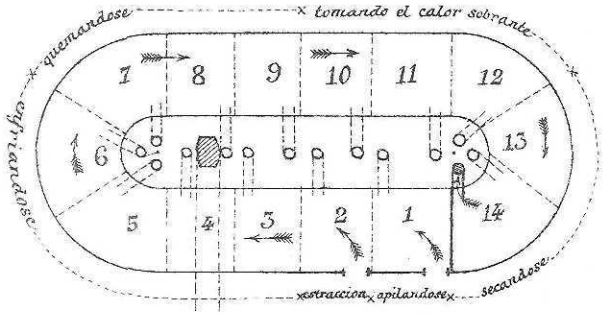


Fig.3.

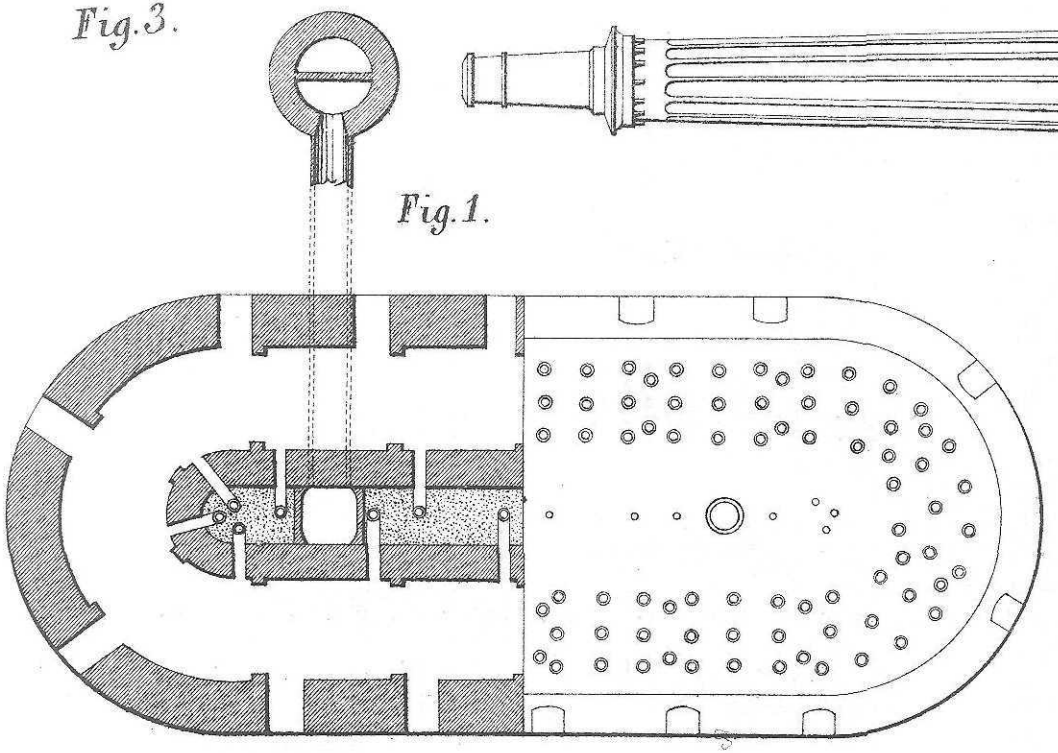


Fig.1.

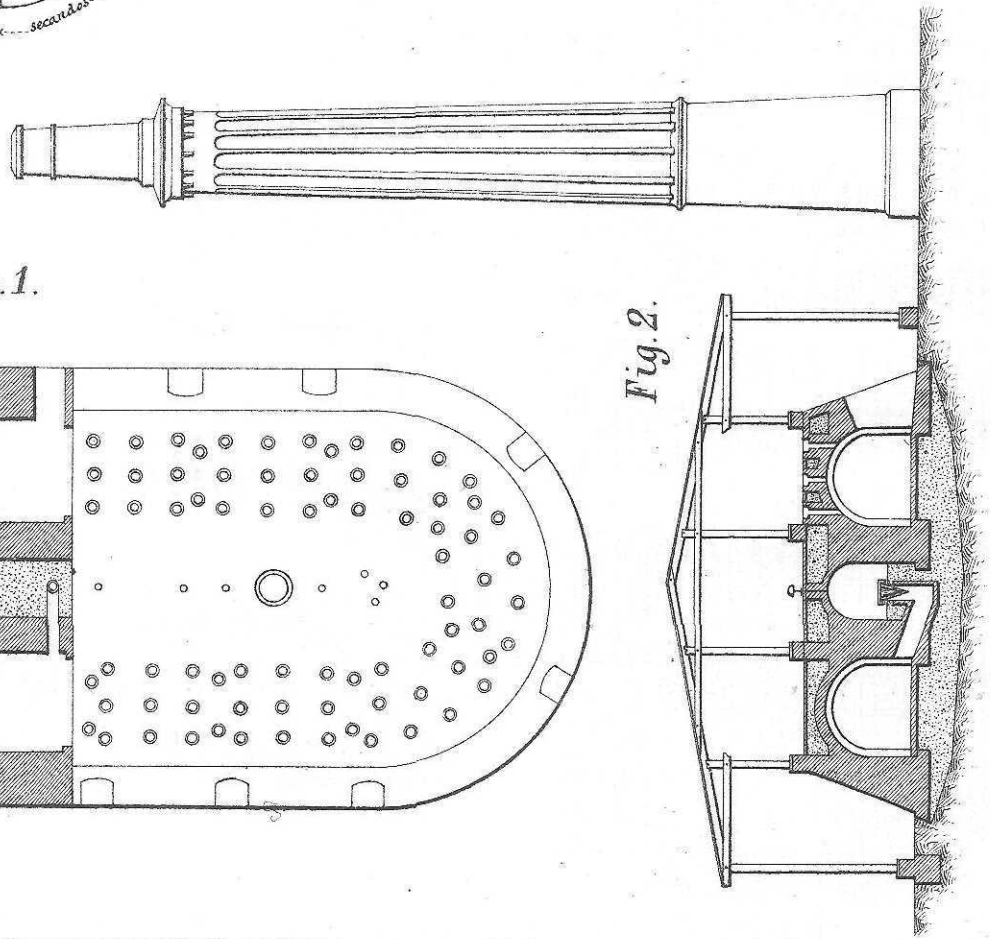


Fig.2.

G.e por J. Rajares.

Vamos á hacer la descripcion de uno de estos hornos de planta oblonga, que es la que se dá en general á los mayores modelos, porque la circular produciria una superficie cubierta escesiva.

Las figuras 1.ª y 2.ª representan la proyeccion horizontal del horno y un corte trasversal del mismo. La 1.ª está dividida en dos planos á diferentes alturas para que pueda verse no solo la planta del horno sino tambien la superficie plana superior, en la que existen varios agujeros destinados á introducir por ellos el combustible que ha de servir á la coccion.

El horno, propiamente dicho, le constituye una bóveda anular de medio punto dividida en 12, ó como se representa en la figura, en 14 compartimentos que pueden á voluntad aislarse ó comunicarse entre sí haciendo subir ó bajar unas compuertas de division que se apoyan en rebajos construidos en los estribos de la bóveda inmediatos á los conductos de salida de humos de cada uno de dichos compartimentos. Estos conductos van á desembocar á una cámara central desde la que, por otro de mayores dimensiones, se dirigen los gases procedentes de la combustion á la chimenea situada al esterior del horno. Cada compartimento tiene además su puerta de entrada independiente, cuya abertura se tapia cuando convenga cerrarla.

En la figura 3.ª se representa el modo de funcionar que tiene un horno de esta clase, suponiéndole dividido en 14 compartimentos, como el que se indica en la figura 1.ª

En el compartimento núm. 1 se apilan los ladrillos verdes, mientras que se sacan ya cocidos y frios del compartimento número 2. En los compartimentos 3, 4, 5 y 6 se enfrian; en los 7, 8 y 9 se cuecen; en los 10, 11 y 12 se preparan para la coccion y en los 13 y 14 se secan ó pierden la humedad que adquirieron al ser confeccionados. El aire del esterior penetra por la puerta del compartimento núm. 2 y sigue la direccion indicada por medio de flechas en la figura. Durante su marcha, enfria, por su baja temperatura, los ladrillos de los compartimentos cor-

respondientes; alimenta despues el fuego de los inmediatos; sigue luego, ya á una temperatura elevada, con los gases procedentes de la combustion, preparando los ladrillos que han de ser cocidos; y por último, seca los verdes viniendo á salir por el conducto del compartimento 14 á la caja central de humos, y de ella por un conducto oblongo á la chimenea. La corriente, pues, se establece en este horno de izquierda á derecha y los ladrillos van sufriendo modificaciones lentas y progresivas hasta su completa fabricacion en un sentido contrario á la marcha de aquella.

El aire llega á los compartimentos 7, 8 y 9 con una temperatura elevada, adquirida á su paso por las cámaras anteriores llenas de ladrillos incandescentes que contribuye á enfriar y en ellas deja su oxígeno para quemar el combustible que se arroja desde el esterior por los agujeros abiertos en la cubierta del horno. Este combustible partido en pedazos pequeños cae entre los ya casi incandescentes ladrillos que, para mayor facilidad en su coccion, se colocan en una sola pila de corta anchura. El estado y progreso del fuego se vé fácilmente desde dichos agujeros y como el tiro puede manejarse á voluntad, se dispone del medio de elevar ó bajar la temperatura segun convenga. Para demostrar el poco calor que se pierde con estos hornos, basta decir que la fácil salida de los gases exige una chimenea de gran elevacion, que para el caso del horno que se describe es de 120 pies.

Resulta, pues, que en este horno se establece (si se nos permite la frase) una corriente de ladrillos que se mueve en sentido contrario de la del aire. Los ladrillos entran verdes, y por su contacto con gases á una temperatura siempre creciente, llegan á ponerse en estado de ser quemados; despues de cuya operacion vuelven á encontrarse en contacto con aire á una temperatura siempre decreciente, que los enfria hasta el punto de que pueden salir ya dispuestos para la venta.

Se evita, pues, con este sistema para cada hornada: primero,

las funciones de un hogar con regilla; segundo, un regenerador de Siemen para calentar el aire que ha de servir á la combustion; tercero, una habitacion para secar los ladrillos verdes, y cuarto, otra para enfriarlos despues de cocidos.

Cada dia se vacía una cámara de su ladrillo ya cocido y frio y se llena otra con buen ladrillo verde. La altura de cada cámara es de 8 á 9 pies, ó lo que un hombre puede alcanzar con sus manos, de modo que no se haga difícil la colocacion y estraccion de los ladrillos y que las capas inferiores de estos no estén sujetas á un gran peso cuando se hallen á una temperatura elevada. Con dicha altura se hacen tambien fáciles las reparaciones que ocurran en cada cámara cuando le llegue el turno de ser vaciada.

En toda fabricacion de objetos de barro, cuando se trate de secarlos, bien al aire libre, bien quemándolos, es absolutamente preciso conducir gradualmente la operacion; pues de otro modo es espuesto á que aquellos se rajen y estallen. El horno de que se trata, por su accion constante y carencia de cambios bruscos de temperatura, no puede producir dichos inconvenientes y aun cuando, como es natural, deben introducirse en él los ladrillos lo más secos posible, como por otra parte el calor obra sobre estos lentamente, admite que puedan quemarse en buenas condiciones con un grado mayor de humedad que en los hornos ordinarios.

Por medio de una capa de arena apisonada que se coloque sobre la superficie y costados y cerrando herméticamente los conductos y agujeros de alimentacion de estos hornos, podrán aislarse y abandonarse á sí mismos durante cinco ó más dias.

Tambien pueden fácilmente ser dejados sin tomar precaucion alguna durante 24 horas, lo cual permite no encenderlos el domingo y evidencia la facilidad con que se les dá fuego. Tampoco requieren operarios muy hábiles cuyo reemplazo sea difícil, evitando así el empleo de esos prácticos rutinarios que la mayor parte de las veces no sirven más que para aumentar

el coste de la obra, el cual por este sistema queda muy reducido, atendiendo á la calidad y cantidad del material que se obtiene. Para otras clases de objetos cerámicos el combustible se encerraria en recipientes abiertos, por fuera de los cuales correrian los gases á la temperatura conveniente, sin necesidad de que el fuego estuviese en inmediato contacto con los objetos.

La fuerza productora de estos hornos varia desde 4 á 40.000 ladrillos diarios, y desde 10 á 100 toneladas de cal cuando se emplean en la coccion de esta clase de piedra. Su carencia de humo los hace aceptables en aquellas localidades en que los de otro género serian perjudiciales.

En Alemania se emplean estos hornos, no solo en cocer cal ó ladrillo como sucede en Inglaterra, sino tambien en objetos de alfarero, y en cemento de Portland, para cuya última materia siguen el sistema de hacer con ella ladrillos y cocerlos luego como los ordinarios de barro.

Entre otras diversas aplicaciones que puede dárseles, están las de calcinar minerales y la de obtener coke. La facilidad con que puede modificarse el tiro y elevar ó bajar la temperatura, los hacen tambien útiles para templar el hierro fundido, habiéndose emprendido ya algunos esperimentos encaminados á obtener este resultado.

Toda la obra de alfareria del nuevo mercado de Shrewsbury ha sido cocida en esta clase de hornos por Mr. Ensor, dueño de la bien conocida fábrica situada cerca de Burton-on-Trent.

Los señores Kelk Waring, hermanos, y Lucas, construyeron dos de estos hornos en Kesington para fabricar todo el material arcilloso que se empleó en el ramal del ferro-carril que empalma con la línea principal, habiendo fabricado 25 millones de ladrillos en el espacio de dos años.

Los señores Waring, hermanos, erigieron hace algun tiempo y usaron solo durante 18 meses un horno en King's Cross bajo la direccion de Mr. H. Wedekind, representante de Mr. Hoffmann.

La gran ventaja de estos hornos está en la economía de combustible; apenas hubiéramos creido en su importancia á no tener ocasion de verlo prácticamente. A propósito de esto el profesor Thomson de Belfast dice: «la coccion del ladrillo y de la cal producen tal economía de combustible, comparada con el gasto que ocasionan los hornos ordinarios, que parece á primera vista completamente increible.» Basta además para formarse una idea de ello, el considerar que en estos hornos se hace el aprovechamiento del humo de la manera más conveniente y no como sucede en la mayor parte de los casos, á espensas de un consumo escesivo de combustible.

Los conocidos fabricantes señores José Cliff é hijo, cerca de Leeds, aseguran á Mr. H. Chamberlain, agente para el Norte de Inglaterra, que ellos gastan solo una tercera parte del combustible que emplearian en hornos ordinarios.

Comparando uno de estos hornos con el ordinario escocés, se dán como seguros los siguientes datos relativos al gasto que ocasiona la coccion de un millar de ladrillos.

	En el horno escocés.		En el de Hoffmann.		Economía en el segundo.	
	Chels.	Dins.	Chels.	Dins.	Chels.	Dins.
Valor de la mano de obra.. .	1	6	»	6	1	»
Valor del combustible. . . .	7	10½	1	6	6	4½
Valor de los ladrillos que se inutilizan.	1	»	»	»	1	»
Suma.	10	4½	2	»	8	4½

Es decir, que se economizan ocho chelines cuatro y medio dineros por cada millar de ladrillos que se cuecen en un horno de Hoffmann, en vez de hacerlo en uno de los ordinarios llamados escoceses.

En una carta fecha de la semana anterior, la compañía Swan Banks, cerca de Halifax, que tiene cinco de estos hornos, afirma que, mientras antes con los ordinarios pagaba cinco chelines un dinero por quemar un millar de ladrillos, hoy paga solo seis dineros y medio.

Sobre la teoría de los hornos de ladrillo.

Habiendo ya dado la descripcion y hecho constar los resultados obtenidos con esta clase de hornos, vamos ahora á fijar los principios en que se funda su bondad, á pesar de la gran dificultad que hay de establecer una buena base de comparacion, á causa de que no todas las arcillas requieren para su coccion igual cantidad de calor.

En los hornos ordinarios de ladrillo y en los demás que funcionan á una alta temperatura, disminuye esta por dos causas naturales, el calórico que llevan á la chimenea los gases procedentes de la combustion y el que contienen los objetos cocidos; calor que, si no puede llamarse perdido en el estricto sentido de esta palabra, lo es porque obliga á emplear mayor tiempo y trabajo en enfriar luego aquellos objetos. Respecto á la primera pérdida, debe observarse que el aire caliente en los hornos ordinarios está á menudo durante una gran parte del tiempo que dura la hornada, á la temperatura del calor rojo; y respecto á la segunda, ó sea al calor que queda en los ladrillos despues de cocidos, puede formarse una idea, suponiendo un enorme depósito de calor contenido en varios cientos de toneladas de ladrillo elevado á la temperatura blanca. Tampoco debe olvidarse que, entre los cuerpos cuya temperatura es preciso elevar antes de la coccion, y que producen poco efecto útil, está el horno mismo, ni que existe además otra notable pérdida de calórico, cual es la producida por cada interrupcion en la labor; en este caso se pierde casi todo el calor absorvido

por la fábrica del horno, puesto que es preciso aguardar á que esté frio para poder cargarlo de nuevo.

Es posible formarse un cálculo sencillo y aproximado del calor empleado en los hornos de ladrillo, comparando la cantidad de combustible que se gasta con la de calor que, teóricamente se necesita. Los siguientes datos nos permitirán hacer el cálculo: 1000 ladrillos dispuestos para colocar en el horno, pesan cerca de 10.000 libras y pierden de su peso durante la coccion un 15 por 100 ó sean 1500 libras. Una libra de agua requiere para su evaporacion 652 unidades de calor. El vapor sale del horno á una temperatura de 300° centígrados y necesita por consiguiente ser calentado desde 150° á 300° cent. El calor específico del vapor es 0,847. Las 8500 libras de ladrillo deben calentarse hasta una temperatura de 1200° cent. y el calor específico de la arcilla puede fijarse en 0,200.

Estos datos sirven de base al siguiente cálculo hecho por Mr. Versmann, sábio aleman antiguo, ayudante del difunto Mr. Graham, Director de la Real Casa de moneda. Para convertir en vapor 1500 libras de agua, se requieren 1500×652 ó sean 97.800 unidades de calor. Para elevar la temperatura de 1500 libras de vapor hasta 300°, se necesitan 1500×150×0,847 ó sea 190.575 unidades. Para elevar á la temperatura de 1200° cent. 8500 libras de ladrillos secos, se necesitan 8500×1200×0,200 ó sea 2.040.000 unidades, que, sumadas á las otras dos partidas semejantes, dan un total de 3.208.575 unidades de calor.

Ahora bien; para quemar 1000 ladrillos en un horno ordinario, se necesitan por lo menos 10 quintales de carbon de piedra, los cuales producirán un número de unidades de calor igual á 10×112×8000 ó sean 8.960.000. Por consiguiente, la proporcion es esta:

Unidades de calor que se necesitan teóricamente.	3.208.575
Unidades de calor que en la práctica se invierten.	8.960.000
Diferencia.	5.751.425

ó sea un 64 por 100 de calor perdido. No es, sin embargo, esta sola la pérdida que se sufre, puesto que además hay que tener en cuenta, conforme antes se ha dicho, que todo el calor empleado en elevar la temperatura del horno hasta 1200° cent., se pierde naturalmente cuando hay que enfriar aquel.

Las pérdidas de más consideracion son debidas á las siguientes causas:

A la de tener que calentar de nuevo el horno cada vez que va á emplearse, á causa del enfriamiento preciso despues de cada hornada; á la gran radiacion de las paredes esteriores del horno durante la coccion; al calentamiento sin fruto de una gran masa de aire al principiar la operacion, y á la demasiada rápida salida de los gases calentados al terminar aquella.

Todas estas dificultades se han vencido en los hornos de Hoffmann, porque en estos el aire necesario para alimentar la llama, ha pasado antes de llegar á ella por el intermedio de ladrillos que habian sido cocidos uno ó dos dias antes, y por consiguiente ha tenido tiempo de elevar su temperatura á 300° cent. por lo menos. Además, el calor sobrante, en vez de escaparse por la chimenea, pasa por el intermedio de otros ladrillos secados al aire libre, los cuales pierden toda su humedad y llegan á calentarse hasta el rojo antes de haber empleado para ellos combustible alguno.

La gran importancia de los dos puntos que acabamos de indicar, puede demostrarse fácilmente por medio del cálculo. Un quintal de carbon de piedra requiere para su completa combustion cerca de 1000 libras de aire, las cuales alcanzan la temperatura del hogar á costa de una parte del mismo combustible. La cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1000 libras de aire á 300° cent., es la misma que la que se requiere para elevar $0{,}2669 \times 3 \times 1000 = 800$ libras de agua desde 0 á 100° cent. Para conseguir esto, seria precisa una cantidad de carbon de piedra igual á $\frac{800 \times 100}{8000}$ suponiendo que

el poder calorífico de dicho combustible es de 8000 unidades; es decir, que necesitamos 10 libras de carbon para calentar las 1000 libras de aire que han de quemar el quintal de combustible, y por consiguiente que un 9 por 100 del carbon que se emplea en los hornos ordinarios se pierde para el objeto principal de los mismos, que es el de cocer los ladrillos.

Esto en cuanto al primer punto; en cuanto al segundo, ó sea al empleo del calor sobrante, el beneficio que se obtiene es doble; primero, por evaporar la humedad que contienen los ladrillos, y segundo por elevar la temperatura de estos disponiéndolos para la coccion. Mil ladrillos secados al aire libre contienen cerca de 1500 libras de agua, que requieren para vaporizarse de $1\frac{3}{4}$ á $2\frac{1}{4}$ por 100 de carbon de piedra ó sea un 25 por 100 próximamente de todo el carbon necesario para cocer los 1000 ladrillos.

El calor acumulado en estos últimos, puede calcularse por el que toman hasta elevarse á 1200° cent. de temperatura, contando con que los 300 primeros grados han sido producidos por el calor sobrante que es igual á un 15 por 100. Resulta, pues, que con la sencilla aplicacion de calentar el aire préviamente y de utilizar luego el calor sobrante, que lleva el mismo, se obtiene una economía de un 59 por 100 del combustible empleado.

En el horno de Hoffmann hay todavía otro importante orígen de economía, en el hecho de que la humedad estraida de los ladrillos vá directamente á la chimenea y nunca es conducida al hogar, llevándose, como así lo haría en este caso, una gran cantidad de calor latente. Los efectos de la humedad en la combustion se hacen bien patentes en los hornos de aire frio, puesto que funcionan mucho mejor en invierno que en verano, en atencion á la menor cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera en la primera de dichas estaciones.

Otro motivo de economía es la posibilidad de emplear toda clase de combustible hasta los de más inferior calidad, como leña, turba, carbon de piedra menudo, etc., á causa de que la

operacion de alimentar el fuego se reduce simplemente á ir echando el combustible en compartimentos que contienen ladrillos á una gran temperatura y que se vaya quemando con aire ya caliente. El carbon puede combinarse inmediatamente con el oxígeno y los gases calientes, moverse tranquilamente al rededor de la pila y pasar al siguiente compartimento.

Ultimamente, entre otras causas que, aun cuando no es posible apreciar con exactitud, no pueden suponerse sin accion, se halla la influencia que ejerce la construccion particular del horno relativamente á la disminucion del calor que se pierde en los demás por la radiacion.»

Madrid, 30 de Diciembre de 1869.

A. R. y D.

APERTURA DEL CANAL DE SUEZ.

Del periódico inglés *The Engineer*, que se publica en Lóndres, correspondiente al 3 de Diciembre, estractamos el siguiente artículo:

«El canal de Suez ha sido bendecido; el canal de Suez ha sido abierto; el canal de Suez es un hecho. El éxito tiene limitaciones; el éxito relativo y absoluto están en la proporcion de 17 á 24 poco más ó menos, representando 17 el número de pies de agua que tiene de calado el canal y fijando en 24 el número de pies que el canal recibirá si se termina.

A las doce del dia 14, sábado, me embarqué en Alejandría, á bordo del *Fayoum* para Puerto-Said. Este vapor es muy bueno, es de ruedas y tiene cerca de 2.000 toneladas de capacidad. Fué construido por la Compañía Oriental y Peninsular é iba á llamarse el *Carnatic*, pero no fué tomado por esta Compañía, sinó que fué vendido al Virey. Habia sido empleado por éste como un barco de recreo dedicado solamente á viajes de las mujeres del Harem.

Tuvimos un furioso y duro pasaje desde Alejandría á Puerto-Said. Daba este vapor grandes balances y se sumergia hasta un punto que nos parecia milagroso no diese una vuelta completa. En circunstancias ordinarias este barco es escelente para viajeros. La causa de su escesivo movimiento en esta ocasion, se averiguó en seguida. El *Fayoum* era enviado á Puerto-Said, sin lastre, sin carbon, casi sin ningun efecto que lo hiciera

calar más agua. Se redujo la parte sumergida á menos de 16 pies y parecia que volaba, y en consecuencia de esto los balances.

Un hecho notable he observado y es, que no he hablado á una persona de posicion de este país, que no crea que el canal de Suez y cuanto se relaciona con esta obra, será una calamidad terrible para ellos; pero atribuyo este parecer á celos ó envidias de los de Alejandría, que no ven con gusto la construccion de un nuevo puerto tan próximo al suyo.

Llegamos á Puerto-Said en la mañana del 15. Hace ya tiempo que hice mi última visita á esta parte del Mediterráneo: teniendo ya conocimiento como tenia de los siniestros rumores circulados en Inglaterra, con respecto á las cualidades de Puerto-Said, he puesto particular esmero en examinarlo. A la vista es una magnífica superficie de agua, y parece ser de muy fácil acceso. He oido tristes vaticinios á personas más capaces que yo para formar una opinion sobre este particular; hombres de mar declaran que ocurrirán en la costa muchos desastres en revueltos temporales. Podrá ser que estos pronósticos se realicen, pues no es fácil para un hombre de tierra comprender, que un desahogado puerto pueda ser estremadamente dificultoso para entrar en él.

Los diques artificiales se estienden en una distancia de cerca de dos mil yardas. Están construidos de inmensos sillares de betun sumergidos en escollera. El betun se compone de arena del sitio, mezclada con cal traida de Marsella. Ningun ensayo se ha hecho para llenar completamente los intersticios en la construcción. Era la idea de Mr. de Lesseps que el movimiento natural de la arena haria esto. Probablemente esperaba que este modo de solidificacion, frecuentemente observado en nuestras costas, retendria definitivamente la arena formando una sólida masa con los sillares de betun. Esto, sin embargo, hasta ahora no se verifica. Por el contrario, una gran cantidad de arena encuentra paso á través de los diques hasta el interior

del puerto, y producirá un gran daño ó perjuicio si no se limpia con dragas.

Hubiera sido mejor, aunque difícil y costoso, colocar los sillares por hiladas sentados con cemento, rellenando con hormigon los espacios intermedios.

Tomé una barca á poco de mi llegada con el objeto de obtener las sondas que me fuera posible, pues no era esta fácil empresa en un puerto completamente obstruido con embarcaciones de todos tamaños y con buques de vapor que se movian por cientos en todas direcciones.

El resultado general de mi sondeo fué muy satisfactorio, pues alcancé por lo regular 24 pies de agua, y esto sin entrar en las partes más profundas.

En la entrada del puerto hay un faro con luz eléctrica, construido de hormigon, y que á primera vista juzgué que era de hierro.

Los buques ingleses el *Rápido* y el *Newport* llamaban la atencion en el puerto: por el dia estaban empavesados y con todas las velas desplegadas; por la noche aparecian iluminados con miles de faroles, llevaban bandas de música y hacian incesantes disparos con sus cañones.

El mártes por la tarde se esparcieron siniestros rumores, para todos los que desean el éxito feliz del canal: era dudoso que pudiéramos llegar á Ismailia, escepto en el caso de ir remolcados ó en canoas: circulaban todo género de noticias, pero solo era verdadera la de que el *Latif*, que habia empezado su navegacion al amanecer, habia encallado á la mitad del dia á unas 20 millas canal arriba, y que al menos que no se saliera de este contratiempo, toda esperanza de recorrer el canal era ilusoria.

Los más de mis camaradas dejaron el *Fayoum* por el *Mehemet-Ali* que calaba menos, pero á mí me pareció que no era precisamente cuestion de falta de agua, y como me habia ido tan perfectamente en el *Fayoum*, resolví permanecer en él.

Ayer fué un dia crítico, los buques no fueron empavesados, los cañones guardaron silencio, nuestro Capitan con sonrisa maliciosa nos enteró de que él estaba por no subir el canal, y que por esta razon no hacia encender la máquina. En contra de todo esto vimos otros vapores que, unos despues de otros, entraban lentamente en el canal hasta muy lejos, y podíamos distinguir una estensa línea de barcos, separados sobre una media milla, haciendo su camino.

Hice entonces todos los esfuerzos posibles para tomar tierra en cualquier sitio y fletar una de las barcas de vapor que habia en gran número el dia anterior, y en la que podria recorrer el canal ó al menos saber lo que sucedia; pero no pude hallar ninguna, todas habian partido durante la noche fletadas para ayudar al *Latif* á salir de su contratiempo.

Volví á mi barco bastante contrariado, para saber qué órdenes habia y eran, que partiríamos lo antes posible. Esta era una nueva feliz para todos los invitados; y efectivamente á las dos de la tarde pasó nuestro barco el *Fayoum*, con el número 32, por entre los dos obeliscos que señalan la entrada del canal.

Seis de los barcos que iban delante de nosotros tocaron en tierra en su marcha.

El *Fagoum* hizo su viaje felizmente con una velocidad de nueve nudos, hasta cerca de las siete de la tarde que tocó en la orilla; se pasaron á popa los pasajeros y equipajes, se desmontaron los cañones, y hubo que estraer algunas toneladas de agua antes de que nos pusiéramos otra vez en movimiento.

El verdadero trayecto del canal está marcado por postes, que indican su mayor profundidad, la cual por efecto de las irregularidades del dragado no está exactamente en el centro del canal.

Ya en el canal, me dediqué con todo cuidado á la solucion de las cuestiones que se presentaban. Primera, cuál era la profundidad efectiva del agua; segunda, el efecto producido en las márgenes por la agitacion de la misma; tercera, qué proba-

bilidades ofrecia el canal para el paso de grandes barcos, como, por ejemplo, los de la compañía Peninsular y Oriental.

Con el fin de resolver la primera cuestion tomé sondas frecuentemente y con esmero, desde uno de los tambores del vapor. El Capitan pensaba que solo se hallarian 18 pies de agua, pero la más pequeña de mis sondas resultó ser de 22 pies, llegando en algunos sitios á 24 y pasando algunas veces. Hay que tener presente además que el fondo del canal solo tiene 70 pies de ancho, siendo de 60 el de nuestro barco sobre los tambores y por lo tanto que me hallaba situado al sondar 30 pies distante del centro ó eje, ó sea á 5 pies de la línea donde empiezan á elevarse los taludes. El resultado, es, pues, sumamente satisfactorio, y no deja duda de que el fondo del canal está perfectamente nivelado. Siento no haber podido sondar segun la línea de la quilla, pues es seguro que hubiera alcanzado un pie ó dos más de profundidad. Por otra parte, se debe tener en cuenta que el avance del barco, aunque lento, separaba algo la sonda de la vertical, por cuya razon las obtenidas no eran exactamente las verdaderas; probablemente la diferencia no será grande, pero no me es posible fijarla; sin embargo, puede admitirse con seguridad que el canal presenta muy próximamente la profundidad proyectada.

Con respecto á la segunda cuestion, las deducciones no son tan satisfactorias. Nuestro barco empujaba una ola hácia adelante que se elevaba demasiado: por detrás, aunque el agua quedaba tranquila, se la veia enturbiarse hácia las orillas en una proporcion alarmante. Es indudable que los taludes han quedado muy escarpados, las partes más suaves presentan la pendiente de 1 por 3, cuando he observado en varios parajes que la natural era de 1 por 5.

Es verdad que nuestro vapor era de paletas, y por lo tanto, que la accion se ejercia principalmente sobre las orillas, mientras que los de hélice dejarian, como es sabido, una estela en el centro en la direccion misma de su marcha.

En mi concepto, antes de que el estado del canal pueda considerarse como permanente, es preciso emplear mucha cantidad de trabajo destinado á suavizar los taludes, bien por medio de revestimientos, bien empleando el sistema de dragas: tambien convendria producir sobre las orillas, si fuese posible, alguna clase de vegetacion (acaso concreciones coralinas ó de madréporas) con objeto de que con sus raices diese cierta conexion á las materias sueltas que forman aquellas, ó bien protegerlas por medio de rompeolas, constituidos de tal modo, que pudieran establecerse en toda la longitud del canal. Yo no dudo que una simple línea de maderos flotantes en cada orilla protegerian á esta lo suficiente contra el efecto de las olas. Estos maderos podrian por economía formarse con tres tablas, constituyendo un prisma de seccion triangular, uniéndose unos á otros y á la orilla por medio de cadenas. Semejante medio, costoso sin duda alguna, seria sin embargo mucho más económico que el de llevar á cabo la inmensa cantidad de dragado que en otro caso se haria indispensable.

Con respecto á la última cuestion sobre la utilidad del canal para grandes barcos, siento decir que mi opinion es poco favorable. Mr. de Lesseps ha obtenido buen éxito en la construccion del canal, pero la cuestion es á qué punto ha llegado este éxito: la realidad es que seis barcos han recorrido el canal en unas pocas horas, pero ¿cómo es que barcos que calan solo 17 pies han varado en un canal de 24 de profundidad? La respuesta es bien sencilla. Si los barcos pudieran mantenerse siempre en el centro del canal, es evidente que no tocarian en tierra, pero no pueden hacerlo. Aun con una marcha tan moderada como es la de cuatro millas por hora, es completamente imposible al mejor timonel mantener un barco, aunque sea por poco tiempo, en un mismo rumbo, y menos á un gran vapor, aun prescindiendo de la accion del viento en los aparejos. Navegando á la vela, no es dable en la práctica impedir que un barco obedezca á aquellas influencias; se desviará de su rumbo, y esta

desviacion le conducirá de un lado á otro en conformidad con la direccion del viento.

Si se emplea el timon para contrariar estos efectos, el barco avanzará, no con su quilla paralela á las orillas, sino diagonalmente al eje del canal: si el barco fuese pequeño, esto no importaria gran cosa, pero si es largo, es muy diferente. Cuanto más lenta sea la marcha, mayor será el ángulo con la línea del canal, y esto es lo que sucederá, pues los fangos que se remueven ya notablemente á una velocidad de cuatro millas por hora, se presentan alarmantes á grandes velocidades. No veo otro remedio para este mal que el empleo de sondalezas desde las orillas, lo que está fuera de la cuestion, ó el empleo de pequeños remolcadores que calen muy poco, tres ó cuatro pies solamente, para acompañar á cada barco y mantenerlo al viento. El remolcador y el timon podrian sostener el barco en la línea media del canal: sin el auxilio de estos medios, estoy seguro que el canal seria impracticable para ciertos barcos con un viento regular.

El correo va á salir y tengo que cerrar esta primera carta; al terminarla, estoy mirando las aguas del lago Timsch en medio de la tierra Goshen; presenta una vista estraordinaria: hace pocos meses estaba seco; al presente forma una magnífica balsa de agua salada, un mar interior en pequeña escala: en su tranquilo fondo se ven hasta cuarenta barcos, los más de ellos de considerable tamaño. ¡Cuarenta barcos en medio del desierto! ¡en la estéril y seca tierra donde no existia agua! Verdaderamente los Ingenieros han hecho prodigios en esta pequeña porcion de la tierra. El clima de Ismailia ha cambiado y la lluvia ha caido ya más de una vez en estos parajes.

Me hallo en Alejandría ya de vuelta despues de haber recorrido todo el canal, sin más contratiempo que haber sufrido algo por la escasez de provisiones en el *Fayoum*, durante la última parte de nuestro viaje.

Salimos de Ismailia el 19, así como la mayor parte de la flotilla, habiendo pasado los dos dias anteriores en el lago Timsch. He examinado el resto del canal desde Ismailia á Suez con la misma escrupulosidad que la parte entre Puerto-Said é Ismailia, resultando de este exámen los siguientes datos:

La seccion del canal entre Puerto-Said é Ismailia, ya he dicho estaba terminada y practicable y con una profundidad de 18 á 19 pies en los peores sitios, pues el promedio escede de los 24: los taludes tienen la inclinacion natural, y se han empleado diferentes medios para evitar los efectos destructores del oleaje producido por las paletas y hélices de los barcos: nada debe temerse en lo futuro, escepto acaso en un punto, en el Guisr, donde la arena, que es muy fina, se pasa, y tengo motivos para creer que entran en el canal anualmente por lo menos 300.000 metros cúbicos. Sucede además, que hay en este paraje una curva muy cerrada justamente donde la anchura del canal hubiera debido exagerarse: por lo general, están sin embargo bien trazadas, por lo cual no me ocuparé de ellas.

Al dejar el lago Timsch, observé otra estension de arena fina, y sondando en este punto, solo obtuve una profundidad de 16 pies 5 pulgadas, pero poco despues alcancé 18 pies; es probable que esta parte hiciese algun asiento pocas horas antes.

En una longitud de 95 kilómetros, deben ser recorridos los taludes, pues aun cuando la tierra contiene en esta línea una gran cantidad de arcilla ó de greda, y se mantiene bien estando seca, el agua del mar destruye las orillas tan rápidamente, como degrada las partes arenosas.

En los lagos amargos no se presentan estos inconvenientes; la distancia desde el centro á los límites ó lados del canal, es demasiado grande para que sus orillas sean alteradas por los propulsores de los barcos.

Toda la parte del canal desde Ismailia á Suez, está sin concluir, y comprendiendo las obras de Suez, exigirá por lo menos treinta millones de metros de escavacion antes que pueda

decirse que está terminada y en disposicion de verdadero servicio. Calculo que será preciso estraer á la draga dos millones de metros cúbicos para dejar corriente el canal.

Los diferentes muelles construidos en Suez, no son de carácter permanente; se asemejan más á obras de ríos que á diques destinados á contener el mar: sin embargo, se ven en la inmediacion de la estacion del ferro-carril grandes sillares artificiales semejantes á los que han sido construidos en Puerto-Said, con el objeto de coronar y dar fuerza al pilotaje. Estos sillares no están compuestos de mortero y piedra calcárea, comprimido el todo en cajones ó encofrados como en Puerto-Said, sino construidos sencillamente de arena y cemento, formando grandes trozos irregulares de piedra arenisca. Este sistema proporciona grande economía en cemento y no disminuye la resistencia de los sillares, pues teniendo la arena y el cemento casi el mismo peso específico, la masa resulta compacta y homogénea. Con piedra calcárea el resultado no es tan bueno.

El peso de cada sillar es de cerca de 18 toneladas; menor que el de los grandes empleados en Puerto-Said. Se ha encontrado además una buena cantera de piedra calcárea á dos millas de las obras, y se ven por todas partes sillares procedentes de ella, de un metro cúbico de volúmen, dispuestos para ser colocados en sus sitios respectivos.

Ciertos puntos hay relativos á las mareas en el mar Rojo, á los cuales aun no se ha prestado toda la atencion que merecen: debe tenerse en cuenta que el canal reune dos mares, uno de los cuales se eleva y baja sobre 7 pies en toda su estension, mientras que el otro puede decirse prácticamente hablando, que no cambia de nivel. El mar Rojo está más elevado en su promedio que el Mediterráneo y por esta razon entra en este una corriente de agua de aquel; de la existencia de esta corriente no puede haber duda alguna. La influencia, pues, de esta marea del mar Rojo, puede ser de mucha importancia para la navegacion del canal. Una breve atencion demostrará

que el agua debe permanecer próximamente al mismo nivel, en el espacio comprendido entre Puerto-Said y los lagos amargos, porque el consumo de estos absorberá el sobrante que de otra manera se acumularia en el canal produciendo un fuerte oleaje. Se sigue de esto, que la marea del mar Rojo no puede afectar de ninguna manera la navegacion entre Puerto-Said y los lagos amargos; pero el caso es completamente distinto con respecto á la parte que se estiende desde los lagos al mar Rojo. Podemos considerar la superficie del agua en esta seccion, en el caso de un plano que gira, entre ciertos límites, sobre una de sus estremidades. Todas las sondas para determinar la profundidad del agua en esta parte del canal, se han tomado en las altas mareas. Si supusiéramos que el fondo del canal era completamente horizontal desde Suez á los lagos amargos, y de 22 pies la profundidad en éstos, hallaríamos que durante la marea los sondeos sucesivos presentaban un aumento progresivo de profundidad, elevándose desde 22 pies en los lagos hasta 29 pies en la entrada de Suez. Si las sondas se tomaban durante la baja mar, la profundidad seria la misma ó de 22 pies en toda la estension. Pero los sondeos demuestran que la profundidad del agua aun en la alta marea, medida en Suez á la estremidad del canal, es solo de 19 pies, y se sigue de esto que el fondo del canal se eleva sucesivamente á partir de los lagos amargos hasta Suez, estando 7 pies más alto en el último sitio que en el primero.

Se deduce, pues, que aunque el canal pueda ser completamente practicable para barcos que calen 18 á 19 pies en ciertas circunstancias de marea, podrá llegar á ser impracticable hasta para barcos que desalojen mucha menos agua. Entrando un barco por Suez con la baja marea, exigirá más máquina para evitar el peligro de tocar en tierra al crecer la marea, cuando esté á la mitad de la distancia hácia los lagos amargos, al mismo tiempo que otro viniendo de estos, podia hallarse al avanzar con poca profundidad de agua si la marea fuese descendiendo.

No pretendo con esto decir que la accion producida por la marea sea tan estremadamente sencilla como la que acabo de describir, puesto que el movimiento de las mareas obedece á varias leyes que han de modificar el indicado efecto; pero si creo que mi esplicacion puede considerarse como satisfactoria.

A pesar de que para la apertura del canal se aprovechó favorablemente una altura de marea escepcional, no se permitió que se aventurasen á pasar por él los barcos que llegaban á calar 18 pies; así es que en circunstancias ordinarias la probabilidad que tienen de recorrer el canal en buenas condiciones los buques de 15 á 16 pies de calado, es muy corta por las razones que tengo ya esplanadas, especialmente en mi última carta.

Respecto á los constructores de buques destinados á seguir este trayecto, será muy útil que tengan presente para lo sucesivo los siguientes estremos. No deben emplearse las ruedas como propulsor, porque ocupan mucho espacio, estorban para el paso y sufren graves averías cuando por casualidad rozan los taludes del canal. La rueda del timon debe estar situada lo más adelante posible, de modo que el timonel pueda ver con facilidad las boyas que marcan las enfilaciones. Por último, y mientras no se modifique el canal, el calado no debe esceder de 15 pies. Los buques mayores deben construirse todos de un modelo tal, que sea posible hacer uso de *camellos* (1) con objeto de aminorar el calado y sin peligro de que se hunda el barco.

Reasumiendo: todo lo que del canal puede decirse, es que es una empresa gigantesca; que no se ha presentado en su ejecucion ninguna dificultad séria, facultativamente hablando, y

(1) Camello.—En arquitectura naval es un aparato ó mecanismo inventado en Amsterdan en 1688 para suspender un buque y hacerlo pasar por parajes de menor fondo que su calado. Consiste en dos pontones ó cajones con un lado recto y otro cóncavo, por el cual casi se ajusta cada uno de ellos á la figura del buque, en cuya posicion, bien atracados á este, se llenan de agua que despues se saca con la bomba, y al flotar de este modo, obran su efecto de suspender. Dicha última operacion se espresa por la frase de *arrizar camellos*.

que bajo el punto de vista científico hay que estudiar en él la cantidad, no la calidad de la obra hecha. Los elevadores y las dragas, son realmente dignos de alabanza, porque ejecutan de un modo satisfactorio la obra á que se hallan destinados; pero es muy cuestionable si trabajan ó no económicamente, puesto que calculando el número de metros cúbicos de tierra removida y la cantidad total invertida en esta operacion, encuentro algo crecido el precio á que sale el metro cúbico.

El producto del desmonte ha sido echado tan cerca de las orillas del canal, que resulta muy en peligro de caer dentro, y ante la eventualidad ya probable de tener que ensanchar aquel, nadie podrá poner en duda la necesidad de remover toda esa masa de tierra con gran trabajo y gasto, lo cual pudo haberse evitado con un poco de prevision.

Conviene reemplazar las actuales boyas por otras de construccion especial, con las que sea posible evitar lo acaecido al *Fayoum*, cuyo buque, en sus desviaciones accidentales de la línea que debia seguir, destruyó con sus paletas una docena próximamente de dichos flotantes.

Va á salir el correo, y me veo obligado á terminar pronto esta carta: concluiré espresando mi opinion de que el canal es un hecho consumado. Que será preciso invertir una suma adicional de algunos millones para que responda á todo lo que debe desearse respecto á los intereses del comercio, es indudable, y por tanto que será preciso encontrar el dinero.... donde no me corresponde aventurar una opinion. Si la compañía actual, á semejanza de otras que nos tocan más de cerca, querrá imponer nuevos sacrificios á sus accionistas aumentando su pérdida presente en la esperanza de compensarle con las ganancias del porvenir; si el Virey sacará lo necesario de los inmensos recursos que posee; si los gobiernos estranjeros cubrirán el déficit mediante un convenio internacional; son cuestiones que no puedo resolver; pero el canal de Suez está tan próximo al éxito, que es posible aceptar como cosa segura

que terminará satisfactoriamente y que á despecho de todo lo que se ha dicho en detrimento de esta obra, Mr. de Lesseps puede en verdad estar orgulloso de su conclusion.

No debo cerrar esta carta sin hacer constar mi reconocimiento á Nubar Pachá por las muchas deferencias que conmigo ha tenido, así como á Mr. Rogers, nuestro inteligente cónsul en el Cairo. Debo tambien dar las gracias á Marchetini Bey, Ingeniero de la municipalidad de Alejandría, por los favores especiales que de él tengo recibidos, y á Betts Bey, administrador económico del ferro-carril á Egipto, por los auxilios que me ha prestado en varias dificultades que se me ofrecieron en Ismailia.

P. S.—He sabido en mi viaje que algunos ingenieros enviados por Mr. Fowler estaban estudiando una línea desde Suez á un punto conveniente cerca de Aden, por la cual esperaban abreviar en cuatro ó cinco dias el servicio de los vapores y evitar la peligrosa navegacion del mar Rojo. Mucho sentiria que se emprendiera semejante línea, que despues de todo, seria un proyecto incompleto de ferro-carril, cuando tenemos á la vista la línea del valle del Eufrates, que no solo constituiria un proyecto completo, y por su enlace con las líneas de la India, un perfecto eslabon que uniese á esta parte del Asia con Europa, sino tambien una línea que atravesaria los más ricos países del mundo; países que solo necesitan comunicaciones para competir en produccion con nuestras posesiones de la India. Parece casi increible que una línea de 1200 millas de longitud se construya al través de un perfecto desierto con tan pequeñísimo objeto.

RELACION *que demuestra el resultado del quinto sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondiente al año de* 1868, *celebrado en la Academia de Ingenieros el dia* 15 *de Junio de* 1869.

Número de los lotes.	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	44	M. de Camp.	D. Juan Orduña.	Sganzin: Curso de construccion. Choumara: Fortificacion. Goshler: Traité prátique des chemins de fer.
2.°	310	Alf. Alum.	D. Antonio Amado.	Choumara: Fortificacion. Valdés: Manual del Ingeniero.
3.°	367	T. Coronel.	D. Juan Alvarez Sotomayor.	Choumara: Fortificacion. Arteche: Agenda militar.

Guadalajara, 15 de Junio de 1869.—El Capitan encargado, *Alejo Lasarte.*—V.° B.°—*Campuzano.*

RELACION *que demuestra el resultado del sesto sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondiente al año de* 1868, *celebrado en la Academia de Ingenieros el dia* 15 *de Junio de* 1869.

Número de los lotes.	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	129	T. Coronel	D. Luis de Ros.	Sganzin: Curso de construccion. Choumara: Fortificacion.
2.°	258	Comandan.	D. Enrique Pinazo.	Valdés: Manual del Ingeniero. Choumara: Fortificacion. Almirante: Guia del Oficial en campaña.
3.°	266	Capitan.	D. Federico Mendicuti.	Mignart: Guia de construcciones. Choumara: Fortificacion. Coignet: Hormigones.

Guadalajara, 15 de Junio de 1869.—El Capitan encargado, *Alejo Lasarte.*—V.° B.°—*Campuzano.*

RELACION *que demuestra el resultado del sétimo sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondiente al año de* 1868, *celebrado en la Academia de Ingenieros el dia* 15 *de Junio de* 1869.

Número de los lotes.	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	107	Coronel.	D. José Cortés.	Demanet: Curso de construccion. Choumara: Fortificacion. Valdés: Manual del Ingeniero.
2.°	21	Coronel.	D. Gregorio Verdú.	Choumara: Fortificacion. Herrera Garcia: Fortificacion.
3.°	235	Coronel.	D. Cárlos Ibañez.	Mignart: Guia de construcciones. Choumara: Fortificacion. Almirante: Guia del Oficial en campaña.

Guadalajara, 15 de Junio de 1869.—El Capitan encargado, *Alejo Lasarte*.—V.° B.°—*Campuzano*.

RELACION *que demuestra el resultado del octavo sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondiente al año de* 1868, *celebrado en la Academia de Ingenieros, el dia* 15 *de Junio de* 1869.

Número de los lotes.	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	39	Teniente.	D. Enrique García Fernandez.	Laboulaye: Dictionnaire des arts et manufactures. Choumara: Fortificacion.
2.°	125	Coronel.	D. Felipe de la Corte.	Valdés: Manual del Ingeniero. Choumara: Fortificacion. Herrera García: Fortificacion.
3.°	147	Teniente.	D. Pedro Pedraza.	Chandel: Arte de construccion. Idem: Tables et formules. Idem: Ciencia del Ingeniero. Choumara: Fortificacion. O-Ryan: Arquitectura.

Guadalajara, 15 de Junio de 1869.—El Capitan encargado, *Alejo Lasarte.*—V.° B.°—*Campuzano.*

RELACION *que demuestra el resultado del noveno sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondiente al año de* 1868, *celebrado en la Academia de Ingenieros el* 17 *de Setiembre de* 1869.

Número de los lotes.	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.º	103	Teniente.	D. Arturo Castellon.	Estuche suizo, metal blanco de primera clase. Adhemar: Geometria descriptiva.
2.º	207	Alumno.	D. Joaquin Ruiz..	Estuche de matemáticas en caja. Adhemar: Geometria descriptiva.
3.º	12	Teniente.	D. Emilio Cazorla..	Estuche de cartera pequeño. Adhemar: Geometria descriptiva. Breton: Nivelacion. Idem: Levantamiento de planos.

Guadalajara, 17 de Setiembre de 1869.—El Capitan encargado, *Alejo Lasarte*.—V.º B.º—*Campuzano*.

MISCELANEA.

RELACION *que demuestra el resultado del* 10.°, 11.° *y* 12.° *sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondientes al año de* 1868, *celebrados en la Academia de Ingenieros el dia* 17 *de Setiembre de* 1869, *y del* 1.° *al* 8.° *inclusive de los pertenecientes á* 1869, *verificados en la misma el* 27 *de Enero de* 1870.

Número de los lotes...	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	43	Cor.	D. Ramon Somoza. . . .	Un gemelo con tres oculares. Chacon y Orta: Máquinas de vapor.
2.°	368	Alum.	D. Ricardo Barraca. . . .	Estuche suizo de segunda clase. Odriozola: Mecánica.
3.°	328	Alum.	D. José Marbá.	Estuche de cartera pequeño. Claudel: Arte de fortificacion. Idem: Tablas y fórmulas. Idem: Ciencia del Ingeniero.
1.°	343	Ten.	D. Francisco Perez Cobos	Un gemelo con tres oculares. Chacon y Orta: Máquinas de vapor.
2.°	176	M. C.	D. Salvador Clavijo. . . .	Estuche suizo, metal blanco. Odriozola: Mecánica.
3.°	65	»	Depósito Topográfico de Castilla la Nueva. . . .	Estuche de cartera pequeño. Mignat: Guia de construcciones.
1.°	248	Brig.	D. Joaquin Ruiz de Porras	Un estuche de matemáticas en caja. Adhemar: Geometría descriptiva.
2.°	186	Cor.	D. Nicolás Valdés.	Pantómetro con brújula en caja. Chacon y Orta: Máquinas de vapor. Estuche con cartera grande.
3.°	446	»	Comandancia de Ingenieros de Cuba.	Adhemar: Geometría descriptiva. Estuche con cartera pequeño.
1.°	131	Cor.	D. Nicolás Valdés. . . .	Kamsler: Atlas de batallas. Bernaldez: Artillería.
2.°	377	Alum.	D. Baltasar Espoy. . . .	Perdonet: Caminos de hierro. Choumara: Fortificacion.
3.°	39	Ten.	D. Enrique Garcia. . . .	Dupuit: Distribucion de aguas. Odriozola: Mecánica.
1.°	163	T. C.	D. Juan Vidal.	Reinaud: Arquitectura. Bernaldez: Artillería.
2.°	367	Cor.	D. Juan Alvarez Sotomayor.	Fallot: Arte militar. Choumara: Fortificacion.
3.°	45	Cor.	D. Juan Orduña.	Zastrow: Fortificacion. Doulliot: Corte de piedras. Bernaldez: Artillería.

Número de los lotes...	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	298	Alum.	D. Julian Romillo.. . . .	Laboulaye: Diccionario. Choumara: Fortificacion.
2.°	137	T. C.	D. Francisco Zaragoza.. .	Valdés: Manual del Ingeniero. Odriozola: Mecánica.
3.°	148	Com.	D. Manuel Miquel.. . . .	Valdés: Manual del Ingeniero. Choumara: Fortificacion.
1.°	153	Cor.	D. Salvador Medina. . . .	Demanet: Construcciones. Choumara: Fortificacion.
2.°	325	Ten.	D. Cárlos Reyes.	Valdés: Manual de fortificacion. Adhemar: Descriptiva.
1.°	204	Cap.	D. Manuel Cortés.. . . .	Reynaud: Arquitectura. Bernaldez: Artillería.
2.°	99	»	D. Enrique Montenegro. .	Perdonet: Caminos de hierro. Choumara: Fortificacion.
3.°	86	Alum.	D. Miguel Lopez Lozano..	Brialmond: Fortificacion poligonal Odriozola: Mecánica.
1.°	446	»	Comandancia de la Isla de Cuba.	Rondelet: Arte de construir. Chacon y Orta: Máquinas.
2.°	98	»	Depósito Topográfico de Ceuta..	Valdés: Manual del Ingeniero. Leconte: Guerra de Prusia. Choumara: Fortificacion.
3.°	127	Ten.	D. Joaquin Aguado. . . .	Choumara: Fortificacion. Valdés: Manual del Ingeniero.
1.°	61	»	Depósito General Topográfico.	Demanet: Construcciones. Choumara: Fortificacion.
2.°	55	Alum.	D. Joaquin Giraldez. . . .	Brialmond: Fortificacion poligonal Choumara: Fortificacion. Herrera Garcia: Fortificacion.
3.°	26	Alum.	D. Eligio Soussa..	Valdés: Manual del Ingeniero. Choumara: Fortificacion.
1.°	303	Ten.	D. Gregorio Codecido. . .	Demanet: Construcciones. Choumara: Fortificacion.
2.°	113	»	Biblioteca de la Isla de Cuba.	Fallot: Fortificacion. Choumara: Fortificacion.

Del diario inglés *The Mechanic' Magazine* (que se publica en Lóndres) tomamos el siguiente artículo, que creemos será leido con interés:

CIMIENTOS HECHOS EN TERRENOS PANTANOSOS.

Un nuevo procedimiento de construccion de cimientos para puentes en terrenos pantanosos, se ha empleado en un ramal de

la línea de la Compañía del camino de hierro de Charente en Francia. Esta línea atraviesa un valle pantanoso en la union de dos pequeños ríos; el espesor de la turba era tan grande que todo ensayo para lograr terreno fuerte hubiera sido muy costoso. Con el objeto de obtener con economía buenos apoyos ó sostenes para el puente, se formaron dos grandes montones de arena fuertemente comprimidos, uno sobre cada orilla del rio, y otro tercero sobre la península que rodean. Los taludes de estos montones se rellenaron con piedras toscas y duras, para impedir que la arena fuera arrastrada por las lluvias ó por las avenidas de los ríos. Sobre los montones se pusieron plataformas de grande escuadria; estas plataformas sostenian las cerchas del puente, que tenia dos tramos de cerca de sesenta pies cada uno. Cuando se notaba algun movimiento las cerchas se sostenian fácilmente en su nivel, introduciendo arena debajo de la plataforma. El relleno se hace por los obreros mamposteros con sus ordinarios útiles ó instrumentos. Este sencillo y económico procedimiento ha dado el mejor resultado.

Una dificultad análoga se superó por distinto sistema en un camino ordinario cerca de Argel. Este camino atravesaba una llanura pantanosa de cerca de una milla de anchura; las inundaciones y lo flojo del terreno impedian la formacion de un dique. Se pensó en atravesar el valle por medio de un viaducto, pero los cimientos de este presentaban sérias dificultades, pues el pantano tenia sobre ochenta pies.

Era posible llegar á obtener terreno firme con tubos de hierro fundido, clavados por medio del aire comprimido ó por otro sistema, pero no lo permitian los recursos, ni la instruccion de los obreros que habia en la Colonia, y el llevar estos de Francia ocasionaba grandes gastos. El empleo de los pilotes de madera con gran escuadria no era admisible, pues las maderas de construccion son muy caras en Argel y se pudren pronto.

Habia disponibles en la localidad una coleccion de instrumentos ó aparatos de sondaje, y los obreros estaban diestros en

usarlos, y este recurso fué el que se aprovechó. Ejecutaron los Ingenieros varios pozos de sondaje, con diez pulgadas inglesas de diámetro, hasta llegar por debajo del terreno sólido. Estos pozos se revistieron con tubos de palastro y despues se llenaron de hormigon hasta el nivel del terreno. Cada una de estas columnas de hormigon soporta una de hierro fundido; estas columnas están unidas entre sí y sostienen los largueros ó traviesas del viaducto, que está dividido en tramos de cerca de veinte piés ingleses. Este sistema ha salido muy bien y se trata de aplicarlo en otro valle más estenso.

CONSERVACION DE LAS MADERAS.

(Tomado del periódico inglés *The Engineer*.)

Muy Sr. mio: Habiéndose dignado los Sres. Bayly y Fox, comerciantes en madera y propietarios de los talléres de aserrado y conservacion en esta ciudad y en Oreston, invitarme á presenciar el estado de un cierto número de piezas de madera preparadas para atestiguar el valor de los diferentes procedimientos empleados para preservar las maderas que se emplean en obras debajo del agua, remito á V. el adjunto estado de los resultados obtenidos, que creo ha de ser interesante para los lectores de su apreciable periódico.

Los ensayos se han hecho en la dársena Great-Western, en agua tranquila y á 20 pies de profundidad. Los trozos de madera sometidos á la prueba estaban colgados de una cadena que pasaba por todos ellos, dejando entre cada dos un espacio de 10 pulgadas y el todo atado á un pesado argollon y sumergido. Hubiera sido muy digno de notarse el efecto producido despues de mayor tiempo de inmersion, habiendo vuelto á sumergir los pedazos despues de la observacion hecha de los mismos.

La opinion que yo he formado me hace creer que el efecto de la preparacion por la creosota se hace más notable cada año y que pasados dos años queda muy poco de la madera de pino que se sumerge sin preparacion alguna.

Suyo, etc., etc.=Un Ingeniero.=Plimouth, Diciembre de 1869.

Resultado de las esperiencias sobre maderas sumergidas en el Great-Western docks de Plimouth, el 19 de Junio de 1867 y examinadas el 9 de Diciembre de 1869.

PREPARACION DE LA MADERA PARA EL ENSAYO.

La madera que debia tratarse por la creosota, se habia estado secando durante seis semanas á la sombra, pero en punto donde el aire circulaba en completa libertad, despues de lo cual habia sido creosotada por presion, absorbiendo de 45 á 50 galones de aceite. La que debia ser kianizada se secó como la anterior y estuvo luego sumergida durante 24 horas en una disolucion de sublimado corrosivo; por cada pulgada de espesor se emplearon 3 libras de sublimado.

La que debia ser tratada por el sulfato de cobre, se secó del mismo modo y estuvo sumergida durante 14 dias en una disolucion de la espresada sal, disolucion formada de una libra de sulfato por cada ocho galones de agua.

La que debia someterse á la prueba sin preparacion alguna, fué secada con las mismas precauciones que las anteriores.

Clase de madera.	*Escantillon*	*Preparacion.*	*Resultado.*
	Pulgadas.		
Pino amarillo de Quebec.	10 10 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Muy ligeramente atacada por los gusanos.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida de gusanos y reducida su seccion.
— —	—	Sulfato.	Muy comida de gusanos.
Pino rojo de Quebec. . .	10 10 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida de gusanos y reducida su seccion.
— —	—	Sulfato.	Muy comida de gusanos.
Pino de Memel.	10 10 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Muy ligeramente atacada por los gusanos.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida de gusanos.
— —	—	Sulfato.	Mejor que la anterior.
Encina americana.	6 6 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Ligeramente atacada por los gusanos.
— —	—	Sulfato.	Muy ligeramente atacada por los gusanos.
Olmo americano..	6 6 6	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy atacada por los gusanos.
— —	—	Sulfato.	Muy ligeramente atacada de gusanos.
Olmo inglés.	6 6 6	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida por los gusanos.
— —	—	Sulfato.	Muy ligeramente comida por los gusanos.
Roble de Inglaterra. . . .	6 6 6	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy ligeramente atacada de gusanos.
— —	—	Sulfato.	Perfectamente sana y fresca
Haya inglesa..	10 7 2	Creosota.	Id. id.
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida de gusanos y con vegetacion.
— —	—	Sulfato.	Ligeramente atacada por los gusanos y con vegetacion.
Madera de Suecia.	10 8 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Id. id.
— —	—	Sin preparacion	Muy atacada por los gusanos y reducida su seccion.
— —	—	Sulfato.	Muy comida de gusanos y con vegetacion.
Pino resinoso.	10 10 5	Creosota.	Perfectamente sana y fresca
— —	—	Sublimado.	Muy ligeramente atacada de gusanos.
— —	—	Sin preparacion	Muy comida de gusanos y con vegetacion.
— —	—	Sulfato.	Ligeramente comida de gusanos y con vegetacion.

PROSPERI Y MONTALEMBERT.

Desgraciadamente, y por causas múltiples que no tratamos de investigar, el ejército español, como colectividad, no disfruta de un gran concepto entre los extranjeros, desde hace algunos años. Pero tambien debemos consignar que esta opinion no se extiende á todas las partes que lo constituyen, pues exceptuan á algunas de ellas, y refiriéndonos á lo que más de cerca nos toca, aseguramos que dicha excepcion es muy marcada respecto de los Cuerpos de Artillería é Ingenieros.

Los testimonios de amistosa consideracion que, cuando viajan por naciones extrañas los individuos de estos Cuerpos, reciben de los militares ilustrados de todos los países, y las distinciones muy particulares que algunos de aquellos han merecido de personajes sábios é ilustres, son pruebas de nuestro aserto, pero aun lo es mayor el conocimiento que se tiene fuera de España de lo que se escribe por los Oficiales de los Cuerpos facultativos citados.

No pocos de estos escritos, publicados últimamente, ya sueltos, ya en las revistas tituladas *Memorial de Artillería* y *Memorial de Ingenieros*, han sido traducidos al francés, aleman é italiano (1); y nos consta positivamente que si no se han traducido á estos dos últimos ó á otros idiomas varias obras publicadas únicamente en lengua francesa, es por hacerlo innecesario el conocimiento que de esta y de los libros notables que en ella se publican, tienen hoy todos los militares instruidos, cualquiera que sea su nacionalidad.

No vamos á ocuparnos de todas estas traducciones, aunque

(1) Solamante en los años 1868 y 1869 han sido traducidos á uno ó más idiomas, ocho de las producciones referidas. Creemos no haya sucedido otro tanto en ninguno de los demás ramos de las ciencias ó artes.

no dejaria de ser curioso el analizarlas, comparándolas con las obras originales. Nuestro propósito se reduce á tratar solo de una de estas, que justamente ha merecido los honores de verse traducida en dos idiomas, y es la que en 1868 publicó el Coronel D. Emilio Bernaldez, Teniente Coronel de Ingenieros, titulada: *Noticia sobre la gran defensa*, en la cual, como saben los lectores del *Memorial*, analiza y extracta la que publicó en Méjico hace 126 años nuestro Ingeniero D. Félix Prosperi, exponiendo un nuevo sistema de fortificacion, que viene á ser el llamado poligonal, considerado hoy como el mejor, pero cuyo mayor conocimiento y boga se debió á la obra del General Marqués de Montalembert, publicada 33 años despues que la de Prosperi.

Ya el Coronel Bernaldez, en el prólogo de la *Noticia sobre la gran defensa*, habló del efecto que hizo en el extranjero la ligera idea del libro y sistema de Prosperi, que dió en otra de sus obras, *La fortificacion moderna* (1). Era pues natural que su nueva publicacion escitase mayor interés y así ha sucedido en efecto.

En cuanto fué conocida en Francia y en Italia, tuvo el autor peticiones de ambos países para su traduccion, las cuales otorgó inmediata y graciosamente; y un jefe militar francés, escritor de acreditada reputacion, le escribia felicitándole cordialmente y asegurándole por su parte y por la de otros escritores militares, no franceses, con quienes estaba en relaciones, que la memoria de Prosperi se veria vindicada en las obras importantes sobre fortificacion, que se publicáran en lo sucesivo. No nos creemos autorizados para insertar dicha expresiva carta, pero no podemos menos de copiar el párrafo siguiente, llamando sobre él la atencion: *He leido con cuidado vuestra interesante «Noticia», y os felicito cordialmente por ella. Ese pobre Prosperi es efectivamente un precursor de Montalembert y habeis obrado*

(1) Véase el *Memorial de Ingenieros*, tomo XV.

lealmente, restituyéndole la prioridad del invento..... Proclamando su nombre, habeis reparado el injusto olvido del siglo último.....

Frases son estas muy significativas, cuando el que las escribe es un compatriota de Montalembert, de talento y vasta instruccion, que ocupa un elevado puesto en el ejército francés y que está justamente orgulloso con las glorias é ilustraciones militares de su país.

Otro aventajado oficial del ejército italiano, al pedir galantemente al Coronel Bernaldez su autorizacion para traducir su obra al hermoso idioma de su pátria, le escribe: *La Italia debe exclusivamente á V. S. I. el poder ahora compartir con la España la póstuma gloria del precursor de Montalembert*, y esta asercion la ratifica aun más en el prólogo de su traduccion, de que luego nos ocuparemos.

Reconocido así en naciones distintas de las más importantes y sin que nadie lo haya contradicho, el hecho de que nuestro ilustre Prosperi fué el precursor de Montalembert, no hemos podido menos de sentir que en el importante *Tratado sobre la fortificacion poligonal*, publicado por el Coronel belga Brialmont, en el año último y varios meses despues de ser conocida en Europa la *Noticia* sobre la obra de Prosperi, no se mencione á este autor ni á su sistema, á pesar de que él mismo en una de sus anteriores publicaciones, titulada *Estudios sobre la defensa de los Estados*, al hablar de la historia de la misma fortificacion, ponia el siguiente párrafo, citado ya por el Coronel Bernáldez: «El primero que propuso un frente rectilíneo con baterías flanqueantes en la capital del frente, fué Montalembert; sin embargo, la idea madre de este trazado se encuentra en una obra anterior en unos 30 años, publicada en Méjico por el Teniente Coronel de Ingenieros español, Felix Prosperi, *cuya existencia ignoraba Montalembert.*»

Aquí no se pone en duda que nuestro Prosperi fué el primero que propuso el trazado poligonal y en cuanto á la asercion de

que su obra fuese desconocida de Montalembert, no sabemos en qué pueda fundarse.

Conocidas son las íntimas relaciones de Francia con España desde el advenimiento de la casa de Borbon al trono de la última de estas naciones. Los funcionarios y aventureros franceses invadieron la Península, como dos siglos antes lo habian hecho los flamencos; nuestros ejércitos pelearon unidos á los de Francia en varias épocas, y si las relaciones oficiales entre las Córtes se enfriaron en varias ocasiones y aun se rompieron por breve plazo en 1719, para llegar á ser más íntimas que nunca en 1761, con el malhadado pacto de familia, las conexiones entre los particulares no se interrumpieron y fueron sobre todo estrechamente cordiales entre los escritores y literatos de ambos países, de lo que podríamos citar muchos ejemplos.

El Cuerpo de Ingenieros español, reorganizado á la francesa en 1711, durante la guerra de sucesion, admitió en su seno, tanto en dicha época, como en otras posteriores, á muchos Oficiales del Cuerpo de Ingenieros francés y cuando Prosperi daba á luz su obra (dedicada al Rey francés Felipe V), estaba aun al frente de nuestro Cuerpo el Capitan General D. Jorge Prospero de Verboon, primer Ingeniero General, de origen francés, aunque militar español desde el siglo anterior.

Por las cartas que de Prosperi se conservan, sabemos que cuando publicó su obra remitió á Europa algunos ejemplares, dedicados á varios de sus jefes y compañeros y debe presumirse que á su regreso en 1753, trajera consigo el resto de la edicion ó por lo menos un cierto número de ejemplares, que naturalmente trataria de dar á conocer todo lo posible en su destino de Zaragoza y despues en su retiro de Italia; á lo cual tal vez se deba el que los ejemplares de su obra que hoy poseemos, no sean tan escasos como presumia el Coronel Bernaldez y como debia esperarse respecto de un libro mal apreciado por sus contemporáneos competentes,

y considerado por lo tanto como inútil ó poco menos (1).

La *Biblioteca Militar Española* publicada en 1760 por D. Vicente Garcia de la Huerta, hace mencion de *La Gran Defensa* (página 114) y sabido es que esta obra, aunque defectuosa y por demás sucinta, llenó un vacio y fué por lo tanto muy conocida desde su publicacion. Tambien se cita á Prosperi en el catálogo de libros militares que el General D. Pedro de Lucuce pone al principio de su conocida obra *Principios de Fortificacion*, impresa en Barcelona en 1772.

Dadas todas estas circunstancias, no solamente parece posible, sino más que probable, que algunos ejemplares de *La Gran Defensa* pasasen los Pirineos; que pudieran conocerla los militares franceses instruidos, poco despues que los españoles y que, aunque mal apreciada por la mayoría y sobre todo por los Ingenieros de ambos países, unánimes *entonces* en considerar inreemplazable el sistema abaluartado, llamase la atencion de Montalembert, tan dedicado á estos estudios, sobre los defectos de dicho sistema, ó bien confirmára sus ideas, si las tenia ya y le hicieran fijarse en las ventajas del sistema llamado poligonal.

Prosperi publicó su obra en 1744; Montalembert empezó á dar á luz la suya treinta y dos años más tarde, pues el tomo primero apareció en 1776, el segundo en que trataba ya de la fortificacion poligonal en 1777, y los siguientes en los años sucesivos. Cierto es que Montalembert manifiesta en el prólogo de su primer tomo, que en 1761 imprimió un programa de la obra, al cual no siguió la publicacion de esta, por indicacion del ministro Duque de Choiseul y cierto es tambien que en el mismo año 1761 construyó aquel, segun sus ideas, las fortificaciones de la isla de Oleron; pero aunque dicho programa (que no hemos podido consultar) fuese un índice exacto de la publi-

(1) Sin haber hecho investigaciones expresas, tenemos noticia de nueve ejemplares, existentes en la Biblioteca Nacional, en las del Ministerio de Fomento, Museo y Academia de Ingenieros y las particulares de los Sres. Gayangos y Mariátegni.

cacion comenzada catorce años despues, hecho que es muy dudoso, y aunque los atrincheramientos de Oleron hubiesen sido permanentes y de importancia suficiente para hacer presagiar un nuevo sistema de fortificacion, hay que tener en cuenta que en 1761 hacia ya diez y siete años que Prosperi habia hecho conocer su sistema.

Zastrow, que no conoció la obra de Prosperi, dice en su notable *Historia de la fortificacion permanente* (1), que lo que hizo pensar á Montalembert en las ventajas del sistema poligonal sobre el abaluartado, no fué probablemente el cuadrado de Alberto Durero, sino más bien las proposiciones del Ingeniero francés Filey; pero como este autor publicó su obra en 1746, dos años despues que Prosperi la suya y la segunda edicion perfeccionada en 1762, creemos que á haber conocido Zastrow *La Gran Defensa*, hubiera modificado su opinion y hecho á su autor la debida justicia.

Sin avanzar más en el terreno de las probabilidades, hasta obtener datos que nos permitan salir de él, creemos que de lo dicho puede deducirse la probabilidad de que Montalembert conociera la obra de Prosperi y que es aventurado asegurar que no la conoció.

Pero supongamos que esto último fuera cierto y prescindamos para ello tambien de las analogías que se notan entre *La Gran Defensa* y *La Fortification Perpendiculaire*, ¿sería por esto Montalembert el que primero propuso el sistema de fortificar con frentes rectos, flanqueados por caponeras en el centro?... no, y el Sr. Brialmont, en el párrafo antes citado, no puede menos de confesarlo, pues que no hay que tomar en cuenta las simples tentativas del cuadrado de Alberto Durero y del baluarte central de Rimpler, que dejeneró luego en el sistema atenazado. Prosperi fué el que primero ideó aquel adelanto, señalándole sin vacilar como el más conveniente entre todos los trazados y no

(1) Traduccion francesa por la Barre Duparc.—Ed. de 1849—Tom. 2.° pág. 147.

proponiendo varios para que se escogiese el que mejor pareciera, que fué lo que hizo Montalembert. A este le cegaba sin duda el ódio al sistema abaluartado, pero aquel consideró la cuestion más serena y desapasionadamente. Y ¡qué diferencia entre los recursos, desahogo y posicion de uno y otro!... Si nuestro Ingeniero hubiera contado con los que tenia Montalembert, si hubiera sido estimulado y atendido, ¿qué no podria haberse esperado de su talento, de su inventiva y de su buen sentido práctico?...

Se confiesa generalmente que Rimpler fué el precursor de Montalembert, respecto del sistema atenazado y antes de conocer la obra de Prosperi, el más notable historiador de la fortificacion, suponia que Filey, posterior á Prosperi, fué el que llamó la atencion de aquel sobre el sistema poligonal; por lo tanto nos parece justo que conocida y juzgada *La Gran Defensa*, se considere á su autor, siquiera á la par de Rimpler y de Filey, y que, aun sin tener en cuenta sus demás luminosas ideas, no apreciadas en su tiempo y hoy admitidas, por lo menos no se le quiera escatimar la gloria de iniciador de un sistema, cuya primera idea, determinada y formal, le pertenece sin duda alguna.

Esta tendencia contraria á la fama de Prosperi, es la que parece deducirse de la última obra del Coronel Brialmont, pues habiendo reconocido el derecho de aquel en otro libro en el que solo secundariamente trataba de estas cuestiones, omite hasta su nombre en un tratado dedicado especialmente á la fortificacion poligonal y en el que, sea dicho de paso, hace repetida y honrosa mencion de otra notable obra española (1).

La contradiccion que denunciamos, es para la obra del Coronel Brialmont un defecto notable y de comprobacion fácil, que por lo mismo no puede perjudicar á la reputacion reivindicada

(1) *La Fortificacion en* 1867, por el Coronel de Ingenieros D. Angel Rodriguez de Quijano y Arroquia.—Un tomo.—Madrid, 1868.—Traducido al francés en el mismo año.

de D. Felix Prosperi, en el concepto de las personas ilustradas é imparciales y mucho menos en el juicio de la posteridad.

Dos palabras sobre las traducciones de la *Noticia sobre La Gran Defensa.*

La francesa, hecha por el Teniente de navío F. X. Franquet, se publicó en 1869 en el *Journal des sciencies militaires* y despues aparte, formando un folleto en 4.°, con 73 páginas y 5 láminas, las mismas que el original.

La traduccion italiana, es debida al Capitan Benedetto Plebani, colaborador de la *Revista militare Italiane,* en cuyo periódico se publicó primero y despues tambien como folleto, en 4.° con 52 páginas y 5 láminas: la version, hecha con acierto, está adicionada con varias curiosas notas y precedida de un prólogo que, puesto en castellano, dice así:

«He aquí una obra de mérito á la cual se haria mucha injusticia calificándola de olvidada, pues á lo que parece jamás fué conocida.=¡Pobre Prosperi! ¿De qué te sirvió la espléndida edicion in-folio que hiciste en Méjico en 1744, si no lograste que uno solo de los grandes catálogos de libros de fortificacion se haya dignado despues acoger tu nombre ni el título de tu obra? (1)

«Al preguntarme cuál ha podido ser el motivo de tanta contrariedad de la fortuna, no dudo en responder que está en la notable diferencia entre las ideas de Prosperi y las de los Ingenieros de su tiempo; así como la semejanza de las mismas con las de los Ingenieros de hoy, me explica el fenómeno de que se presenten ahora su nombre con orgullo y su obra con honor. *La Gran Defensa* puede considerarse como un libro imperecedero (*irreperibile*); y por esto los que cultivan la arquitectura militar, deben estar agradecidos al Sr. Coronel Bernaldez (el

(1) Ya hemos dicho que en el catálogo español de Garcia de la Huerta y en los *Principios de Fortificacion* del General Lacuce, es citada la obra de Prosperi, aunque con los errores en ambas publicaciones, de llamar á aquel *D. Felipe* y de poner 1747 en vez de 1744, como fecha de la edicion.

distinguido autor de *La fortificacion moderna* y de la *Descripcion de la plaza de Amberes*), por haber sido el primero que ha vuelto á la vida á un escritor que en la historia de la fortificacion poligonal, tomará de hoy más la precedencia sobre Montalembert. Los italianos además, estamos aun más obligados al Coronel Bernaldez, toda vez que en el descubrimiento casi pompeyano que ha hecho, se trata de la obra de un compatriota nuestro; de uno de aquellos grandes ingenios que en tiempos pasados y por las infelices condiciones de la pátria, tenian que buscar en tierra extraña sustento y gloria, para no encontrar con frecuencia más que miseria y desprecio.

«Yo solicité del Coronel Bernaldez el honor de poder traducir en nuestro idioma su exacta *Noticia*, en la persuasion de que esta ocupará en las bibliotecas militares y en las librerías de los estudiosos el puesto que corresponderia á la *Gran Defensa* de Prosperi, hasta que la munificencia nacional piense en hacer, en nuestro idioma, una nueva edicion de aquel insigne monumento de la escuela italiana la cual, en fortificacion, fué verdaderamente la madre de todas las demás. Prosperi ha sido para Montalembert, lo que De Marchi fué para Vauban y con razon decia nuestro gran arquitecto militar, Carlos Borgo de Vicenza: «yo no me caso con ningun sistema, ó por mejor decir, como italiano, todos los sistemas los considero como mios (1).» En opinion de muchos, pasan hoy por inconciliables los llamados sistemas *Francés* y *Aleman;* pero basta echar una ojeada sobre los planos de nuestro Prosperi, para descubrir al instante con qué poco trabajo podria conseguirse el que se diesen amistosamente la mano y que llegáran á fundirse, por decirlo así, el

(1) *Analisi ed esame ragionato dell arte de la fortificazione é difesa delle piazze.* Venezia, 1777. Entre los sistemas de todas clases recogidos con tanto celo por Zastrow y Brialmont, brillan por su ausencia los de *Borgo*. Y sin embargo, creo que aun podria aprenderse mucho, mucho, en aquel libro inagotable, que siempre será moderno, aun cuando lleguen á emplearse los actuales medios de ataque.

(Nota del Capitan Plebani.)

uno en el otro; de suerte que apenas podria entonces decirse si era la fortificacion abaluartada la que se adornaba con las propiedades de la poligonal, ó vice-versa. Pero hora es ya de que yo deje hablar á Prosperi, por boca de Bernaldez.»

A estas sentidas frases del Capitan Plebani, solo nos permitiremos hacer una observacion, con la que terminaremos nuestro ya cansado artículo.

España no ha sido ingrata para los italianos distinguidos y menos en el último siglo. Entre otros muchos, Alberoni, Grimaldi, Squilace, Juvara, Sachetti, Gravina, Mengs, y hasta Farinelli, pueden dar testimonio de lo contrario y algunos bien á costa de nuestra desgraciada nacion.

Prosperi no alcanzó ciertamente la consideracion que merecia, pero esto fué debido á la profesion que eligió.

La de Ingeniero militar en España, tanto en tiempo de Prosperi, como antes y despues, no conduce á elevados puestos, ni mucho menos sirve para lo que se llama hacer fortuna. Algunos Ingenieros que se separan del Cuerpo suelen prosperar, pero los que permanecen en él, con rarísimas excepciones, solo tienen en su vejez, por mucho que sea su saber y merecimientos, lo que tuvo Prosperi, el mediano pasar que permite una modesta pension de retiro y la tranquilidad que proporciona una conciencia pura.

M. B. A.

MISCELANEA.

Mr. F. de Suzaune ha reunido los distintos artículos que acerca de las armas de guerra publicó últimamente en el periódico francés *La Liberté*, los cuales han constituido un folleto que, con el epígrafe de *Exámen crítico del armamento francés*, acaba de darse á luz en París.

El autor se fija especialmente en las ametralladoras, fusiles y carabinas; describe las armas más notables de dichas clases, ensayadas y adoptadas en los principales ejércitos; las compara con sus análogas del ejército francés, y despues de llamar la atencion hácia la inferioridad de las últimas, con cuyo motivo deplora los enormes é infructuosos gastos realizados por la Francia, indica las que á su entender debieran sustituirlas.

Algo severa quizás la espresada crítica en lo que á la Direccion de Artillería se refiere, puesto que á sus continuos errores atribuye Mr. de Suzaune el que sean inútiles los sacrificios hechos por el país y se haya colocado éste en una situacion desventajosa, abunda, sin embargo, dicho escrito en datos y noticias de bastante interés; dá idea de la forma en que van resolviendo las distintas naciones el importante problema del armamento de sus respectivos ejércitos, y prueba no es la Francia la que marcha á la cabeza en esta trascendental cuestion.

Al interés que escitan siempre esta clase de asuntos, especialmente en los militares, únese el de actualidad, motivado por la actitud agresiva del imperio francés y la posibilidad de un próximo conflicto europeo; razon por la que nos hemos decidido á dar á nuestros lectores aunque solo sea un ligero estracto de algunas de las partes que comprende el estudio practicado por Mr. de Suzaune.

Empieza ocupándose de las ametralladoras, y consigna que á pesar del misterio en que se ha procurado envolver á la francesa que se construye en Meudon, es conocida ya de toda Europa y sabido que consiste en una modificacion de la que se sometió á esperiencias en 1859 en Bélgica, inventada por Mr. Fafschamps, Oficial belga, Capitan del grande ejército é Ingeniero militar de mucho crédito.

Dicha arma no necesitaba más variacion esencial para vencer las dificultades que al principio ofreciera, sino la de reemplazar con un cartucho metálico el de papel, pues este cambio, segun demuestra la esperiencia, es el medio más eficaz de asegurar la obturacion, consiguiéndose además las ventajas de que el nuevo cartucho sea impermeable, fácil de fabricar mecánicamente y de un trasporte seguro, siendo tambien consecuencia inherente de su uso, el que se suprima la aguja como agente de percusion, lo cual permite simplificar notablemente el mecanismo.

Esta marcha fué seguida por el armero belga Mr. Montigny, al que se asoció despues Mr. Christophe, mecánico de Paris, que habia hecho trabajos para Meudon, y ambos, sin gastos exhorbitantes en ensayos las más veces infructuosos, y sin copiar á otros inventores, como ha sucedido en el último de los puntos citados, han obtenido en menos tiempo un éxito más completo, toda vez que no se diferencian únicamente las dos ametralladoras en que la francesa tenga 25 cañones y 37 la de Christophe-Montigny, sino en que el cartucho de la primera no es enteramente metálico como el de la segunda, á pesar de ser un hecho reconocido por la generalidad las incontestables ventajas que este proporciona.

Por eso el autor del folleto considera dudoso cuando menos el éxito de la ametralladora francesa, circunstancia que deplora tanto más, cuanto que dice se trata de un arma que bien construida seria de gran efecto contra infantería desprovista de cañones, ó contra caballería, de la cual constituiria tam-

bien un escelente auxiliar; que prestaria además servicios de grandísimo valor, tanto en la guerra de calles como en el ataque y defensa de caminos, puentes y desfiladeros; y que á causa de ser más móvil que una pieza de campaña, tan fácil de manejar como un fusil de los que se cargan por la culata, y permitiendo lanzar 36 libras de balas en un minuto, no puede menos de considerarse como una poderosa máquina de destruccion que importa poseer y que sea lo más perfeccionada posible.

Prueba del valor que han dado á este invento los distintos gobiernos, es que se han verificado ensayos comparativos con diversas armas de dicha clase hasta en el Japon; que Prusia adoptó ya la de Christophe-Montigny; que Austria pidió á sus Cámaras hace pocos meses el crédito indispensable para construir 100 ametralladoras; y que Inglaterra al saber que una sola de estas armas produjo en el polígono de Braschaet, en un minuto y á 400 metros, mucho más efecto que 12 granadas shrapnell disparadas por cuatro piezas belgas de á 6 que se cargaban por la culata, optó tambien por ella aunque perfeccionándola en cuanto le ha sido dable, mediante la aplicacion del sistema de rayos y bala de plomo endurecido de Metford, con lo que ha logrado tenga una penetracion, tension de trayectoria y precision en el tiro, ciertamente notables, hasta el estremo de que 666 balas lanzadas por otros tantos disparos, dieron todas ellas á distancia de 300 metros en un espacio de $1^{m},50$ de radio; debiéndose tener además en cuenta que siendo la carga de 8^{g} de pólvora y 45 de plomo para un calibre de 44 milímetros, se obtiene un tiro mucho más poderoso que el del fusil.

En las esperiencias practicadas en Woolwich y Viena, se ha probado lo siguiente:

A 720 metros, la separacion máxima de los 37 proyectiles de una sola descarga, es de $1^{m},27$.

A 450 metros, se reduce dicha separacion $0^{m},77$ y continúa decreciendo en igual proporcion que la distancia.

Despues de cada disparo, ó bien de cada salva ó descarga de 37 tiros, es posible dar un ligero movimiento lateral á la ametralladora, de modo que los grupos de balas resulten casi tangentes entre sí; propiedad que utilizada contra las líneas ó masas de tropas, ocasionará terribles destrozos.

Pueden consumirse en un minuto todos los cartuchos contenidos en 12 discos ó platillos, ó lo que es lo mismo, disparar 444 proyectiles, que producirán considerable efecto á 800 y 1000 metros; y

Por último, el proyectil de plomo endurecido Metford de que se hace uso en la ametralladora inglesa, atravesó 29 tablas de olmo de ¼ pulgada de espesor cada una, disparando á 55 metros de distancia.

En el informe redactado por el Mayor inglés Mr. Fosbery, al dar cuenta de las esperiencias practicadas en Woolwich, se consignan por tan distinguido Jefe las siguientes conclusiones:

1. La nueva arma es superior en un 300 por 100 al menos, á la esperimentada en Braschaet.

2. Dicho resultado es debido á la adopcion del sistema de rayado y proyectil de Mr. Metford.

3. Un shrapnell lanzado por un cañon rayado de campaña, no produce á las mismas distancias que la ametralladora más que 20 fragmentos eficaces, término medio.

4. Con un cañon de campaña no pueden hacerse sino cinco disparos en cada dos minutos.

5. Solo puede lanzar, por consiguiente, en cada minuto 50 proyectiles ó fragmentos eficaces ó 400 una batería de ocho piezas.

6. El cañon de campaña pesa de 800 á 900 libras, y los 20 fragmentos eficaces representan únicamente la mitad del peso del shrapnell con que se cargó la pieza.

7. Se pierde, por consiguiente, la mitad de la fuerza que desarrolla la carga de pólvora.

8. Cada shrapnell requiere una espoleta costosa, cuyo ajuste

exige tiempo y cuidado, y si por defecto de construccion ú otra cualquier causa no tiene lugar la esplosion, su efecto queda reducido al de un solo proyectil.

9. Con la ametralladora marchan los proyectiles siempre separados desde el punto de partida al de llegada.

10. Arroja 444 proyectiles por minuto en vez de 50.

11. Dicha arma pesa 400 libras y hace que se utilice por completo la total carga de pólvora y plomo.

12. Se evita la incertidumbre inherente al uso de espoletas y se economiza el gasto que estas ocasionan.

13. Una batería de ocho ametralladoras lanzará 3.552 proyectiles por minuto sobre una columna de ataque, y aun cuando emprenda esta la marcha á 800 ó 900 metros de aquella, será muy difícil, quizás imposible, que la continúe á poco de haberse separado del punto de partida; y

14. La esperiencia demuestra no es posible detener á las columnas de infantería con solo el fuego de los cañones rayados de campaña. Quizás pueda conseguirse con ametralladoras bien servidas.

A estos datos pueden agregarse todavía los obtenidos en las esperiencias definitivas de Viena, en las cuales se ha comparado la ametralladora Christophe-Montigny con la americana denominada *Batería Gatling*. Se han disparado con la primera 35.000 tiros, y aun despues de haberla dejado espuesta largo tiempo á la intemperie, de conducirla por los peores caminos que existen á las inmediaciones de Viena y de estar cubierta de lodo y orin, se hicieron con ella el 15 de Diciembre descargas de 444 á 481 tiros por minuto, obteniéndose un 90 por 100 de blancos á distancia de 900 pasos, sin que se observase la menor descomposicion ni aun entorpecimiento en el mecanismo.

La batería Gatling no produjo resultados tan lisonjeros, y habiéndose inutilizado en la última prueba del 15 hasta el punto de quedar paralizada y no poder funcionar á causa de haberse roto un estractor, quedó desechada.

La ametralladora Christophe-Montigny, que parece adoptada por Austria, no tiene como la inglesa el rayado Melford, á fin de usar el mismo cartucho metálico de que se sirve la infantería. Sin duda han creido que los inconvenientes á que dará lugar el empleo de un cartucho tan débil para arma de esa especie, quedarán compensados por la inapreciable ventaja de no tener más que un solo cartucho; pero ¿confirmará este aserto la esperiencia?

En cuanto á las armas portátiles, parece ser que la Francia no se ocupó de hacer rayar sus antiguos y toscos fusiles hasta la víspera de la campaña de Italia, con lo que resultaron inferiores á los que usaban los demás ejércitos europeos, y hubo de ordenarse en 1864 el estudio de un arma de pequeño calibre que se cargase por la culata.

El Depósito central de Artillería optó desde luego por modificar un mosqueton que para caballería habia presentado antiguamente un jóven obrero militar llamado Mr. Chassepot, en cuya arma se verificaba la obturacion por una roldana de caoutchouc, idea nueva, de la que se esperaba mucho.

El comité de Artillería, presidido entonces por el actual ministro de la Guerrra, adoptó por todos los votos menos uno, el fusil Chassepot que denominó *fusil modelo de* 1866, siendo el voto contrario el del autorizado General Bentzman, antiguo presidente de la Comision de Vincennes, cuya oposicion quedó en breve justificada por la esperiencia, pues ésta ha hecho ver lo siguiente:

El obturador no es utilizable en manera alguna, á causa de que lo atacan no solo la grasa sino los cambios atmosféricos, cuya última circunstancia impide vencer la dificultad, llevando otro obturador de respeto.

La aguja es en estremo frágil.

El muelle empleado como propulsor, es inaceptable; porque la accion atmosférica basta para hacerlo estallar ó para aflojarlo en términos que falte el arma.

Dichas faltas son debidas tambien con frecuencia al escesivo rozamiento entre piezas de distinto temple y á la rotura de otras, ocurriendo además numerosos disparos involuntarios con peligro del tirador y de los que á él se hallan próximos.

La seda que envuelve al cartucho, no desaparece ni se consume por completo.

No se estrae la cápsula y esto motiva que se convierta á menudo en proyectil, con perjuicio de los soldados del mismo cuerpo y hasta del enemigo si se halla próximo, pues le envenenará las heridas.

La estrema sensibilidad que hay precision de dar al fulminante para que la aguja baste á inflamarle, es causa probada de inseguridad en los talleres y trasportes.

Los cartuchos originan tambien frecuentes faltas del arma, pues en cuanto permanecen algun tiempo en las cartucheras se deforman y producen dicho resultado, sucediendo lo mismo en cuanto se les somete á los vaivenes de los furgones; son además permeables y hallándose el fulminato en contacto con el cobre de la cápsula y la pólvora, se deterioran rápidamente; á todo lo que se une, que son los más caros de cuantos cartuchos de guerra se conocen, á causa de su fábricacion estremadamente complicada, lenta y difícil.

Disparando contra un objeto á 1000 metros de distancia, el punto más alto de la trayectoria está á 21 metros y á 2 cuando la distancia es de 400.

En el fusil Chassepot ó modelo de 1866 de que nos ocupamos, $5^g,50$ de pólvora imprimen á un proyectil de 24^g una velocidad inicial poco menor que la que alcanza el mismo proyectil con una carga de 4^g en un arma de igual calibre pero bien construida; resultando por tanto una pérdida efectiva en el Chassepot de un 30 por 100 de la carga.

En cuanto á su precision, es menor que la de cualquier otra arma en las mismas condiciones de carga y calibre.

El aspecto interior no es malo, siendo además ligero y has-

ta elegante; pero su manejo es incómodo y la prolongada presion que hay que ejercer en el disparador, hace que no se sepa nunca cuándo tendrá lugar la esplosion.

A estos defectos hay que agregar otros de fabricacion que seria enojoso detallar; pero basta lo espuesto para comprender por qué ha sido desechado el fusil reglamentario francés, ó fusil Chassepot, en cuantas partes ha sido examinado.

En Wimbledon se presentaron en Julio último armas de 14 sistemas distintos. El fusil Henry-Martini obtuvo el primer lugar con 127 puntos en 44 tiros. El fusil francés modelo de 1866, ocupó el décimo cuarto y último, con 50 puntos en 30 tiros.

Tal es el arma que ha costado á Francia 160 millones de francos, siendo este resultado tanto más sensible, cuanto que existen modificaciones en las que se han hecho desaparecer casi todos los defectos antes mencionados; pero que un esclusivismo exagerado no ha consentido se haga de ellas ni el más ligero exámen.

Entre otras de las espresadas modificaciones merece citarse la carabina Chassepot-Carter-Edwards, cuya arma es de una precision tal, que en el concurso celebrado en Wimbledon en Julio del 68, se pusieron á 450 metros 44 balas en un blanco de $1^{m},80$ de lado, de 46 que en tres minutos se dispararon con dicha arma.

No obstante la sistemática oposicion á utilizar el antiguo armamento por medio de una trasformacion conveniente, la alarma del Luxemburgo obligó á desistir de tan injustificable empeño en 1867; pero motivos análogos á los que decidieron la adopcion del Chassepot indujeron á preferir un sistema que parece ser obra esclusiva de un Oficial de Artillería á cuyo exámen sometieron sus distintos modelos inventores demasiado cándidos.

Dicho sistema no ha querido ser otra cosa, segun revela su exámen, sino una imitacion del tan generalizado de Snider, pero no es posible esplicarse cómo ha podido conseguir la fal-

sificacion oficial que la escelente trasformacion del nombre de aquel autor dé por resultado el indescriptible fusil de caja *fusil á Tabatière*. El que desee aprender sin embargo la manera de echar á perder un armamento y cómo puede conseguirse que un fusil que cuando se cargaba por la boca permitia hacer dos disparos por minuto, al convertirse en otro llamado de tiro rápido no pueda dispararse de ningun modo y haya que descargarlo por la culata, no tiene que hacer más sino conseguir del Sr. Almirante Rigault de Genouilly el que le facilite los informes que acerca de dicha arma le fueron entregados por su colega el de la Guerra; informes que llenan los archivos de la Marina, así como los fusiles á que se refieren, y que han sido desechados en los buques, están abarrotando los arsenales de Cherbourg, Brest y Toulon.

Lo que forzosamente debe hacer la Fancia segun Mr. Suzaune si ha de evitar costosisimos descalabros á su ejército, se reduce á dar á los artilleros un cañon de campaña que sea cuatro veces mejor que el cañon francés; un fusil de largo alcance á los tiradores que á 1200 metros dé mejores resultados que el Chassepot á 400; un fusil repetidor á la infantería que á 500 metros ponga las balas en un espacio de un metro cuadrado y que dispare dos tiros por segundo, y por último, dotar al ejército de ametralladoras que á 1000 metros pongan en un minuto 400 balas en el blanco.

Las armas que llenan dichas condiciones son todas conocidas, y se denominan:

El cañon de campaña Whitworth.

El fusil Henry-Martini.

El fusil repetidor Winchester.

La ametralladora Christophe-Montigny-Metford, y en fin, adoptar lo que es á no dudar mucho más terrible que todas estas maravillosas máquinas, la bala esplosiva.

Madrid, 15 de Julio de 1870. J. J. M.

CAPERUZA DE CHIMENEA DE JACKSON. (1)

La figura representa una caperuza de chimenea construida segun creemos por Mr. W. J. Scott de Wycliffe-Terrace Wandsworth-road. Su descripcion es como sigue: La figura 1.ª es una vista y la 2.ª el plano de esta caperuza. En las seis caras del prisma general que la constituye hay puertecillas señaladas en las figuras con la letra *a*, y cada puertecilla va unida á la que corresponde á la cara opuesta por una varilla *b*, de longitud tal, que al cerrarse una de dichas puertas se abra la otra. De aquí que cuando el viento hiera sobre una parte de la caperuza, cerrará las puertas correspondientes á la misma sin contribuir á rechazar el humo al interior, y abriéndose las opuestas conseguirá este una fácil salida.

EL ARITMÓMETRO.

Aquellos de nuestros lectores que tengan que ejecutar con frecuencia cálculos aritméticos, conocerán sin duda en su mayor parte ó habrán oido hablar cuando menos del instrumento cuyo nombre sirve de epígrafe á este artículo, inventado por Mr. Thomas de Colmar para realizar dichas operaciones. Mas no por esto creemos que carecerán de interés algunas observaciones acerca de su construccion y manejo, con tanto más motivo, cuanto que dicho instrumento se ha perfeccionado mucho en los últimos años, llegando á ser su mecanismo tan sencillo como fuerte y muy reducido su tamaño, pues el ejem-

(1) *The Engineer*, 28 Enero 1870.

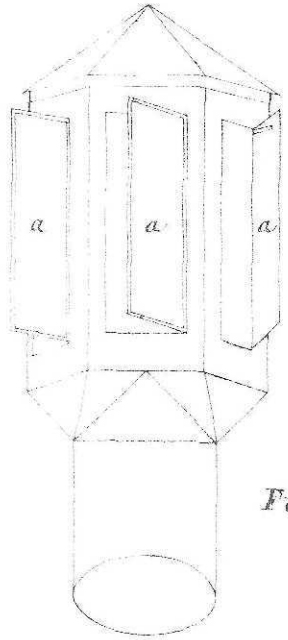


Fig. 1.

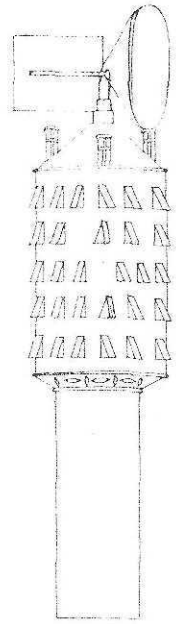


Fig. 3.

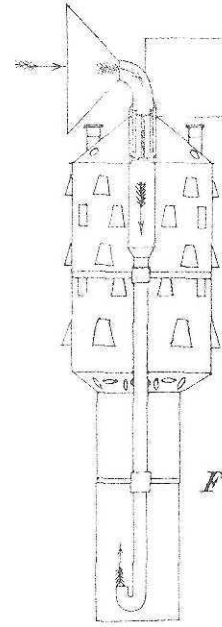
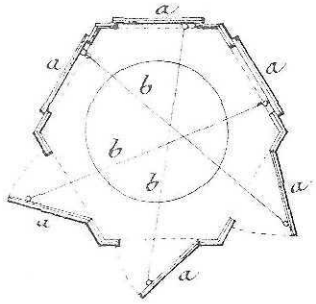
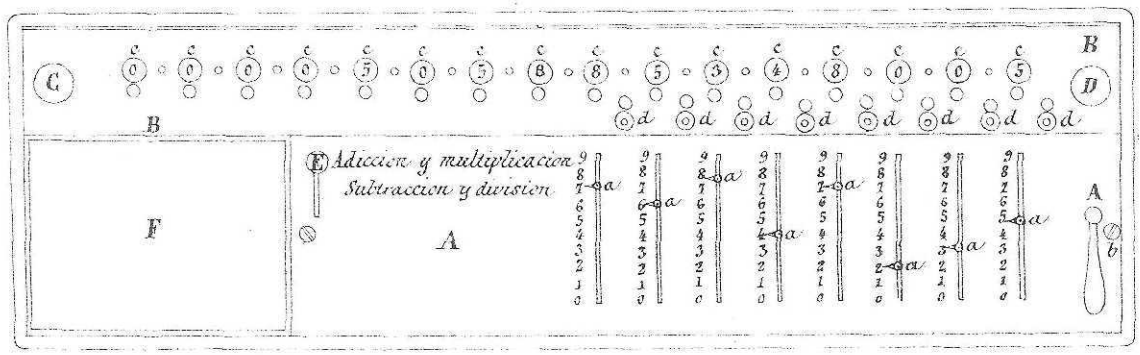


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 2.





plar que tenemos á la vista, y vamos á describir, mide únicamente 55 centímetros de largo, 16 de ancho y 9 de grueso.

Para que pueda formarse idea de la gran economía de tiempo que proporciona el uso del mencionado instrumento, solo diremos, que un número de 8 cifras puede multiplicarse en 18 segundos por otro que contenga igual número de cifras ó sean decenas de *millar*; uno de 16 cifras se divide por otro de 8 en 20 segundos, y en menos de 2 minutos se estrae la raiz cuadrada de una cantidad de 16 cifras y hasta se hace la prueba para asegurarse de la exactitud del resultado.

Como es de suponer, se halla en uso el mencionado instrumento en las oficinas del Gobierno, en los observatorios, en la mayor parte de las oficinas de seguros, en muchas de ingenieros civiles, contratistas, comerciantes, etc., etc.

El dibujo que se acompaña es la vista de la cara superior de un aritmómetro, en el que se ha suprimido la tapa corredera de la caja que lo contiene.

Se compone principalmente de una plancha de bronce *A*, en la que, como se ve, hay ocho ranuras; debajo de ellas están montados otros tantos tambores, teniendo cada uno nueve dientes prolongados, cuya longitud decrece progresivamente; sobre cada tambor, y entre él y la ranura correspondiente, se halla un eje de seccion cuadrada, por el cual resbala un piñon que ha de engranar con un número determinado de los dientes del tambor. El resbalamiento de cada uno de dichos piñones se verifica por medio de un boton *a*, para lo que hay uno en cada ranura, y como las cifras contiguas á estas señalan la posicion exacta que deben ocupar aquellos, cualquiera que sea la operacion que se intente realizar, no habrá que vencer la más ligera dificultad para llegar al resultado.

Los tambores dentados se enlazan por medio de ruedas en ángulo con un árbol horizontal que á su vez lo está por medio de un engranaje semejante con un eje vertical, al que imprime movimiento de rotacion el manubrio *b*, que es el que hace

funcionar el instrumento. *B* es una plancha movible de bronce que puede girar y resbalar sobre una barra cilíndrica unida por goznes á la cara posterior: en la espresada plancha hay 16 taladros *O*, bajo cada uno de los que, se halla un disco movible, conteniendo los números desde 0 á 9 y dispuestos de manera que una cifra de cada disco puede aparecer en su correspondiente taladro. Dichos discos llevan ruedas en ángulo que engranan con otras pertenecientes á los ejes de seccion cuadrada antes citados.

La plancha movible *B* contiene además los taladros *d* bajo los cuales existen tambien otros discos numerados de 0 á 9, los cuales sirven para indicar el número de vueltas que ha de darse al manubrio á fin de obtener el cociente en la division ó para espresar el multiplicador en la multiplicacion.

Los botones *C* y *D* sirven para hacer que sean ceros las cifras que aparezcan bajo los taladros *c* y *d* al empezar una operacion, y el boton *E* para disponer el instrumento en la forma conveniente, segun se intente sumar y multiplicar ó restar y dividir; *F* es una pequeña pizarra para las anotaciones que se estimen necesarias.

Antes de detallar más el modo de funcionar del aparato, observaremos que si el boton *E* está colocado en *adiccion*, cada vuelta del manubrio hará aparecer en los taladros *c* una cantidad que será la suma de la que señalaban estos taladros al empezar el movimiento y la que indican los botones *a*; mientras que si aquel está colocado en *sustraccion*, la misma vuelta hará aparecer la diferencia entre ambas cantidades.

Siendo lo espuesto la parte más esencial y notable que se observa en la construccion del instrumento, pasaremos á dar un ejemplo del modo como opera para multiplicar.

Supongamos que desea hallarse el producto de 76.847.235 por 6.583: márquese el multiplicando en la plancha *A* por medio de los botones *a* segun indica el dibujo; póngase el boton *E* en suma y multiplicacion, y dénse tres vueltas al manubrio *b*

que son las que espresa la cifra de las unidades del multiplicador, con lo que aparecerán tres cantidades en los taladros *c* de la plancha movible *B*, que serán: primero, el multiplicando, luego su duplo y por último, el primer producto parcial ó sea 230.541.705. En seguida hay que levantar la mencionada plancha *B* y correrla una cifra, taladro ó estacion á la derecha, ejecutado lo que, se le darán ocho vueltas al manubrio, que son las que espresa la segunda cifra del multiplicador, con lo que aparecerá por último en los taladros *C* la suma del primero y segundo producto parcial; esto es, 6.378.320.505; se mueve otro lugar á la derecha la plancha *B* y se dan cinco vueltas á la manivela, segun marca la tercera cifra del multiplicador, con lo que se obtiene la suma de los tres productos parciales que importan 44.801.938.005, cuyas cifras aparecerán en los taladros *c*, y finalmente, se corre otro lugar más á la derecha la plancha *B* y se le dan á la manivela las seis vueltas que indica la cuarta y última cifra del multiplicador, con lo que el producto total, ó sea 505.885.348.005 aparecerá en los taladros *c* y en los *d* el multiplicador, esto es, 6583.

Por falta de espacio no describimos las operaciones que hay que ejecutar con la máquina para realizar una division, lo cual es tan sencillo como en el ejemplo anterior, llegándose al resultado con casi la misma rapidez; pero se puede ver el instrumento y obtenerse todas las esplicaciones necesarias de Mr. Gilbee en Finsbury South-Street, núm. 4, cuyo señor parece ser el único agente para el aritmómetro en Inglaterra, América y las Colonias.

(*The Engineer*, 20 de Mayo de 1870.)

La revista científica que con el título de *Les Mondes* publica en París el Abate Moigno, inserta en el número correspondiente al día 7 del presente mes, la siguiente descripcion del ventilador inventado por Mr. Damboise-Bénard:

VENTILACION POR ASPIRACION.

Aspirador Damboise-Bénard.

«Todo local constantemente habitado, dice Miguel Lévy, debe ventilarse por un medio artificial; precepto que no deja duda alguna acerca de la insuficiencia de la ventilacion natural, ó sea de la que se verifica por las puertas, ventanas y chimeneas. Trátase, pues, de suplir lo imperfecto de esta última por medio de aparatos más ó menos ingeniosos, dispuestos de manera que en todo tiempo y cualquiera que sean las condiciones esteriores, se renueve el aire en las habitaciones en proporciones rigorosamente determinadas aunque variables segun el objeto que se pretenda conseguir, esto es, sanear, refrescar, activar la combustion, etc.

Dos son los medios principales de ventilacion artificial en uso hoy dia, á saber: por aspiracion y por inyeccion, ofreciendo cada uno de ellos ventajas é inconvenientes; pero no siéndonos dable desarrollar en este escrito las razones que militan en favor de la adopcion del uno y de la esclusion del otro, diremos únicamente que á pesar de reconocer las ventajas del segundo de dichos sistemas, preferimos el primero por ser de una aplicacion en estremo sencilla y fácil, de instalacion poco costosa y de una eficacia más que suficiente cuando se emplean aparatos bien construidos y se establecen de un modo conveniente.

El aspirador de Mr. Damboise-Bénard satisface, en nuestro concepto, bajo el punto de vista especial que nos ocupa, á todas las exigencias de la teoría y de la práctica, siendo al mismo

tiempo su construccion una de las más sencillas, circunstancia que no es ciertamente la de menos mérito.

Se compone esencialmente de dos tubos concéntricos de zinc ó de palastro estañado (*tôle zinguée*), uno de los cuales, muy ancho, de altura y diámetro variables, se adapta directamente á la chimenea cuyo tiro se desea activar; está cerrado por la parte superior y presenta lateralmente un número variable de abertura. El otro, mucho más pequeño, ocupa el eje mayor del primero, y es el tubo sifon, cuya parte superior va provista de una veleta en forma de embudo ó bocina, y la inferior está recodada como se ve en la figura. Dicho segundo tubo gira al rededor de su eje dentro de la chimenea en que se halle colocado, y la pieza que hay detrás del embudo ó bocina obliga á ésta á presentarse siempre directamente al viento.

Una vez conocido el aparato, se comprende fácilmente la manera de funcionar del mismo. El viento se precipita en la bocina, desciende por el tubo eje, sale por la estremidad recodada animado de una fuerza ascensional tanto más considerable, cuanto mayor sea la relacion entre la boca de la bocina y la seccion del tubo, rompe el equilibrio de la columna de aire existente en la chimenea sobre la que está adaptado el aparato y se escapa por las aberturas laterales del tubo esterior ó envolvente, operándose así el tiro automáticamente en cierto modo.

El aparato Damboise-Bénard, fué imaginado en un principio con la sola mira de activar el tiro en las chimeneas, utilizando la fuerza perturbadora que les impide obrar; poco despues, el mismo inventor le ha dado numerosas y útiles aplicaciones. Muchos establecimientos públicos y privados están ya provistos de él, y en los favorabilísimos informes emitidos por varios Jefes de la marina imperial, se asegura que dicho ventilador reemplaza ventajosamente á las mangas de viento para ventilar las calas y sanear los entrepuentes en los buques del Estado.

Su uso en los hospitales está llamado á prestar incontestables servicios, como sucederá tambien en las cárceles ó prisiones, lazaretos, etc.; pero donde se obtendrá un éxito completo será en la ventilacion de los retretes, lavaderos y cocinas.

Nadie ignora cuán defectuosa es la ventilacion de las caballerizas y establos, á pesar de las chimeneas que en ellas se establecen á causa de que el tiro de éstas es siempre insuficiente al objeto; por tanto, hé aquí otra feliz aplicacion que podrá tener el ventilador Damboise.

Los albañales y cloacas, así como todas las industrias insalubres, se podrán ventilar y desinfectar económicamente por medio del aspirador automático, y aplicado para la renovacion del aire en las salas donde se fuma, en los cafés, cervecerías y hasta en las casas particulares, es indudable que atenuará poderosamente los perjudiciales efectos de una atmósfera cargada de humo de tabaco y viciada además por las noches á causa de la combustion de las materias que sirven para el alumbrado.

Inútil nos parece el estendernos más acerca de las distintas aplicaciones que puede tener el aparato de Mr. Damboise, y estimaremos conseguido nuestro fin, si las líneas que preceden contribuyen al éxito de un invento que consideramos como un verdadero beneficio para la humanidad.=Dr. A. Cousin.»

En el mismo número de la mencionada revista, se dice lo siguiente al dar cuenta de la sesion verificada en la Academia de Ciencias el 27 de Junio último:

«Mr. Martin de Brettes da á conocer la manera de determinar el espesor del blindaje de hierro que puede atravesar un proyectil, conocido que sea el peso de éste, su calibre y velocidad de llegada.

Llamando R el rádio del proyectil en decímetros, P su peso,

V la velocidad de llegada, E el espesor en centímetros de la plancha de hierro, g la accion de la gravedad (*l'accélération*), π la relacion de la circunferencia al diámetro, α un coeficiente práctico y que para los proyectiles en uso es 1.100, se obtiene

$$E^2 + \alpha E = \frac{P\,V^2}{20\,g\,\pi\,R^2}, \text{ ó } E^2 + 1.100\,E = \frac{P\,V^2}{20\,g\,\pi\,R^2},$$

cuya fórmula dá resultados que difieren muy poco de los que proporciona la esperiencia, y permite resolver dos cuestiones importantes, que son: 1.° hallar la velocidad con que debe llegar un proyectil dado para que atraviese una plancha de blindaje de espesor conocido, y 2.° determinar el proyectil capaz de atravesar una plancha de blindaje de espesor conocido, dada que sea la velocidad de llegada.»

Madrid, 10 de Julio de 1870.

PARTE OFICIAL.

Orden de 3 de Junio de 1869, sobre pensiones á las viudas y huérfanos de los que mueren en campaña.

El Sr. Subsecretario del Ministerio de la Guerra, con fecha 3 del actual, me dice lo que sigue:

«Excmo. Sr.:=El Sr. Ministro de la Guerra dice con esta fecha al Presidente del Consejo Supremo de la Guerra lo siguiente:=Enterado del espediente promovido acerca de las pensiones que se han de otorgar á las viudas y huérfanos de los militares muertos en accion de guerra ó de sus resultas: Visto lo informado por el Tribunal Supremo de Guerra y Marina y Consejo de Estado en pleno, en sus respectivas acordadas de 13 de Diciembre de 1867 y 7 de Abril último: Vistos los artículos 1.°, 2.° y 6.° del Decreto de las Córtes de 28 de Octubre de 1811, confirmado por la Real órden de 11 de Febrero de 1824: Vistas las leyes de 8 de Julio de 1860 y 25 de Junio de 1864: Considerando que esta última en sus artículos 51 y 52 y sobre todo en la Real órden de 9 de Abril de 1867, aclaratoria de estos, estaban terminantemente dispuestos los derechos que en todos los casos correspondian á las familias de los militares muertos en campaña ó de sus resultas: Considerando que al quedar esta en suspenso, con arreglo á lo mandado en el art. 13 del Decreto expedido por el Ministerio de Hacienda en 22 de Octubre último, se previene circunscribirse á lo prevenido en el Reglamento del Monte-pío militar, y disposiciones anteriores á la referida ley de 1864, segun lo dispuesto en circular de 23 de Abril próximo pasado: Considerando que en Decreto ya referido de 28 de Octubre de 1811, que es el que se aplicaba en los casos de guerra antes de publicarse la ley ya citada de 1864, existen

desigualdades en su aplicacion, como lo es, que á las familias de los Oficiales muertos en funcion de guerra, ó de sus resultas, la pension que se les otorga será la del empleo superior inmediato, siempre que se hubiese casado con derecho á los beneficios del Monte-pío militar, y no teniendo este requisito, la pension que le correspondiera por el último empleo del marido, padre ó hijo respectivamente: y Considerando por último, la conveniencia de dictar una medida general que armonice todos los casos que puedan ocurrir para el señalamiento de pensiones á consecuencia de un hecho de armas, asimismo el empleo que ha de servir de regulador para el referido señalamiento: El Poder Ejecutivo, de conformidad con lo expuesto por el Consejo de Estado en pleno, ha tenido á bien disponer:= 1.° Para las pensiones á las familias de los Generales, Jefes y Oficiales muertos en accion de guerra ó de sus resultas, regirá la Ley de 8 de Julio de 1860.=2.° El empleo que ha de servir de regulador en las pensiones que se señalen con sujecion al art. 5.° de la citada Ley de 8 de Julio de 1860, será el que realmente disfruta el causante al tiempo de recibir la herida que ocasione la muerte.=Y 3.° En el caso de sobrevivir el Jefe ú Oficial herido, los ascensos que obtuviese dentro de los dos años que por el espresado art. 5.° de la misma Ley se fija, para considerar la muerte como resultado de las heridas, no dá á las familias otros derechos que el de elegir entre la pension que por el Monte-pio militar les corresponda por el empleo efectivo de que el causante estuviese en posesion al morir, ó la que le correspondió con arreglo á la tarifa núm. 2.° unida á la expresada Ley, por el empleo tambien efectivo que tenia al tiempo de ser herido.=De órden de dicho Sr. Ministro lo traslado á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes.»

Lo que traslado á V..... para su conocimiento y efectos consiguientes.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 15 de Junio de 1869.=Echagüe.=Sr.....

RELACION *que demuestra el resultado del* 9.°, 10.°, 11.° *y* 12.° *sorteo de libros, planos é instrumentos, correspondientes al año de* 1869, *celebrados en la Academia de Ingenieros el dia* 23 *de Mayo de* 1870.

Número de los lotes...	Número de las acciones premiadas.	ACCIONISTAS. Clases.	ACCIONISTAS. Nombres.	PREMIOS.
1.°	126	Cor.	D. Felipe de la Córte. . .	Gemelos con estuche. Bernaldez: Artillería moderna.
2.°	297	Cap	D. Santiago Moreno. . . .	Brújula con caja. Bernaldez: Artillería moderna.
3.°	181	Cap.	D. Lino Sanchez.	Estuche de matemáticas. Choumara: Fortificacion.
1.°	109	»	Biblioteca de la Isla de Cuba.	Gemelo con cartera. Bernaldez: Artillería moderna.
2.°	28	Alf. A.	D. Vicente Cebollino. . .	Estuche suizo. Choumara: Fortificacion.
3.°	163	T. C.	D. Juan Vidal.	Juego de escalas. Privat: Diccionario gral. de cienc.
1.°	450	»	Comandancia de la Isla de Cuba.	Un meridiano. Bernaldez: Artillería moderna.
2.°	54	Cap.	D. Luciano Miranda . . .	Valdés: Manual del Ingeniero. Privat: Diccionario gral. de cienc.
3.°	76	»	Depósito Topográfico de Aragon.	Estuche de Matemáticas. Choumara: Fortificacion.
1.°	262	Com.	D. Enrique Manchon. . . .	Un barómetro. Bernaldez: Artillería moderna.
2.°	313	Cap.	D. Juan Reyes.	Estuche de matemáticas. Choumara: Fortificacion.
3.°	249	Cor.	D. José M. Aparici. . . .	Valdés: Manual del Ingeniero. Choumara: Fortificacion.

MISCELANEA.

DINAMITA.

Bajo este título, que como sabemos es el nombre de una sustancia esplosiva inventada por el Ingeniero M. A. Nobel, acaba de publicar un trabajo M. Paul Barbe, trabajo cuyo análisis ha sido presentado por M. Brüll á la sociedad de Ingenieros civiles en una nota que vamos á tener el gusto de reproducir.

Espone Mr. Brüll, que la pólvora ordinaria que tiene por base el salitre, es el único agente esplosivo que se emplea hoy dia en Francia en trabajos de minas y canteras, ejecucion de desmontes y túneles, trabajos submarinos y en cuantas aplicaciones lleva á cabo el Cuerpo de Ingenieros del ejército, mientras que en otros muchos paises se sirven al contrario, con gran éxito, de diversas materias esplosivas de un poder muy superior, las cuales emplean en gran escala desde hace mucho tiempo en la práctica comun ó usual, y más esencialmente en todas aquellas circunstancias para las que no basta la fuerza de la pólvora de mina. Cuando se trata, por ejemplo, de practicar una galería en greda ó granito de gran dureza, es á veces tan difícil el hacer los barrenos y tan débil el efecto producido por la pólvora, que suele limitarse el adelanto á dos ó tres metros al mes, y aun quedar reducido á un metro en galerías de mina de cortas dimensiones, y sin embargo, hace ya muchos años que se conocen materias cuyo efecto para quebrantar es tan poderoso, que permiten alcanzar velocidad doble de la que proporciona la pólvora en la mencionada clase de trabajos, reduciendo en más de un tercio su coste.

Si se trata de trabajar en terrenos acuosos, la pólvora francesa es de todo punto insuficiente, hasta el estremo de que en ocasiones hay precision absoluta de paralizar la obra hasta que aquellos están casi desecados, siendo así que se dispone en la actualidad de pólvoras que obran perfectamente en todos los parages incluso debajo del agua, con las cuales se llevan á cabo en el estranjero trabajos á los que tendria que renunciar seguramente un esplotador francés.

Entre las materias esplosivas susceptibles de obrar en terrenos húmedos y que desarrollan una accion mucho más enérgica que la pólvora ordinaria, el folleto á que nos referimos al principio, trata solo del estudio de la *dinamita* inventada hace algunos años por M. Nobel, Ingeniero sueco, al cual se deben trabajos muy notables acerca de los compuestos esplosivos. Para dar á conocer á los Ingenieros franceses las notables propiedades del espresado cuerpo y las ventajas que podrian sacarse de su aplicacion, ha reunido M. Barbe gran número de importantes documentos, procedentes de Inglaterra, Prusia, Austria, Suecia y algunos otros paises.

M. Brüll reasume los principales puntos de que trata el folleto de M. Barbe, en la forma siguiente:

Se obtiene la *dinamita* empapando en nitroglicerina sílice muy dividido. Tiene la consistencia de un polvo pastoso y recuerda el aspecto del azúcar negro. Se la emplea en masas, y más cómodamente en cartuchos de papel. Se obtiene la esplosion por medio de una cápsula fulminante unida á una mecha ordinaria de mina, ó bien por dos hilos metálicos destinados á producir una chispa eléctrica. La *dinamita*, puesta sobre el fuego, se consume sin hacer esplosion. Tampoco la hace aun cuando sufra choques muy violentos, produciéndose, cuando más, una pequeña detonacion local en el punto en que haya tenido lugar el golpe, la cual no se comunica á la masa. La *dinamita* no hace esplosion ni aun puesta en contacto con la llama producida por la pólvora. Solo tiene lugar aquella cuando

se desarrollan al mismo tiempo una presion considerable y una temperatura elevada. La *dinamita* posee una fuerza para quebrantar en estremo notable, y se la valúa en ocho vecés la de la pólvora ordinaria de mina. Su accion es muy rápida y local; basta un pequeño atraque para utilizar toda su fuerza, y aun sin atraque se obtienen efectos muy intensos. Puede mojársela impunemente: conviene con especialidad para trabajos en rocas acuosas ó sumergidas; en dichas aplicaciones sirve de atraque el agua. No produce en los trabajos subterráneos humo perjudicial ni demasiado incómodo. Se emplea en gran escala esta clase de pólvora de mina en Prusia, Austria y en el resto de Alemania, en Suiza, Bélgica, Suecia, Dinamarca, Inglaterra y California. Puede formarse idea de la gran utilidad de dicha pólvora y del importante consumo que se hace de ella en Alemania, por el solo hecho de que en Prusia, no obstante el corto tiempo que hace se conoce la referida sustancia, hay ya cuatro fábricas de *dinamita*, á saber: dos en Colonia, una cerca de Hamburgo y otra en Charlottemburgo. Un invento no se generaliza con tal rapidez, sino cuando brinda grandes ventajas. El trasporte de esta clase de pólvora, se verifica en muchos caminos de hierro: no dá lugar á ningun accidente, ni motiva el más ligero temor. Se trasporta tambien sin inconveniente por cualquiera de los otros medios conocidos. El uso ordinario de esta sustancia en las minas, canteras y trabajos públicos, no presenta dificultad ni peligro. Los resultados industriales realizados por medio de la *dinamita*, son muy ventajosos. Produce una gran economía en toda clase de trabajos y permite ejecutar aquellos que son imposibles bajo el punto de vista económico, suponiendo que solo se contase con la pólvora ordinaria. Las esperiencias practicadas para comprobar la inocuidad de este producto y su gran potencia, han satisfecho siempre hasta á los más incrédulos.

Tales son en estracto las conclusiones á que conduce el exámen de los documentos reunidos por M. Barbe. M. Brüll cree

con el autor que ellas deben dar por resultado el que se ponga á disposicion de los ingenieros y esplotadores franceses ese poderoso medio de accion, del que tan útil partido están sacando desde hace algunos años las naciones vecinas.

(*Cosmos*, 28 de Mayo de 1870.)

NUEVA MATERIA ESPLOSIVA LLAMADA DUALINA.

Acaba de descubrirse este nuevo producto por Mr. Nobert, á quien deben las artes el invento, ó la propagacion al menos, de la nitroglicerina y la invencion de la elgisanuta. El autor le ha dado el nombre de *dualina*. Consiste en una mezcla de nitrato de amoniaco y de serrin de madera muy fino, sobre la cual se hace obrar sulfuro de ázoe. Dícese que no se descompone dicho producto por el contacto accidental de los ácidos, y que ni el frio ni el calor le privan de ninguna de sus propiedades. Cuando no está comprimido, arde al aire libre sin producir esplosion, y al detonar no se desprenden gases nocivos.

(*Mundos*, 18 de Agosto de 1870.)

PARTE OFICIAL.

Orden de 26 de Junio de 1869, aprobando la nueva division territorial para el servicio de Ingenieros.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, en 25 del actual, me dice lo que sigue:

«Excmo Sr.:=En vista de las razones espuestas por V. E. á este Ministerio en su escrito de 14 del actual; S. A. el Regente del Reino se ha servido aprobar el adjunto estado de division territorial para el servicio del Cuerpo de Ingenieros en la Península é Islas adyacentes, el cual deberá empezar á regir desde 1.° de Julio próximo en que comienza el nuevo año económico, sustituyendo al aprobado por Real órden de 8 de Enero de 1843.=De órden de S. A. lo comunico á V. E. para su conocimiento y demás efectos.»

Y yo á V..... con el mismo objeto, teniendo en cuenta las siguientes prevenciones:

1.ª La brigada Topográfica continuará siendo, segun está prevenido en lo referente á contabilidad de los fondos que gasta del Material, una Comandancia de Ingenieros dependiente de la Subinspeccion del Distrito militar en que se halle operando.

2.ª Debiendo empezar á regir la nueva division territorial desde 1.° de Julio, los presupuestos del próximo ejercicio correspondientes á las Comandancias suprimidas, se sumarán á los de la Comandancia ó Comandancias de que aquellas vayan á formar parte.

3.ª Los gastos generales de las Comandancias suprimidas, se sumarán tambien á los de las Comandancias en que aquellas se refundan, cargándose á estos fondos el importe de la traslacion de Archivos, Depósito Topográfico y Movilario.

4.ª En los presupuestos correspondientes al ejercicio de 1870 á 1871, no han de figurar más Comandancias subalternas que las que se incluyen en el adjunto estado.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 26 de Junio de 1869.=Echagüe.=Sr.....

Ministerio de la Guerra.

DIVISION *territorial en Comandancias de Ingenieros, arreglada á Provincias civ*
y al número, situacion é importancia de las plazas, puntos fortificados y edifi
militares que comprenden los respectivos distritos, segun lo dispuesto en órden
esta fecha, modificando la aprobada por Real órden de 8 de Enero de 1843.

Direcciones Subinspecciones y Comandancias exentas.	Comandancias subalternas.	Territorio que corresponde á cada Comandancia subalterna.	Punto de residencia del personal de la Comand
Direccion de Andalucía	Comand.ª de Sevilla.	Provincias de Sevilla, Córdoba y Huelva.	Sevilla.
	— de Cádiz.	Isla Gaditana, comprendiendo todo el terreno pantanoso que la antecede hasta el caño del Alcorconal y Canales, frente al castillo de Santi Petri, que tambien pertenece á esta Comandancia.	Cádiz.
	— del Campo de Gibraltar.	Provincia de Cádiz, menos el territorio designado á la Comandancia de Ingenieros del mismo nombre.	Algeciras.
	— de Badajoz.	Provincias de Badajoz y Cáceres.	Badajoz.
— de Aragon	— de Zaragoza.	Provincias de Zaragoza, Teruel y el territorio de la de Huesca no comprendido en la demarcacion de la Comandancia de Jaca.	Zaragoza.
	— de Jaca.	Plaza de este nombre y zona fronteriza que corresponde á la provincia de Huesca.	Jaca.
— de Baleares	— de Palma.	Islas de Mallorca, Ibiza, Cabrera, Dragonera, Formentera y demás islotes adyacentes.	Palma.
	— de Mahon.	Isla de Menorca y demás islotes adyacentes.	Mahon.
— de Canarias	— de Santa Cruz de Tenerife.	Islas de Tenerife, La Gomera, Palma y Hierro.	Santa Cruz.
	— de Las Palmas.	Islas de la Gran-Canaria, Fuerte-Ventura y Lanzarote	Las Palmas.
— de Castilla la Nueva	— de Madrid.	Provincias de Madrid, Toledo, Segovia y Ciudad-Real.	Madrid.
	— de Guadalajara.	Provincias de Guadalajara y Cuenca.	Guadalajara
— de Castilla la Vieja	— de Valladolid.	Provincias de Valladolid, Avila, Zamora, Palencia, Leon y Oviedo.	Valladolid.
	— de Búrgos.	Provincias de Búrgos, Soria y Logroño.	Búrgos.
	— de Santoña.	Provincia de Santander.	Santoña.
	— de Ciudad-Rodrigo	Provincia de Salamanca.	Ciudad-Rodr
— de Cataluña	— de Barcelona.	Provincia de Barcelona.	Barcelona.
	— de Gerona.	Provincia de Gerona.	Gerona.
	— de Lérida.	Provincia de Lérida.	Lérida.
	— de Tortosa.	Provincia de Tarragona.	Tortosa.
— de Galicia	— de la Coruña.	Provincia de la Coruña, escepto la parte de ella que está á la derecha del rio Eume.	Coruña.
	— del Ferrol.	El resto de la provincia de la Coruña y la provincia de Lugo.	Ferrol.
	— de Vigo.	Provincias de Orense y Pontevedra.	Vigo.
— de Granada	— de Granada.	Provincia de Jaen y de la de Granada la parte Norte que vierte sus aguas hácia los afluentes del Guadalquivir.	Granada.
	— de Málaga.	El resto de la provincia de Granada y las provincias de Málaga y Almería.	Málaga.
	— de Melilla.	Melilla, Peñon, Alhucemas y Chafarinas.	Melilla.
— de Valencia	— de Valencia.	Provincias civiles de Valencia, Alicante, Albacete y Castellon de la Plana y la militar del Maestrazgo.	Valencia.
	— de Cartagena.	Provincia de Murcia.	Cartagena.
— de las Provincias Vascongadas y Navarra	— de Vitoria.	Provincias de Alava y Vizcaya.	Vitoria.
	— de San Sebastian.	Provincia de Guipúzcoa.	San Sebasti
	— de Pamplona.	Provincia de Navarra.	Pamplona.
Comand.ª exenta de Ceuta.	»	La plaza del mismo nombre y terreno esterior hasta la frontera con el imperio Marroquí.	Ceuta.

Madrid, 25 de Junio de 1869.=Prim.=Es copia.

Orden de 15 de julio de 1869, concediendo á los Celadores de Ingenieros, el uso de divisas como las de los Oficiales de Administracion.

El Excmo. Sr. Ministro de la Guerra, con fecha 15 del actual, me dice lo siguiente:

«Excmo. Sr.:=Enterado el Regente del Reino de las razones espuestas por V. E. en su comunicacion de cuatro de Junio último, acerca de las divisas de los Celadores del Cuerpo de su cargo, se ha servido concederles el uso de las adoptadas para el del Administrativo del Ejército, ó sean las serretas de plata y estrellas de ocho puntas en la forma y colocacion que las divisas de los Oficiales del Ejército, segun la graduacion ó categoría de los espresados en sus distintas clases de Celadores de primera, segunda ó tercera clase. De órden de S. A. lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes.»

Lo que traslado á V..... para su conocimiento y demás efectos, en la inteligencia que la única modificacion que debe sufrir el uniforme aprobado es la que marca esta Orden en las divisas, quedando en lo demás subsistente lo prevenido antes.

Dios guarde á V.....muchos años. Madrid, 23 de Julio de 1869.=Echagüe.=Sr.....

Orden de 21 de Octubre de 1869 aprobando una nueva clasificacion y empleo de las pólvoras de guerra, propuesta por la Junta Superior de Artillería.

El Excmo. Sr. Director general de Artillería, con fecha 30 de Noviembre último, me dijo lo siguiente:

«Excmo. Sr.:=Entre los diferentes asuntos que vienen ocupando constantemente la atencion de la Junta Superior Facultiva del Cuerpo, tiene un lugar muy preferente el interesantísimo estudio de las pólvoras de guerra. Aquella corporacion, dirigiendo sus investigaciones con el mayor tino, y ampliando los ilustrados conocimientos que la son propios, ya con espe-

riencias dedicadas esclusivamente á tan importante fin, ó utilizando á la vez las encaminadas á otros objetos, presentó, por último, como resultado de sus trabajos, en su acta número 134, un resúmen nutrido de ciencia, verdadero cuerpo de doctrina, de utilidad suma.

Tal como el problema se planteó y se ha resuelto, podemos gloriarnos de haber obtenido, en cuanto es dable, el máximo efecto impulsor útil sobre el proyectil con el mínimo nocivo contra la pieza. Estas condiciones, que aparecen opuestas, son todavía más difíciles de combinar al tratar de ponerlas en relacion en piezas de tan diversas longitudes, calibres, materias de fabricacion y sistemas como son las que componen el cuadro de nuestra artillería de ordenanza: más la distinguida corporacion encargada de ello, supo dar cima á su cometido con el mayor acierto, dejando resuelta la cuestion en el presente momento histórico, de tal manera, que llenando hoy una necesidad, podrán siempre servir sus trabajos de base segura de investigacion para las exigencias de los tiempos futuros.

Esta Direccion General, apoyándose en el ya mencionado acuerdo número 134, elevó una razonada esposicion al Gobierno de S. A. el Regente del Reino, suplicando la aprobacion de cuanto en aquel se proponia, habiéndose en su consecuencia dictado la órden que en 21 de Octubre próximo pasado me comunica el Excmo. Sr. Ministro de la Guerra y que á seguida se inserta:

«Excmo. Sr.:=Enterado S. A. el Regente del Reino de la comunicacion que V. E. dirigió á este Ministerio en 25 de Agosto último, proponiendo la nueva clasificacion y uso de las pólvoras de guerra que, en acuerdo número 134 y estados que acompañan, hace la Junta Superior de Artillería como resultado de las numerosas esperiencias llevadas á efecto por la citada corporacion, ha tenido á bien prestarle su aprobacion. Al propio tiempo se ha servido autorizar á V. E. segun lo solicita á fin de aumentar el consumo de las pólvoras existentes para

entregar á los Cuerpos de Ingenieros los pedidos que formulen para minas. De órden de S. A. lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes, con inclusion del cuadro de la nueva clasificacion de las pólvoras de guerra.»

Lo que tengo el honor de trasladar á V. E. con inclusion de un ejemplar del acuerdo de la Junta Superior Facultiva y cuadros que á la misma se acompañan, para su conocimiento y efectos oportunos.»

Lo que traslado á V..... con iguales fines, incluyendo un ejemplar de los documentos á que se refiere el preinserto escrito.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 21 de Diciembre de 1869.=Echagüe.=Sr.....

(Documentos que se citan en la Circular anterior.)

Se propone una nueva clasificacion y empleo de las pólvoras DE GUERRA.

Artillería.=Junta Superior Facultativa.=Número 134.=Excmo. Sr.:=La pólvora densa de cañon que por su lenta inflamacion se debe clasificar como inofensiva á las piezas, comparada con la actual de Murcia, es la que en acuerdo de 27 de Noviembre último, número 238, aconsejó á V. E. esta corporacion que se adoptase provisionalmente para todos los cañones y obuses largos, quedando reservada la de cañon de Murcia procedente de los laminadores para los obuses cortos, los morteros y las cargas esplosivas de los proyectiles. Pero en acuerdo de 3 y de 21 de Agosto último, manifestó á V. E. esta corporacion que si bien tal pólvora era de gran efecto en las piezas de 28 centímetros, puesto que la carga de un cuarto del peso de la bala dá 449 metros de velocidad, mientras que igual carga de la pólvora laminada de Murcia, solo dá 416 metros

disminuyendo su efecto útil á medida que disminuia el calibre de la pieza, tal vez en las piezas de campaña seria más conveniente hacer uso de la densa de fusil. Para continuar las esperiencias, solicitó de V. E. se fabricase en Granada esta clase de pólvora, y se remitiese á esta Córte, asi como se la autorizase para construir un tronco de cañon de 8 centímetros rayado, para observar las velocidades de los proyectiles al salir de esta pieza y en el primer cuerpo del cañon. En virtud de las órdenes de V. E. se construyó el tronco de cañon, rellenando el ánima de uno de 8 centímetros con un cilindro de hierro hasta 23 centímetros del plano de la boca, y se le abrió fogon en el nuevo sitio de la carga. Llegada la pólvora densa de fusil procedente de Granada, se empezaron estos estudios el dia 14 de Mayo último, averiguando en el cañon de 8 centímetros largo á cargar por la boca, los pesos de cada una de las tres clases de pólvoras densa-cañon-Granada, densa-fusil-Granada y laminador-cañon-Murcia que producian la misma velocidad. El proyectil era el reglamentario de 4'500 kilógramos con el relleno de arena, igualado para todos los disparos. La densidad de las pólvoras se midió en el densímetro Bianchi llegado últimamente de Paris, el cual acusa densidades inferiores á las que se habian encontrado anteriormente por medio del alcohol. Por el Bianchi tienen: la pólvora-densa-cañon-Granada 1856 kilógramos en metro cúbico densidad específica, la densa-fusil-Granada 1830, la de laminador-cañon-Murcia 1590. Se empleó el aparato Leurs para medir las velocidades, colocando el primer marco á 12 metros de la boca de la pieza y el 2.º á 20 metros del 1.º, con lo que las velocidades encontradas son á 22 metros de la boca de la pieza. Tomando por base la carga de 600 gramos pólvora-densa-cañon-Granada por término medio de cinco disparos, resultó la velocidad de 272 metros, y despues de varios tanteos se encontró que para alcanzar esta misma velocidad bastaban 440 gramos pólvora-densa-fusil-Granada y 385 gramos laminador-cañon-Murcia. Este primer resultado con-

firmó á la Junta en su idea de que la pólvora-densa-cañon-Granada que tan superior en efecto es sobre la de Murcia en las piezas de 28 centímetros á igualdad de peso de la carga, necesita mucha más carga en las de campaña para igualar los efectos de la de Murcia.=Para averiguar su fuerza destructora, se hizo uso de la probeta tronco de cañon rayado de 8 centímetros que se habia construido con este objeto. Las cargas fueron las mismas, quedando el proyectil siempre en igual disposicion, es decir, metido en la probeta hasta 7 centímetros del estremo de la ogiva. Con 600 gramos pólvora-densa-cañon-Granada, la velocidad fué de 87 metros á los 22 metros de la boca de la pieza, con 440 gramos pólvora-densa-fusil-Granada 79 metros á la misma distancia y con 385 gramos pólvora-laminador-cañon-Murcia 107 metros. Quedó, pues, demostrado que á igualdad de efecto útil la pólvora de cañon laminada de Murcia es mucho más viva que las densas de Granada y entre estas, la de fusil, menos viva que la de cañon. Esto segundo parece á primera vista una paradoxa. En dos pólvoras una de grano de cañon y otra de fusil, ambas de la misma densidad, todavía de menor densidad la de fusil que la de cañon, pues que está es de 1856 y aquella de 1830, ¿cómo puede suceder que la de fusil sea de combustion más lenta que la de cañon? Fijando un poco la atencion se comprende que este resultado es muy posible, habiendo en los 600 gramos de pólvora de cañon más superficie en la suma de las de todos sus gramos, que en los 440 gramos de la de fusil. En este caso, en el primer momento de la combustion ha de haber más desarrollo de gases en aquellos que en estos y resultar más viva la pólvora de cañon que la de fusil en una pieza corta. Queda, pues, probado que la pólvora densa de fusil es preferible para las piezas de 8 centímetros á la densa de cañon, y que aumentando las cargas en la proporcion de 385 á 440 se obtendrán iguales velocidades á las que se obtienen ahora con las pólvoras de Murcia, con menos detrimento de las piezas y de los proyectiles. Siguiendo la

comparacion de estas pólvoras en las otras piezas, resultó, que en el cañon de 8 centímetros de montaña, las mismas cargas de 600 gramos pólvora D. C. Granada, 440 gramos pólvora D. F. Granada y 385 gramos pólvora L. C. Murcia han dado las velocidades respectivas de 227 metros, 250 y 258 metros, y 400 gramos de la 2.ª equivalen á 350 gramos de la 3.ª, es decir, que en esta pieza por ser más corta se necesita aumentar algo más la proporcion de las pólvoras densas para igualar el efecto de la de Murcia. En la pieza de 12 centímetros corta rayada la carga de 1500 gramos de pólvora de laminador-cañon-Murcia, dió 328 metros, 1600 gramos pólvora D. F. Granada 330 metros y 1960 gramos pólvora D. C. Granada 324. En la de 14 centímetros rayada nueva pieza proyectada para sitio 2250 gramos pólvora L. C. Murcia dió 329 metros, 2250 gramos pólvora D. F. Granada dió 327 y 2625 gramos pólvora D. C. Granada 324. En las piezas de 12 y de 14 centímetros, segun se ve ya, los efectos útiles de la pólvora de cañon de Murcia y la densa de fusil, casi se igualan y la densa de cañon es tambien de más efecto en proporcion que en las de 8 centímetros. En la de 8 centímetros acero á cargar por la culata 500 gramos pólvora D. F. Granada dieron 350 y 500 gramos pólvora D. F. Murcia habian dado en esperiencias anteriores 333 metros. En la de 8 centímetros bronce cargada por la recámara, 500 gramos pólvora D. F. Granada dieron 336 metros con igual proyectil. Se han probado tambien estas tres pólvoras en el mortero de 32 centímetros montado en las baterías de la Escuela práctica por 48° de elevacion. Con la carga de 2500 gramos y bomba vacía de pólvora D. C. Granada, dió 858 metros de alcance. La D. F. Granada 1202 y la de L. C. Murcia 1715 metros, resultados conformes con el efecto que se debia esperar en arma corta como es el mortero.

Resulta de estas esperiencias que admitida la pólvora densa por inofensiva para todas las piezas de artillería, la de cañon ó sea grano de 2½ á 5 milímetros produce en el cañon de 28

centímetros un efecto superior á la de Murcia, reputada viva por su poca densidad. Que esta misma pólvora disminuye de efecto á medida que disminuye el calibre de la pieza, en términos que en el cañon de 16 centímetros de hierro rayado 3500 gramos D. C. Granada hacen efecto igual á 3000 de L. C. M. ó sea la diferencia 16 por 100; en el cañon de bronce rayado de 14 centímetros es poco mayor la diferencia; en el cañon de 12 centímetros corto rayado la diferencia es de 30 por 100; en el cañon de 8 centímetros de bronce largo rayado cargado por la boca de 55 por 100, y mayor todavia en los de 8 centímetros cortos. Se vé tambien, que el decrecimiento de efecto útil de la pólvora densa á medida que disminuye el calibre de la pieza, es mucho más rápido que en las poco densas, cualidad distintiva de las de basta inflamacion y consecuencia precisa de ser su combustion sucesiva en toda la longitud del cañon desde la recámara hasta la boca. Cuando por consecuencia de las primeras esperiencias hechas por esta Junta el año 1867 se propuso una pólvora densa y más gruesa que la actual para el cañon de 28 centímetros, se observó que salia sin quemar completamente, tanto que quedaban los granos incrustrados en el bastidor de madera en que se miden las velocidades. Por la misma razon la pólvora densa de grano ordinario de cañon quemándose toda en el de 28 centímetros, en el cual produce mayor efecto que en la actual de Murcia, sale en parte sin quemar de las piezas de menor calibre, y por consiguiente de menor longitud, tanto más cuanto más corta es la pieza, y de aquí la necesidad de aumentar las cargas para producir igual efecto. Disminuir la dimension del grano en proporcion con la longitud de la pieza, es la solucion lógica, para evitar inútil consumo de pólvora, haciéndola para cada una de tal grosor que quedará todo el grano quemado al salir el proyectil. Pero produciria confusion en el servicio, y uno de los principios que hay que tener más presente en los artículos de guerra, es la simplificacion; harto complicados son ya por necesidad. Hu-

yendo de este estremo, la Junta pensó desde luego en aplicar á la artillería de campaña la pólvora de fusil densa. Comparada esta pólvora con la de cañon de Murcia, en el cañon de 14 centímetros de bronce rayado se igualan los efectos de la densa-fusil-Granada con la de laminador-cañon-Murcia; en el cañon de 12 centímetros corto de bronce rayado, se necesita emplear de la primera 6 por 100 más; en el cañon de 8 centímetros de bronce largo rayado cargado por la boca 14 por 100 y en el cañon de 8 centímetros corto rayado 15 por 100. De manera que la analogía entre estas pólvoras es muy parecida á la que se encontró entre la densa-cañon-Granada y la de Murcia, solo que la densa de fusil, por razon de la poca magnitud de su grano, iguala su efecto con la de Murcia en el cañon de 14 centímetros, desde el cual, descendiendo el calibre de la pieza disminuye su efecto; pero siempre se conserva mucho mayor que el de la densa de cañon. Resulta, pues, que siendo la pólvora-densa-fusil-Granada de combustion más lenta que la de laminador-cañon-Murcia, y aun menos nociva á las piezas de corto calibre que la densa-cañon-Granada á igualdad de efecto útil, segun se ha patentizado por las esperiencias de la probeta tronco de cañon de 8 centímetros rayado, y siendo su efecto útil mayor que la de esta, igualándose con la de Murcia en el cañon de 14 centímetros, opina esta corporacion que la pólvora-densa-fusil sea la que se use en los cañones de campaña y en el de 12 y 14 centímetros de sitio. Igualmente deberá usarse en todos los morteros, en los obuses cortos y en la carga esplosiva de los proyectiles. Tendremos, pues, dos clases de pólvoras para la artillería, ambas densas, una de grano de 2½ á 5 milímetros de diámetro de los agujeros de las cribas, que llamaremos pólvora de grano de 5 milímetros de cañon, otra de 1 á 2½ milímetros, que llamaremos pólvora de grano de 2½ milímetros de cañon; aquella con aplicacion á los cañones de 28 centímetros lisos, de 24 centímetros rayados, de 16 centímetros de hierro y bronce rayados y obuses de 21 centímetros largos rayados y lisos de hierro y de bronce, y esta

para todas las demás piezas y para el relleno de los proyectiles. La densidad de estas pólvoras deberá ser de 1850 á 1900 kilógramos en metro cúbico densidad específica, pues aunque en acuerdo fecha 27 de Noviembre último se dijo que debian ser de 1900 á 1950, medida ahora con el densímentro Bianchi que debe ser reglamentario en las fábricas, resulta menor que con el alcohol y basta el número enunciado. Las cargas y velocidades que producen, serán las siguientes: *Cañon de* 14 *centímetros rayado de bronce* cargado por la boca, peso de la granada rellena 21'500 gramos, carga 2500 gramos pólvora de grano de 2 ½ milímetros cañon; velocidad 340 metros. *Cañon de* 12 *centímetros corto* rayado bronce cargado por la boca, peso de la granada rellena 12 kilógramos, carga 1500 gramos pólvora 2 ½ milímetros C.; velocidad 325 metros. *Cañon* 8 *centímetros largo* rayado bronce cargado por la boca, peso de la granada rellena 4500 gramos, carga pólvora 2 ½ milímetros C. 600 gramos; velocidad 326 metros. *Cañon* 8 *centímetros acero* rayado á cargar por la culata, peso de la granada rellena 4250 gramos, carga 500 gramos pólvora 2 ½ milímetros C.; velocidad 330 metros. *Cañon* 8 *centímetros bronce rayado* á cargar por la culata, peso de la granada rellena 4250 gramos, carga 500 gramos pólvora 2 ½ milímetros C.; velocidad 336 metros. *Cañon* 28 *centímetros liso*, bala de hierro 77 kilógramos, carga 19250 gramos pólvora 5 milímetros C. ¼ del peso de la bala sin taco; velocidad 449 metros. *Cañon de* 16 *centímetros de hierro rayado*, granada 28200 gramos rellena, carga 3500 gramos pólvora 5 milímetros C.; velocidad 341 metros y con 3000 gramos de igual pólvora 305 metros. *Obus de* 21 *centímetros rayado* y zunchado, de hierro, peso del proyectil 79 kilógramos, carga 5000 gramos pólvora 5 milímetros C.; velocidad 220 metros: con 4000 gramos de la misma pólvora 193 metros, con 3000 gramos 163 metros, con 2000 gramos 129 metros, y con 1000 gramos 89 metros. En los obuses cortos y en los morteros, se tendrá presente el aumento de la pólvora que sea necesaria para obtener los mismos alcan-

ces que ahora, estudio que podria encomendarse á las escuelas prácticas, ó á la comision de alzas. Bien hubiera querido esta corporacion que la misma pólvora 2½ milímetros C. pudiera usarse en las armas portátiles para lo cual procedió á esperimentarla en el fusil trasformado sistema Berdan, y con 5 gramos pólvora bala de 15 milímetros entarugada de 32 gramos de peso y taquillo lubrificante entre la bala y la pólvora, dió 315 metros de velocidad, mientras que con la pólvora del fusil de Murcia se obtuvieron 339 metros. Aumentar la carga en pólvora de tanto consumo no es conveniente. Además en las armas cargadas por la recámara la capacidad es limitada, y quedarse con una velocidad tan inferior precisamente cuando se estudia más obtener las trayectorias rasantes seria un contrasentido. Para aumentar la velocidad sin aumentos de carga, se sacó de la pólvora 2½ milímetros C. otra muy fina pasándola por un tamiz de 10 mallas en centímetro; 5 gramos de esta pólvora dió 332 metros, que se aproxima bastante á la actual, pero en el Remington con 5'15 gramos y bala de 26 gramos, solo dió 390 metros mientras la de Murcia da 420 metros, diferencia mayor á causa de la ligereza del proyectil. No pudiendo tampoco quedarnos con la actual pólvora de fusil por las graves consecuencias que produciria su confusion con la nueva 2½ milímetros C., era de necesidad partir de la base de otra pólvora de fusil de grano fino. Se tamizó la actual de fusil de Murcia y con 5 gramos de esta se obtuvieron en el Berdan trasformado, 396 metros de velocidad. Esta, como se vé, es mucho mayor que la actual. Con ella poseemos un esceso de fuerza disponible que puede modificarse á voluntad disminuyendo la carga ó aumentando algo su densidad. Esto último es lo más conveniente, porque contribuye á la mejor conservacion y á la limpieza de la pólvora. Pero mientras en Murcia no se pueda dar mayor densidad á la pólvora fina que se elabore para el fusil, deberá disminuirse algo la carga. De modo que la pólvora para las armas portátiles deberá ser en lo sucesivo de un tamaño que no pase de un milímetro

el claro del tamiz, de grano igual y densidad conveniente para que en el fusil Berdan trasformado con 5 gramos y bala de 15 milímetros y 32 gramos de peso dé la velocidad de 340 á 345 metros. Probablemente la densidad será intermedia entre la que se ha fijado para la pólvora de cañon, y la que tiene ahora la que resulta de los lamidores, lo cual significa que tendrán que hacer en la fábrica tareas de pólvora especiales para cañon y otras para fusil. Por supuesto habrá que enviar á las fábricas fusiles Berdan, cascos metálicos y balas para que puedan fijar las cargas que deban adoptarse, mientras no puedan alcanzar con sus máquinas mayor densidad, y para arreglar la densidad á la velocidad pedida, cuando puedan obtenerla.

Reasumiendo: la nueva pólvora para la artillería tendrá la densidad de 1850 á 1900 medida en el densímetro Bianchi, bajo el supuesto de componerse de las proporciones y calidad de ingredientes que son reglamentarios hoy en las fábricas y de que la trituracion y emparte sean bien acabados en toneles como lo son hoy. La nueva pólvora de cañon se clasificará segun el tamaño del grano; una se denominará pólvora de 5 milímetros de cañon, que será la que pase por la criba con agujeros de 5 milímetros de diámetro y no por la de 2½. La otra se denominará pólvora de 2½ milímetros de cañon y será la que pase por una criba cuyos agujeros tengan este diámetro y no por la de 1 milímetro. La primera, con destino á las piezas largas de calibre de 16 centímetros y superiores, y la segunda para los calibres inferiores, piezas cortas y carga de proyectiles.

La pólvora para fusil se hará con las mismas proporciones y procedimiento que la de cañon, pero en densidad será la conveniente para que con la carga de 5 gramos y bala de 32 gramos entarugada disparada con buen cartucho metálico en el fusil Berdan trasformado modelo 1867, dé la velocidad de 340 metros á 15 metros de la boca, siendo el grano de tamaño que pase por agujero de 1 milímetro y esté limpio de polvorin.

Fijadas ya las condiciones de la nueva pólvora de cañon con

la mira de que conserve mejor las piezas que la actual, solo resta fijar las condiciones para su reconocimiento y prueba en las fábricas donde se elabora, y en los parques, ó sea el reglamento de recepcion. Para esto, construidas pólvoras tipos en la fábrica de Granada, deberán remitirse cinco cajones de la de 5 milímetros de cañon, cinco de la de 2½ millimetros de cañon y uno de la de fusil á esta córte y á la fábrica de Murcia, y en los tres puntos se fijarán las velocidades de la de cañon, en el tronco de cañon de 16 centímetros largo, enrasando el proyectil el plano de la boca, para lo cual se alargará el cartucho lo que sea necesario para conseguir que se sostenga á esta distancia, y las velocidades en el cañon de 16 centímetros número 1.° de la Marina con las cargas de 4'800 kilógramos y bala de 14'4, lo mismo que en el anterior; y para la de fusil la velocidad, segun se ha dicho, en el fusil trasformado modelo de 1867.

En el acuerdo de 27 de Enero de 1868 se establecia que el morterete seguiria rigiendo para acusar la viveza de las pólvoras. Para esto se tuvo en cuenta la gran facilidad de operar con él y lo generalizado que se halla; pero no hay duda que la probeta tronco cañon de 16 centímetros es de efectos más regulares y aproximados al que resulta en las piezas por la magnitud de su carga. Así, pues, en los cajones que se remitan de las pólvoras tipos, deberán escribir en una de sus caras la velocidad en el cañon, la velocidad en el tronco del cañon y la velocidad en el fusil trasformado modelo 1867. Con estas pólvoras se repetirán las esperiencias por esta Junta y por la de Murcia.

Además, siguiendo el progama aconsejado por esta corporacion en la citada acta de 27 de Enero de 1868, deberá hallarse en los tres puntos, los alcances en los morteretes y las densidades en el Bianchi. Fijadas estas condiciones, resta á esta corporacion encontrar, segun el citado acuerdo, los alcances por un ángulo determinado y la penetracion de la bala de fusil en el papel para reemplazar la falta de medios de averiguar la velocidad, y por fin, redactar la instruccion de reco-

nocimiento y pruebas de tolerancias máximas y mínimas en las velocidades y vivezas, á fin de que encerradas en límites estrechos, no vuelva á reproducirse la falta de equilibrio entre estas y las piezas, perturbacion de graves consecuencias, que por desgracia hemos esperimentado como otras naciones, y debe servirnos al menos de provechosa leccion para lo futuro y para que el nuevo reglamento que se forme, adopte precauciones que den por resultado la uniformidad de productos de ambas fábricas por el exámen periódico de los mismos en esta córte, por una comision permanente encargada de este trabajo.

Es muy conveniente que todos los Oficiales del Cuerpo se impongan en los principios y esperiencias que han servido de fundamento para adopcion de las nuevas pólvoras. De este modo podrán evitarse en lo sucesivo errores y desgracias producidas por la falta de conocimiento de las cualidades de las pólvoras que se manejan.

Dos kilógramos de pólvora de diferente elaboracion, aunque en la apariencia sean iguales, pueden poseer fuerzas impulsivas y destructoras muy diferentes, y no es decir nada cuando se dice que tal cañon ha reventado con tantos disparos de pólvoras, si no se tiene en cuenta su fuerza destructora, y lo mismo cuando se dice que tal carga da tal alcance ó tal penetracion, si no se tiene en cuenta la fuerza impulsiva. Condiciones tan esenciales forman la base del buen servicio de la artillería, así en todas las esperiencias, en las Escuelas prácticas, en los ejercicios, al redactar la historia de los trabajos hechos, nunca debe olvidarse fijar la clase de pólvora de que se ha hecho uso, su velocidad en el cañon y velocidad en el tronco del cañon, que debe llevar escrita en los cajones al salir de las fábricas.

Para difundir estas ideas, contribuirá mucho la publicacion en el *Memorial* de las actas de esta corporacion referentes á estos estudios y reforma, y las tablas que las acompañan. Tales son el acta de 26 de Julio de 1867 con dos tablas de velocidades, informando sobre la pólvora prismática.

La de 12 de Julio del mismo año con cuatro tablas de velocidades. El acta de 29 de Febrero del 68, de la fundicion de Sevilla, sobre esperiencias comparativas de las pólvoras en el cañon de 12 centímetros rayado; la de la misma fecha, 13 de Noviembre del 68, continuacion de las anteriores esperiencias, la de esta corporacion de 27 de Noviembre del 68, la de 27 de Enero de 1868 sobre programa de pruebas reglamentarias, la de 3 de Agosto del 68, la de 21 de Agosto del 68 y la actual, si merece la aprobacion de V. E.

Puesto que las fábricas de pólvora no deben elaborar en lo sucesivo más que las que quedan detalladas, resta hablar del destino á que deban aplicarse las existencias actuales. Las pólvoras de fusil, tanto la de Murcia como la de Granada, no densa, seguirá usándose en el fusil; la de cañon se aplicará á los obuses cortos y morteros y á las de campaña, empleándolas en la proporcion conveniente para que den los mismos alcances que las nuevas, y en las cargas esplosivas de los proyectiles, pudiendo en caso de necesidad usarla en las otras piezas de bronce en la misma proporcion, pero debe quedar absolutamente prohibido su uso en las piezas de hierro.

Como medio de aumentar el consumo de las actuales pólvoras vivas de cañon, pudieran entregarse á los cuerpos de Ingenieros militar y civil cuando hagan pedidos para minas.

Las cargas y velocidades que quedan detalladas en este acuerdo, son resultado del estudio que se ha hecho para determinar las nuevas pólvoras que han de ser reglamentarias, y si merece la aprobacion de V. E., se procederá á la formacion de un cuaderno definitivo de cargas para toda clase de cañones y obuses, y de las velocidades correspondientes con arreglo al circulado en 22 de Setiembre de 1866.

Finalmente, con objeto de resumir todo lo espuesto y facilitar su aplicacion, adjunto se acompaña á V. E. un cuadro general de la nueva clasificacion y uso de las pólvoras, como tambien los estados de todas las pruebas que se han llevado á

cabo durante el curso de la última parte de estos trabajos.=Es cuanto por acuerdo de la Junta debo manifestar á V. E.=Dios guarde á V. E. muchos años.=Madrid, 11 de Agosto de 1869. =Excmo. Sr.=El Brigadier Vicepresidente accitental,=Cayetano Figueroa.=Excmo. Sr. Director General del Cuerpo.= Es copia.

ACUERDO NUM. 134.

Estado de las pruebas verificadas por la Junta Superior Facultativa para determinar las condiciones de las pólvoras de guerra.

VELOCIDADES.

Fecha de la esperiencia.	Pieza empleada.	Peso del proyectil.	Grano de la pólvora.	Procedencia.	Densidad.	Carga.	Disyuntor.	Disparo.	Velocidad en metros.	Velocidad media.	OBSERVACIONES.
May 14	Cañon de 8^{c} de bronce largo.	4'500^{g}	Cañon.	Granada.	1856	600^{g}	48,75	134,90	268,92	272,63	Distancia de la pieza al primer bastidor 10 metros, del 1.° al 2.° 30 metros. Longitud del cartucho 12 centim. y diámetro 8 centim. despues de lleno.
							48,60	133,35	273,93		
							48,25	133,00	273,93		
							48,25	133,05	273,76		
Id.	Id.	Id.	Fusil.	Id.	1830	440^{g}	48,40	133,25	273,59	273,49	
							48,25	133,30	272,86		
							48,25	133,00	273,93		
							48,25	133,10	273,59		
Id. 18	Id.	4'5^{k}	Cañon.	Murcia.	1859	385^{g}	48,25	133,60	271,07	271,08	Distancia de la pieza al primer bastidor 11, id. del 1.° al 2.° 30. El proyectil dista del plano de la boca 111 centim. tomado desde la punta.
							48,25	134,25	270,02		
							48,25	134,40	269,06		
							48,25	132,70	275,07		
Id. 22	Probeta de 8^{c}	4'5^{k}	Id.	Granada.	1856	600^{g}	29,50	109,15	93,67	87,18	El proyectil queda 7 centim. fuera del plano de la boca. Longitud 228 milim. Distancia del primer bastidor 11'7 metros, id. entre el 1.° y 2.° 10.
							47,00	140,65	81,51		
							47,00	137,40	84,92		
							47,00	137,40	84,92		
							46,95	132,00	90,90		
Id.	Id.	Id.	Fusil.	Id.	1831	400^{g}	47,00	140,05	82,12	79,51	Longitud del cartucho 10 centim.
							46,95	139,10	83,06		
							47,00	147,60	74,70		
							47,00	145,85	76,35		
							47,00	140,80	81,35		
Id.	Id.	Id.	Cañon.	Murcia.	1859	385^{g}	47,00	119,10	108,41	107,81	Longitud del cartucho 9 centim.
							47,00	120,70	105,97		
							47,00	117,75	110,52		

							47,00	113,00	118,58	
							47,00	117,30	111,24	114,91
							48,50	118,20	224,90	
							48,50	119,00	222,28	
Junio 2	Cañon corto de 8ᶜ	Id.	Cañon.	Granada.	1856	600ᵍ	48,50	116,15	231,87	227,45
							48,50	116,90	229,28	
							48,50	117,00	228,94	
							48,50	108,95	259,62	
							48,50	111,15	249,74	
Id.	Id.	Id.	Fusil.	Id.	1831	440ᵍ	48,50	112,00	247,18	250,36
							48,50	112,70	244,49	
							48,50	111,10	250,76	
							48,50	110,50	253,17	
							48,50	108,95	259,62	
Id.	Id.	Id.	Cañon.	Murcia.	1859	385ᵍ	48,50	107,85	264,94	258,59
							48,50	109,35	257,94	
							48,50	109,50	257,28	
							48,50	115,50	234,15	
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	350ᵍ	48,50	109,20	261,91	246,88
							48,20	112,40	244,58	
							48,50	108,50	261,57	
							48,50	108,00	265,71	
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	400ᵍ	48,50	109,00	259,43	262,66
							48,50	107,50	265,53	
							48,20	113,45	240,60	
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	300ᵍ	48,20	116,25	250,58	237,29
							48,50	113,70	240,71	
							48,55	120,05	238,68	
Id. 5	Cañon corto de 12ᶜ	12ᵏ	Id.	Id.	Id.	1500ᵍ	48,55	120,35	327,23	328,41
							49,20	120,60	329,35	
							49,20	120,00	332,23	
							49,20	121,10	326,98	
Id.	Id.	Id.	Fusil.	Granada.	1831	1600ᵍ	49,20	119,40	335,27	330,48
							48,55	121,05	323,95	
							48,55	118,95	333,99	

El proyectil dista su punta del plano de la boca 58 centim. Distancia del primer bastidor 120, id. del 1.° al 2.° 20, id. equivalente 20'26137.
Se usó el aparato Leurs núm. 47.

El proyectil dista su punta del plano de la boca 1615 milim. Distancia del primer bastidor 12 metros, id. del 1.° al 2.° 30, equivalente 30'39323.
Aparato Leurs núm. 47.

Fecha de la esperiencia.	Pieza empleada.	Peso del proyectil.	Grano de la pólvora.	Procedencia.	Densidad.	Carga.	Distancia.	Disparo.	Velocidad en metros.	Velocidad media.	OBSERVACIONES.
Junio 5	Cañon corto de 12c	12k	Cañon.	Granada.	1856	1800g	48,55	126,40	300,53		
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	2000g	48,55	118,25	337,44		Distancia del primer bastidor 12 metros, entre el 1.° y 2.° 30, id. corregida 30'39323.
Id. 8	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	1940g	48,05	120,40	324,60		
Id.	Id.	12k	Cañon.	Granada.	1856	1960g	48,55	120,40	327,02	324,68	
							48,55	121,50	321,89		
							48,55	120,80	325,13		
							48,55	120,90	324,67		
Id. 12	Cañon rayado de bronce de 14c	21,5k	Fusil.	Id.	1831	2250g	49,20	122,10	322,30	327,18	Distancia de la punta del proyectil á la boca 2'3 metros, id. del primer bastidor 12, del 1.° al 2.° 30. Distancia corregida 30'39323. Largo del cartucho 210 milim., diámetro 116 milim.
							49,20	120,75	328,64		
							49,20	120,25	331,04		
							49,20	120,95	327,69		
							49,20	121,25	326,25		
Id.	Id.	Id.	Cañon.	Murcia.	1589	Id.	49,20	120,50	329,82	329,88	Largo del cartucho 240 milim.
							49,20	122,10	322,30		
							49,20	119,05	336,91		
							49,20	120,00	332,24		
							49,20	120,85	328,15		
Id.	Id.	Id.	Id.	Granada.	1890	2500g	49,20	123,45	316,13		
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	2625g	49,20	121,00	327,44	324,08	Longitud del cartucho 220 milim.
							49,20	122,15	322,06		
							49,20	122,00	322,75		
Id.	Id.	Id.	Fusil.	Id.	1831	2500g	49,20	118,75	338,41	340,82	
							49,20	117,80	343,23		
Id. 15	Cañon de acero cargado por la culata de 8c.	4,25k	Id.	Id.	Id.	500g	49,40	119,95	337,25	330,47	Dista la punta del proyectil del plano de la boca 1'45 met. Distancia del primer bastidor 12, id. del 1.° al 2.° 30, id. corregida para el núm. 47, 30'39323.
							48,90	120,90	326,17		
							48,95	120,20	329,50		
							49,40	120,90	328,96		
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	49,10	119,45	334,43	333,71	La misma pólvora quitando el grano menor de 1 milim.
							49,55	120,00	333,00		
							49,20	119,85	332,96		
							49,20	118,70	338,68		Distancia de la punta del proyectil
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	48,85	119,35	333,33	336,38	á la boca 1'1 metro; la recámara

							49,45	118,75	339,51	es de 30 milim. Más corta que la del de acero.
							48,85	119,65	332,13	
							48,85	121,10	325,23	
Id.	Cañon largo de 8c	4,5k	Id.	Id.	Id.	600g	48,85	120,10	329,96	326,72
							48,85	121,15	324,98	
							48,90	109,00	457,40	
							48,90	108,60	460,43	
Id.	Cañon largo de 28c	77,7k	Cañon.	Id.	1890	19,250	48,90	109,00	457,40	455,98
							48,90	109,30	455,11	
							48,90	110,05	449,57	
	Fusil trasformado						49,40	120,40	332,26	Quitándole á la pólvora los granos mayores de 1 milim. Distancia de la boca al primer bastidor 1 metro, entre los dos bastidores 30 metros.
Id. 26	para cargar por la recámara, modelo de 1867.	33á34g	Fusil.	Id.	1831	5g	49,35	120,10	333,64	332,72
							49,45	120,45	332,26	
							48,55	122,30	319,11	
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	48,60	123,60	313,53	315,25
							48,70	123,75	313,30	La pólvora sin quitar los granos gruesos.
							48,70	123,35	315,08	
							48,70	118,20	339,36	
							48,70	118,20	339,36	
Id.	Id.	Id.	Id.	Murcia.	»	Id.	48,70	117,85	341,15	339,13
							48,70	119,10	334,93	
							48,70	117,90	340,88	
Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	»	Id.	48,70	117,15	344,70	343,80
							48,70	117,50	342,91	Cartuchos hechos en Sevilla con bala del mismo calibre.
	Fusil Remington,						48,50	109,10	389,56	
Id.	cañon propuesto por la Junta mista.	Id.	Id.	Granada.	1831	5,15g	48,50	108,90	390,20	390,19
							48,50	109,00	390,81	Quitando á la pólvora el grano mayor de 1 milim. Distancia de la boca al primer bastidor 1 met., id. entre los dos bastidores 40 met.
							48,70	105,75	413,67	
Id.	Id.	Id.	Id.	Murcia.	»	Id.	48,80	104,35	424,80	420,79
							48,70	104,35	423,91	
							49,05	110,90	382,13	
							49,05	108,00	400,83	
Id.	Fusil trasformado	Id.	Id.	Id.	»	Id.	49,05	107,00	407,69	396,99
							49,00	109,50	390,54	La pólvora era de grano menor de 1 milim. Aparato núm. 47.
							49,00	107,50	403,80	

Alcance.

Fecha de la esperiencia.	Pieza empleada.		Elevacion.	Grano de la pólvora.	Procedencia	Densidad	Carga.	Número.	Alcance.	Id. medio.	OBSERVACIONES.
Junio 8	Mortero de 32c	Cónico	48°	Cañon.	Murcia.	1589	2.500g	1.°	1.710	1715,6	
								2.°	1.713		
								3.°	1.724		
Id.	Id.	Id.	Id.	Fusil.	Granada.	1831	Id.	1.°	1.176	1203	
								2.°	1.204		
								3.°	1.228		
Id.	Id.	Id.	Id.	Cañon.	Id.	1856	Id.	1.°	837	815	
								2.°	859		
								3.°	878		

Densidades.

Pólvora de fusil de Granada construida en 1868 *y remitida en* 1869.

Dia 27 de Abril de 1869.	1.ª operacion.	1,8303	Segun la nueva clasificacion pólvora de grano de 2 ½ milímetros de cañon.
	2.ª id.	1,8281	
Dia 4 de Mayo de 1869.	1.ª id.	1,8335	
	2.ª id.	1,8319	
Medio de las 4 operaciones.		1,8309	
Peso del litro.		1108,58g	

Pólvora de Murcia de cañon.

Dia 19 de Mayo.	1.ª operacion.	1,5895
Dia 3 de Junio.	2.ª id.	1,5888
Media de las dos operaciones.		1,5891
Peso del litro de pólvora.		997,78g

Pólvora de cañon de Granada remitida en 1868.

Dia 3 de Junio de 1869.	1,8559	Segun la nueva clasificacion pólvora de grano de 5 milímetros de cañon.
1.° operacion en Marzo.	1, 815	
2.ª id. id.	1, 875	
3.ª id. id.	1, 852	
Media de las tres.	1, 857	
Peso de un litro de pólvora.	1043,7	

Pólvora de Granada remitida en Mayo 1869.

Densímetro 1.ª operacion.	1,8915	Segun la nueva clasificacion pólvora de grano de 5 milímetros de cañon.
Dia 8 de Junio. 2.ª id.	1,8385	
Media.	1,8900	
Peso del litro. 1.ª operacion.	1090,25	
2.ª id.	1087,95	
Media.	1089,10	

El peso del litro no es exacto, pues aunque se llenó la medida siempre del mismo modo y tratando cayera la pólvora de la misma altura, no disponiendo de un grabímetro, segun se opere varian los resultados hasta en 30 gramos en más ó en menos del término medio.

Densidad del mercurio 13,573.

Se empleó el densímetro Bianchi para determinar las densidades.

Madrid, 11 de Agosto de 1869.=El Secretario accidental,=Eduardo Verdes.=V.° B.°=El Brigadier Vicepresidente accidental,=Cayetano Figueroa.=Es copia.

CUADRO de la nueva clasificacion de las pólvoras de guerra y empleo de las mismas propuesto al Excmo. Sr. Director General por la Junta Superior Facultativa en su acuerdo número 134 de 11 de Agosto de 1869.

Marca.	Clase de pólvora.	Densidad absoluta del grano tomada en el densímetro de mercurio.	Tamaño de las cribas clasificadoras del grano. Máxima.	Tamaño de las cribas clasificadoras del grano. Mínima.	Clase de piezas en que se ha de emplear.
P. 5mm C. Fábrica. Año.	Pólvora de cañon de grano de 5mm. Nueva construccion....	1850 á 1900	5mm	2,5mm	Cañones y obuses largos, lisos y rayados del calibre de 16c y superiores.
P. 2 ½mm C. Fábrica. Año.	Pólvora de cañon de grano de 2½mm. Nueva construccion....	1850 á 1900	2,5mm	1mm	Todos los cañones y obuses largos, lisos y rayados de calibre menor al de 16c. Todos los obuses cortos de bronce. Todos los morteros. Cañones de acero de 8c para cargar por la culata. Carga de los proyectiles huecos.
P. 1mm F. Fábrica. Año.	Pólvora de fusil de grano de 1mm. Nueva construccion....	No se detalla hasta que concluyan las esperiencias que se proponen.....	1mm	Tamiz.	Todas las armas portátiles.
P. D. C.	Pólvora densa de cañon. La existente hasta que se empiece la nueva fabricacion.....	»	»	»	En las mismas que la pólvora de cañon de grano de 5mm.
P. D. F.	Pólvora densa de fusil. La existente....	»	»	»	En las mismas que la pólvora de cañon de grano de 2½mm.

Todos los morteros.

MISCELÁNEA

					Todos los obuses cortos de bronce.
					En todas las piezas de bronce cuando no haya existencias de la de cañon de nueva construccion.
P. L. C.	Pólvora de laminador para cañon. La existente.....	»	»	»	Carga de los proyectiles huecos con preferencia á la nueva de cañon de grano de $2\frac{1}{2}^{mm}$.
					No se empleará, sino en un caso de suma urgencia, en los cañones y obuses de hierro, pero nunca en las Escuelas prácticas.
					Para salvas con toda clase de piezas, con preferencia á la pólvora de cañon, ya sea el grano de 5^{mm} ó $2\frac{1}{2}^{mm}$.
					Como pólvora de mina.
P. L. F.	Pólvora de laminador de fusil. La existente.....	»	»	»	Todas las armas portátiles.
»	Pólvoras antiguas de fusil y cañon. La existente.....	»	»	»	Como las de laminador de fusil y cañon.

NOTA. Interin se forma el nuevo cuadro de cargas para todas las piezas se seguirán usando las mismas que están detalladas por circulares de la Direccion general, aun cuando se empleen las mismas pólvoras de cañon, escepto en los cañones cortos rayados de 8 y 7°, en los que se usarán respectivamente las de 400 y 300 gramos, siempre que el de 8° se sirva en su nueva cureña de gualderas modelo de 1869.=Madrid, 11 de Agosto de 1869.=El Comandante Capitan Secretario accidental, =Eduardo Verdes.=V.° B.°=El Brigadier Vicepresidente accidental, =Cayetano Figueroa.=Es copia.

Orden de 26 de Marzo de 1870, aclarando la condicion 13 del Decreto de 15 de Febrero de 1856 sobre el trasporte de tropas por los ferro-carriles.

El Sr. Subsecretario del Ministerio de la Guerra, con fecha 15 del actual, me dice lo siguiente:=«Excmo. Sr.:=Por el Ministerio de Fomento se dijo á este de la Guerra con fecha 14 de Febrero último lo que sigue:=Al Director general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, digo hoy lo siguiente:=Ilmo. Sr.: Vista la órden espedida con fecha 4 de Diciembre último por el Ministerio de la Guerra, á consecuencia de reclamaciones del Capitan general de las Provincias Vascongadas contra algunas compañías concesionarias de ferro-carriles que se negaron á considerar el Tercio de la provincia de Navarra como fuerza del ejército para los efectos del trasporte: Vista la condicion 13 del pliego que acompaña al modelo de la tarifa para ferro-carriles de servicio general que aprobó el Real decreto de 15 de Febrero de 1856: Visto el informe emitido sobre este asunto en 18 de Enero próximo pasado por las secciones reunidas de Gobernacion y Fomento, Guerra y Marina del Consejo de Estado: Considerando que aun cuando la frase de «militares y marinos» ó la de «individuos del ejército y armada» que indistintamente consignan la condicion antes mencionada, ó las especiales de determinadas concesiones, no comprenden para sus efectos tomadas en sentido estricto otros institutos que los que forman parte del ejército y marina propiamente tales, el espíritu, sin embargo, de dichas cláusulas al otorgar la franquicia de cuarta parte del precio de tarifa en el trasporte por las líneas férreas cuando aquellos individuos viajen en cuerpo, dista mucho de esta limitacion si se tiene en cuenta que la razon que las dictó no fué otorgar un beneficio á los individuos que gozan fuero militar ni tampoco un privilegio en favor de determinada clase, sino una medida de gobierno, que proporcionando al Estado marcadas

reducciones en los precios del trasporte de tropas, tiende á favorecer la movilidad de las mismas, muy necesaria en determinadas circunstancias para la conservacion del órden público ú objetos análogos: Considerando que segun este criterio es innegable el derecho de toda fuerza pública á la franquicia indicada siempre que el Estado utilice sus servicios militares para aquellos objetos, conculcándose de lo contrario el principio de derecho de que allí donde la razon de Ley es una misma, idéntica ha de ser tambien su aplicacion: Considerando que basada esta interpretacion más que en el testo en el espíritu ó mente que presidió el establecimiento de dichas cláusulas, conviene no traspasar sus justos límites á fin de no lastimar derechos perfectos de las empresas á quienes afecta y que reciben su fuerza legal de los contratos con el Gobierno al otorgarles la concesion de sus respectivas líneas: Considerando que para este efecto debe circunscribirse á casos muy precisos y en que reconocidamente concurran cuantas circunstancias inspiraron al legislador el otorgamiento al Estado de este privilegio, la aplicacion del mismo á la fuerza pública que viaje en cuerpo aunque no pertenezca á institutos del ejército y marina propiamente dichos: S. A. el Regente del Reino, conformándose con lo propuesto por esa Direccion general, de acuerdo con el criterio consignado por las secciones reunidas de Gobernacion y Fomento, Guerra y Marina del Consejo de Estado en el informe que se menciona, se ha servido declarar que la franquicia de cuarta parte del precio de las tarifas concedida en el trasporte de los militares y marinos cuando viajen en cuerpo segun la condicion 13 del pliego de las generales aprobado por Real decreto de 15 de Febrero de 1856, y las cláusulas análogas consignadas en los pliegos de las respectivas concesiones, mientras no contengan espresas limitaciones ó existan convenios particulares entre las empresas y el Gobierno, es estensiva á toda clase de fuerza pública, bien se costée con fondos del presupuesto general, con los provinciales, con los locales, ó cual-

quier otros, siempre que por órden del Gobierno ó de las autoridades superiores se haga necesaria y efectiva su movilizacion, prestando el servicio propio de la fuerza del ejército ó de la marina en los casos precisamente en que reclamen tal cooperacion el mantenimiento del órden público, la defensa de las instituciones ó la integridad del territorio.=De órden de S. A. comunicada por el Sr. Ministro de la Guerra lo traslado á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes.»

Lo que traslado á V. para su conocimiento y demás efectos.

Dios guarde á V. muchos años. Madrid, 26 de Marzo de 1870.=Echagüe.=Sr....

MISCELANEA

Orden de 17 de Enero de 1870, dictando várias disposiciones relativas á la residencia de los supernumerarios.

El Sr. Subsecretario del Ministerio de la Guerra, con fecha 31 de Diciembre próximo pasado, me dice lo que sigue:

«Excmo Sr.:=El Sr. Ministro de la Guerra dice hoy al Director general de Estado Mayor del ejército y plazas lo siguiente:=Enterado S. A. el Regente del Reino de la comunicacion de V. E., fecha 23 de Noviembre último, en que consulta si los supernumerarios sin sueldo pueden variar de residencia dentro ó fuera de España y si es necesario que la Direccion de su cargo tenga conocimiento del punto en que lo verifiquen, se ha dignado resolver, que como ampliacion á la órden de 20 de Mayo del corriente año, se observe en los Cuerpos donde existan individuos en dicha situacion las reglas siguientes:=Primera. A los Jefes y Oficiales que pasen á la de supernumerarios sin sueldo, se les fijará como residencia el punto que al efecto elijan.=Segunda. Una vez declarados en dicha situacion, justificarán mensualmente su existencia por medio de oficio dirigido al Jefe principal de su arma ó instituto del Distrito en que se hallen.=Tercera. Podrán cambiar de residencia dentro ó fuera de la Península sin necesidad de autorizacion especial para ello; pero siempre que salgan de un punto lo participarán de oficio al Jefe principal que queda enunciado y éste á su vez dará conocimiento al de aquel á que se trasladen, al Director general y Capitan general respectivo.=De órden de dicho Sr. Ministro lo traslado á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes.»

Lo que traslado á V..... para su conocimiento y efectos consiguientes.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 17 de Enero de 1870.=Echagüe.=Sr.....

Orden de 11 de Mayo de 1870, prefijando los documentos que deberán acompañarse con las instancias de pensiones, de trasmision, de tocas y de casamiento.

El Sr. Subsecretario del Ministerio de la Guerra, con fecha 30 de Abril próximo pasado, me dice lo siguiente:

«Excmo. Sr.:=Con objeto de evitar entorpecimientos en el despacho de los espedientes de pensiones y casamientos, y que los interesados al promover sus instancias puedan tener conocimiento del modo que deben documentar éstas; ha tenido á bien disponer S. A. el Regente del reino se remitan á V. E. cuatro ejemplares de cada una de las relaciones de los documentos que han de acompañarse á las referidas instancias en solicitud de pension, trasmision de pension, pagas de tocas y licencias de casamiento. Siendo al propio tiempo la voluntad de S. A. no se dé curso á ninguna de éstas que no se halle documentada en la forma prevenida.=De órden del Sr. Ministro de la Guerra lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes, con inclusion de las espresadas relaciones.»

Lo que con inclusion de las relaciones de documentos que se citan traslado á V..... para su conocimiento y cumplimiento.

Dios guarde á V..... muchos años. Madrid, 12 de Mayo de 1870.=Echagüe.=Sr.....

(Relaciones que se citan en la Orden anterior.)

Documentos que han de acompañarse á las instancias en solicitud de pension del Monte Pio militar.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado espresándose en ella el apellido paterno y materno, el fallecimiento del causante, su empleo y graduacion y la Caja de provincia por donde convenga á la interesada cobrar su viudedad: la instancia ha de venir en papel sellado del sello 9.°

2.° Copia autorizada ó testimoniada del Real despacho del empleo que tuviese el causante al morir.

3.° Certificacion original de las Oficinas por donde haya cobrado el mayor sueldo en actividad y cése del que disfrutaba al morir.

4.° Traslado original de la Real licencia que debió preceder para el casamiento, á menos que este se haya celebrado antes del ingreso del Oficial en el servicio.

5.° La fé de casamiento original, que ha de ser dada por el Cura ó Teniente de la Parroquia.

6.° La fé de muerto del Oficial ó Ministro, que ha de ser dada con insercion de la partida de entierro por el Cura ó Teniente de la Parroquia respectiva, debiendo estar legalizada en debida forma.

7.° Certificacion autorizada de viudez de la recurrente, si hubiesen trascurrido diez meses desde el fallecimiento del marido.

8.° Testimonio con insercion á la letra de la cabeza, cláusulas de nominacion de hijos de uno ó más matrimonios, é institucion de herederos y pie del último testamento bajo el cual falleció el Oficial ó Ministro; y si hubiese muerto *ab-intestato*, se ha de suplir dicho documento con otro judicial, que acredite los hijos que hayan quedado, bien sea con testimonio de haberse prevenido el *ab-intestato* y abjudicado los bienes á los legítimos herederos ó por una informacion de testigos que aseguren cuanto queda prevenido.

9.° De todos los hijos que resulten se han de presentar sus fés de bautismo originales y legalizadas, ó las de haber fallecido ó tomado estado, á menos que en el testamento se espresen estas circunstancias, en cuyo caso no será necesaria otra justificacion.

10.° Los huérfanos, además de los documentos referidos, deberán acompañar la fé de muerte de su madre con iguales requisitos que la del padre.

11.° Las madres viudas tambien remitirán las fés de casamiento y de muerte de sus maridos, originales y legalizadas; igualmente las de bautismo y entierro del hijo que las dá el derecho, espresándose en la última el estado en que hubiese fallecido, pues si se hallaba en la clase de subalterno, debe acreditarse que murió en el de soltero; y si obtenia mayor graduacion y falleciere en estado de viudo, se ha de justificar haber quedado sin hijos y que el matrimonio se celebró sin perder el

derecho á la pension del Monte, para que á falta de aquellos recaiga en la madre viuda del Oficial.

12.° Los que habiéndose casado de paisanos ingresaren en el Ejército con empleo incorporado al Reglamento del Monte Pio, deberán acompañar además los siguientes:

Partidas de bautismo originales de los causantes.

Copia del Real despacho del empleo y situacion que obtenian al incorporarse al Monte Pio militar.

13.° Copia de la hoja de servicios.

Documentos que han de presentar al solicitar pension del Monte Pio militar las viudas y huérfanos de los Jefes y Oficiales muertos en accion de guerra, de sus resultas ó del cólera morbo, perteneciendo los causantes al ejército de operaciones.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado espresándose en ella el apellido paterno y materno, el fallecimiento del causante, su empleo y graduacion y la Caja de provincia por donde convenga á los interesados cobrar su viudedad: la instancia ha de venir en papel sellado del sello 9.°

2.° Copia autorizada ó testimoniada del Real despacho del empleo que tuviese el causante al morir.

3.° Traslado de la licencia, caso de que hubiere precedido para el casamiento.

4.° Partida de casamiento.

5.° Testimonio con insercion á la letra de la cabeza, cláusula, denominacion de hijos é institucion de herederos y pie del último testamento del causante, y si muriese sin testar, documento supletorio que acredite los hijos que han quedado de uno ó más matrimonios, de haberse prevenido el *ab-intestato* y adjudicado los bienes á los legítimos herederos, ó por una informacion de testigos.

6.° De todos los hijos que resulten, se han de presentar sus fés de bautismo, ó las de haber fallecido ó tomado estado, á no ser que en el testamento se espresen estas circunstancias, en cuyo caso será innecesaria otra justificacion.

7.° Fé de muerte del Oficial ó Jefe.

8.° Certificado de los Jefes del Cuerpo ó de la brigada ó division en que servia el causante, para acreditar que murió en accion de guerra ó que fué herido en ella.

9.° En este último caso se presentará certificacion jurada de los facultativos de asistencia, en que se esprese terminantemente que la muerte tuvo lugar por efecto de las heridas.

10. Cuando los causantes mueran del cólera morbo, en lugar de los certificados que se mencionan en los artículos 8.° y 9.°, se acompañará una certificacion jurada de los facultativos de asistencia, en que se manifieste que la muerte ocurrió por consecuencia precisa de dicho mal, y otra del Jefe de Administracion militar del punto en que tenga lugar el fallecimiento.

11. Los huérfanos, además de los documentos espresados, presentarán la partida de defuncion de la madre y certificado del Cura párroco, para justificar que se hallan solteros.

12. Copia de la hoja de servicios.

Las madres viudas de Jefes y Oficiales, acompañarán los documentos que se previenen anteriormente en los números 1, 2, 4, 7, 8, 9 y 10, y los siguientes:

1.° La partida de bautismo del hijo por quien adquiera el derecho.

2.° Certificacion del Cura párroco del estado que el causante tenia al morir.

3.° En el caso de que ese estado del causante fuese el de viudo, se justificará que no dejó hijos.

4.° Certificado del Párroco de ser ella viuda.

5.° Los padres pobres acompañarán los mismos documentos que marca este formulario, justificando tambien su pobreza, con certificacion competente espedida y visada con presencia de lo que resulte del libro de amillaramiento en que estén inscritos.

Documentos que han de acompañarse á las instancias en solicitud de pension las viudas y huérfanos de los individuos de la clase de tropa muertos en accion de guerra.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado, espresando en ella el apellido paterno y materno, el fallecimiento del causante, su empleo y graduacion y la Caja de provincia por donde convenga á los interesados cobrar su viudedad: la instancia ha de venir en papel sellado del sello 9.°

2.° Partida de casamiento.

3.° Copia autorizada del nombramiento de Sargento ó Ca-

bo si el causante hubiese pertenecido á alguna de estas clases.

4.° Idem de su filiacion ú hoja de servicios y si en ella no constare que la muerte ocurrió en accion de guerra ó de sus resultas, se ha de acompañar certificacion que lo acredite, espedida por los Jefes del Cuerpo en que sirvió el causante.

5.° Partida de muerte de éste.

6.° Idem de bautismo de los hijos, ó bien la de haber tomado estado.

7.° Si la muerte ocurriese á consecuencia de heridas recibidas en accion de guerra, se ha de presentar certificado que así lo esprese, dado por los facultativos de asistencia, y en el caso de que fuese originada por la enfermedad del cólera morbo, se ha de justificar con certificacion de los mismos facultativos de asistencia y otra del Jefe de Administracion militar del punto en que falleciere el causante.

8.° Los huérfanos presentarán además la partida de muerte de la madre y certificacion del Cura párroco de que se conservan solteros.

9.° Copia de la hoja de servicios.

Las madres viudas de los individuos de la clase de tropa acompañarán los documentos que se previenen anteriormente en los números 1, 2, 3, 4, 5 y 7, y los siguientes:

1.° La partida de bautismo del hijo por quien adquiera el derecho.

2.° Certificacion del Cura párroco de que se conserva viuda.

3.° Idem de que el causante se hallaba soltero al morir, siempre que no se esprese esta circunstancia en la fé de muerte.

4.° Los padres pobres justificarán que lo son con certificacion espedida y visada en virtud de lo que resulte del libro de amillaramiento, bien entendido que las madres viudas no necesitan acreditar este requisito.

Documentos que se necesitan para pedir trasmision de pension.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado, espresando en ella el apellido paterno y materno y el punto donde desean percibir la pension.

2.° Partida de muerte ó nuevo casamiento de la madre, original y legalizada.

3.° Partidas de muerte ó casamiento de los hermanos de los

recurrentes que se hallen en esos casos; y en el último, certificacion del Párroco sobre permanecer casados á la sazon.

4.° Fés de soltería de los recurrentes y de bautismo de los varones.

5.° Certificacion de las oficinas del cése de la madre en el percibo de la pension.

6.° Si fuesen menores de edad, deberá recurrir á su nombre el curador nombrado, presentando el discernimiento judicial de dicho cargo.

7.° Si fuesen varones los que obtasen á la pension, deberán acreditar en debida forma que no obtienen empleo con renta ó sueldo del Erario.

8.° Si entre las recurrentes hubiera alguna viuda, deberá acreditar por medio de una informacion judicial en toda forma legal, que por muerte de su esposo no le ha quedado pension ninguna del Estado.

Documentos que han de acompañarse al solicitar pagas de tocas.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado, espresando en ella el apellido paterno y materno, el fallecimiento del causante, su empleo y graduacion y el punto por donde desea percibirlas; la instancia ha de venir en papel sellado del sello 9.°

2.° Certificacion de la Contaduría por donde se pagaba el sueldo del finado, espresando el grado ó empleo que disfrutaba al morir.

3.° Partida de casamiento original y legalizada.

4.° Partida de la defuncion del causante en los mismos términos.

5.° Copia de la hoja de servicios.

6.° Los huérfanos presentarán además la fé de muerte de la madre y los siguientes:

Testimonio del testamento del padre en que conste los hijos que dejó á su fallecimiento.

Partidas de bautismo, casamiento ó defuncion de los hijos que resulten de él.

Fés de soltería de los que se hallen en ese caso.

Si fuesen varones deberán acreditar que no tienen empleo con renta ó sueldo del Erario.

Documentos que han de acompañarse á las instancias en solicitud de licencia para casarse.

1.° Instancia al Jefe superior del Estado espresando en ella el apellido paterno y materno, así como los de la contrayente.

2.° Copia legalizada del despacho ú órden del empleo efectivo que disfrute.

3.° Partidas de bautismo originales y legalizadas de ambos contrayentes.

4.° Certificacion de buena vida y costumbres de la interesada.

5.° Los subalternos deberán acreditar haber hecho el depósito que previene el Decreto de 19 de Abril de 1869.

6.° Copia de la hoja de servicios.

FIN.