

MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL
DE INGENIEROS


DEL EJÉRCITO



COLECCION DE MEMORIAS

QUINTA ÉPOCA.—TOMO XLII

(LXXX DE LA PUBLICACION)



Año 1925



MADRID

IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1925

INDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas

del

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJERCITO

publicadas en el año de 1925.

El abastecimiento de agua en el Ejército Inglés durante la guerra europea.—Por el comandante de Ingenieros D. FEDERICO BEIGBEDER.—Consta de 64 páginas y 16 figuras intercaladas en el texto.

Fuerzas motrices del valle de Lecrin.—Por los tenientes coroneles de Ingenieros D. ALFREDO VELASCO y D. GUILLERMO ORTEGA.—Consta de 30 páginas y 24 figuras intercaladas en el texto.

Las nuevas orientaciones de la dinámica atmosférica.—Ciclones y previsión del tiempo.—Por el comandante de Ingenieros D. JOSÉ CUBILLO.—Consta de 52 páginas y 50 figuras intercaladas en el texto.

Los modernos globos de observación.—Por los capitanes de Ingenieros D. FÉLIX MARTÍNEZ SANZ y D. ANTONIO GARCÍA VALLEJO.—Consta de 92 páginas y 103 figuras intercaladas en el texto.

La T. S. H. durante 1924.—Por el capitán de Ingenieros D. ENRIQUE GALLEGU VELASCO.—Consta de 34 páginas.

El Palacio de Buenavista.—Por el coronel de Ingenieros Sr. D. JUAN LARA Y ALHAMA.—Consta de 44 páginas y 29 planos intercalados en el texto.

Centrales portátiles Telegráficas y Telefónicas de campaña y Teléfonos militares ligeros tipo español T. O.—Por el comandante de Ingenieros D. JOAQUÍN TARAZONA y capitán de Ingenieros D. EUGENIO ONDOVILLA.—Consta de 42 páginas, 17 figuras, 4 gráficos y 4 esquemas intercalados en el texto.



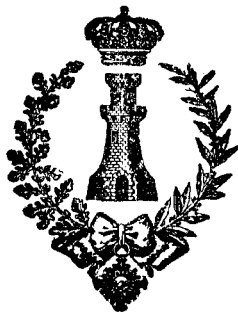
**EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL EJERCITO INGLES
DURANTE LA GUERRA EUROPEA**

FEDERICO BEIGBEDER

COMANDANTE DE INGENIEROS

EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL EJERCITO

INGLES DURANTE LA GUERRA EUROPEA



MADRID.—IMPRESA DEL «MEMORIAL
DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».-1925.





INTRODUCCION

Las tropas combatientes tienen que estar en buenas condiciones físicas para que den su máximo rendimiento, y entre los diversos factores que influyen en aquéllas, ocupan lugar preferente la comida y el agua. La desdichada teoría de la sobriedad que aún está grabada en el meollo de más de uno, sólo sirve para que el soldado luche falto de energías físicas, tan importantes como las morales.

El abastecimiento de agua en campaña es un problema de conservación de efectivos, en lo que respecta a las grandes epidemias que azotan a los ejércitos, y entre las causas de éstas ocupa lugar preferente el agua, vehículo apropiado para difundir tantas enfermedades (1).

El abastecimiento de agua, presenta la particularidad de estar íntimamente ligado a la topografía y geología del terreno donde se opera; es además problema de organización y previsión, donde toda la gama del arte del ingeniero tiene adecuado empleo; necesita estar centralizado en un solo organismo para su buen funcionamiento y exige un estudio especial, pues *cuanto más agua se distribuye más se gasta*.

La organización de nuestras compañías de zapadores es deficiente en este asunto, pues no disponen de depósitos de lona, ni de bombas de mano y mecánicas, y con sus medios no pueden, en realidad, abastecer de agua, aunque ésta exista en abundancia, dado el tiempo enorme que se tardaría.

(1) La siguiente estadística sobre el Ejército inglés da idea de lo que representa un buen servicio de abastecimiento de aguas:

	Fuerza total.	Casos de tifus.	Muertos.
Guerra boer.....	208.000	58.000	8.000
Guerra Europea (Francia)...	1.000.000	7.500	266

La creación de una unidad especial dedicada al abastecimiento de agua en campaña, con material apropiado para perforaciones de pozos, y con personal apto tendría la ventaja, *de que en tiempo de paz y como escuelas prácticas dotaría de agua a tanto pueblo, que teniéndola con seguridad bajo sus pies, se ve precisado a ir a buscarla a varios kilómetros de distancia, y muchas veces en malas condiciones de potabilidad.*

Los ingenieros ingleses están publicando una serie de obras bajo el título general de *Work of the R. E. during the European War*, tratando de los trabajos efectuados en cada especialidad durante la guerra. Hemos traducido lo referente al abastecimiento de agua y recomendamos con gran interés a los compañeros una ojeada a este libro para formarse idea de los «mapas de aguas» que acusan la perfecta organización de este asunto de gran importancia, y en que tanto hay que aprender.

CAPITULO I

Organización y desarrollo del sistema de abastecimiento.

Al empezar la guerra, el Ejército inglés disponía solamente de medios para el abastecimiento de agua en pequeña cantidad a hombres y animales, y las operaciones y concentraciones del ejército estaban subordinadas a los sitios donde había agua.

Al terminar la campaña, la organización del servicio se había desarrollado y mejorado en forma tal, que las operaciones podían llevarse a cabo en cualquier momento y en los sitios más adecuados por razones tácticas o estratégicas, sin preocuparse de la cantidad de hombres, ni de si existía o no agua en las proximidades.

Los rasgos más salientes en la técnica del abastecimiento de agua, fueron:

1.º *Organización de la plana mayor de abastecimiento de agua, como una de las obligaciones de las tropas de ingenieros en campaña, incluyendo la recopilación de datos técnicos, en especial sobre condiciones geológicas.*

2.º *El aumento de instalaciones mecánicas y el empleo de líneas de abastecimientos, con centrales y tuberías.*

3.º *El uso del transporte mecánico para la conducción del agua.*

4.º *La utilización de sistemas mecánicos para la filtración y purificación del agua.*

5.º *El empleo en gran escala de instalaciones de perforación, con objeto de captar aguas profundas.*

INVESTIGACIONES EN BÉLGICA Y N. E. DE FRANCIA.—Cuando en diciembre de 1914 se estabilizó el frente, se empezó a recopilar datos sobre

aguas, en especial en los pueblos; se publicaron varios folletos y además se empezaron a formar los *mapas de aguas, donde estaban perfectamente marcadas las tuberías de abastecimiento, número de pozos y su profundidad, manantiales, etc.*, haciéndose una nueva tirada cuando así lo exigían los cambios efectuados en el terreno.

COMITÉ DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.—Como resultado de las investigaciones anteriores, en mayo de 1915 se constituyó un Comité de Abastecimiento, con objeto de formular las necesidades de hombres y animales y todo lo concerniente a la captación, purificación, almacenaje y distribución del agua.

Las consecuencias deducidas por el Comité, fueron que las *cantidades mínimas de agua necesarias* eran:

CLASIFICACION	LITROS POR DIA	
	En marcha.	En reposo.
Hombres.....	1,5	4,5
Animales	9	13,5

Respecto a purificación indicó: que en el frente y para pequeñas cantidades se emplearan carros-cubas y que a retaguardia se efectuase en instalaciones especiales dispuestas en camiones o barcazas; respecto al almacenaje debían existir 12 barcazas aljibes con una capacidad individual de 54 metros cúbicos.

Por último, la distribución se debía efectuar por una «sección de agua», formada con camiones-cubas y camiones con instalación de purificación y contra envenenamiento.

Las barcazas de purificación y almacenaje se pidieron al Director del Transportes y Canales, antes de formarse el Comité, puesto que se consideró que los canales eran la única fuente de abastecimiento de agua bruta.

Las instalaciones contra-envenenamiento se pidieron porque se creía que los alemanes habrían envenenado con arsénico las aguas de Messines, creencia que luego se demostró era falsa.

En enero de 1916 en vista del aumento de fuerzas en Francia y de la probable escasez de agua en la zona del 3.^{er} ejército, se volvió a reunir el Comité, el que propuso las siguientes medidas para el caso de un avance del 3.^o y 4.^o ejércitos:

- 1.^o Las aguadas deben establecerse en puntos adecuados del frente y

el agua debe enviarse lo más lejos posible por medio de bombas especiales y tuberías.

2.º Este sistema de abastecimiento, debe completarse por el transporte mecánico del agua, aumentando temporalmente los carros-cubas regimentales.

3.º Que se equipasen lo antes posible 191 camiones de 3 toneladas para llevar cada uno un depósito de 2.500 litros.

4.º Que en cada ejército se nombrase una plana mayor especial para tratar todo lo concerniente a la ejecución y organización de los trabajos relacionados con el abastecimiento de agua a las tropas.

INSTALACIONES DE PURIFICACIÓN EN BARCAZAS.—Se pidieron seis unidades, compuestas cada una de:

Una barcaza de filtración con capacidad de 18 metros cúbicos por hora.

Una barcaza para almacenar los ingredientes químicos necesarios en catorce días.

Cuatro barcasas-depósitos con capacidad cada una de 58,5 metros cúbicos.

El proceso químico de la purificación, era:

1.º Sedimentación y filtración a través de arena o material análogo.

2.º Clorinación.

3.º Quitar el exceso de cloro.

La clorinación se efectuaba con cloruro cálcico y la sedimentación añadiendo alumbre y carbonato de cal o sosa cuando lo requería el agua; la filtración y purificación estaba dispuesta para que funcionase continuamente y la sedimentación se obtenía en los depósitos de contacto por un sistema de rueda de paletas.

Después de filtrada el agua se mantenía durante una hora en la barcaza, para nuevo examen y tratamiento por sulfato de sosa, si había exceso de cloruro de cal.

Las barcasas de filtración, estaban provistas de un excelente laboratorio, y cada una de ellas a cargo de uno o varios oficiales químicos.

Merecen citarse los trabajos efectuados por las unidades números 1 y 2, las que durante veintidós meses, se dedicaron a purificar el agua del río Lys y enviarla a través de una tubería de 9 kilómetros.

Las instalaciones de purificación en barcasas, fueron las precursoras de las instalaciones análogas para Mesopotamia y *establecieron un precedente en el abastecimiento de agua potable, tomada de los canales, y ríos asunto del cual no se había tratado antes, ni en paz ni en guerra.*

COMPAÑÍAS DE AGUAS.—Se organizaron cuatro compañías, las dos primeras compuestas de plana mayor y tres secciones, y las dos restantes de seis.

Las secciones de purificación de agua estaban dotadas de un aparato esterilizador, que empleaba cloro líquido, con lo cual el rendimiento de agua tratada subió de 1.800 a 4.500 litros por hora.

NOMBRAMIENTO DE «OFICIALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS».—De acuerdo con las instrucciones del Comité de Abastecimiento, se nombró un oficial para encargarse del abastecimiento avanzado en el tercer ejército; más tarde se designó un *oficial de abastecimiento de agua* en cada ejército, cuyo cometido era ser consejero técnico en todos los asuntos relacionados con el abastecimiento de agua, además de lo relativo al material.

BOMBAS MECÁNICAS.—Durante los primeros dieciocho meses de la guerra, hubo poca necesidad de bombas mecánicas, puesto que en la comarca donde operaban el 1.º y 2.º ejércitos, había agua superficial, o se la encontraba a poca profundidad; se reconoció, sin embargo, que para grandes concentraciones o para un avance en terreno seco, debía existir un material especial.

En 1915 se pidieron 18 instalaciones mecánicas de varios tipos, cada una con capacidad de 9 metros cúbicos por hora, más 192 kilómetros de tubería de acero de 100 milímetros; más tarde, y para la ofensiva del Somme, se enviaron bombas de capacidad variable de 9 a 31 metros cúbicos por hora, con altura de impulsión de 60 a 106 metros y gran longitud de tubería.

DESARROLLO DEL SERVICIO HASTA JULIO DE 1916.—De lo anterior, se ve que el plan estudiado para las operaciones del Somme, consistía en:

1.º Para la concentración de tropas y animales, se establecían bombas mecánicas y tuberías, en la zona de los ejércitos, para suplementar los recursos disponibles.

2.º Para el avance, se montaban bombas mecánicas lo más cerca posible del frente, y se organizaban depósitos de tubería, para tenderla inmediatamente.

3.º En el frente se instalaban aguadas para abastecer los camiones-cubas.

4.º Tan pronto como empezaba el avance y se tendía la tubería, se establecían aguadas al final de ellas.

5.º Las compañías de aguas, *entraban en funciones después del avance y eran el eslabón de unión entre las aguadas y los carros-cubas regimentales.*

6.º Se aumentó el número de carros-cubas regimentales.

7.º Solamente se estudiaron medios para llevar agua a las tropas, durante el avance, *sin preocuparse de las necesidades de los animales.*

COMPAÑÍAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.—En 1.º de julio de 1916, se ha-

bían instalado 100 bombas mecánicas y 192 kilómetros de tubería, en la zona del 4.º Ejército, cantidades que aumentaron al ir preparando la batalla del Somme.

Para operar y entretener las instalaciones de bombas fué necesario buscar maquinistas de todas las unidades del ejército, que se agregaron a las compañías de zapadores; este sistema dió lugar a inconvenientes, y para remediarlo se organizaron en cada Ejército una «Compañía Mecánica y Eléctrica» con objeto de explotar las instalaciones de bombas mecánicas y organizar talleres para la reparación de la maquinaria.

INSTALACIONES DE PERFORACIÓN.—Las instalaciones para perforar el terreno dieron gran resultado durante el periodo de concentración para la batalla del Somme, y se aumentó considerablemente su rendimiento por el empleo de el emulsores o la bomba de aire «(airlift pump)». Con esta bomba se logró aumentar el rendimiento de un pozo de 150 milímetros, que era con bomba ordinaria de 13,5 metros cúbicos por hora, a 26 metros cúbicos. En un pozo del valle del Ancre se consiguió, trabajando dos bombas de aire al mismo tiempo, un rendimiento de 135 metros cúbicos por hora. En marzo de 1917 se formaron tres secciones de perforación afectas cada una a las compañías Eléctricas y Mecánicas de Ejército; la sección tenía cuatro perforadoras, con un personal para cada una de éstas, de un cabo y ocho soldados.

Más tarde se organizaron otras dos secciones, dotando a cada perforadora de 12 hombres, dado el trabajo incesante que tenían que ejecutar.

GEOLÓGIA.—En 1915 se agregó a la oficina técnica del ingeniero jefe de los ejércitos, un geólogo con objeto de ilustrar en lo concerniente a la captación de aguas, y preparar mapas donde se indicaban los recursos de la comarca.

Sus servicios fueron de gran valor, pues ahorró mucho tiempo y marcó los sistemas de abastecimiento que debían emplearse en cada zona, de acuerdo con la estructura geológica.

Es de gran importancia, antes de decidirse por la adopción de un tipo de maquinaria o de un sistema de abastecimiento de agua, tener un profundo conocimiento de la geología del país y de las características de las capas subterráneas de agua (1).

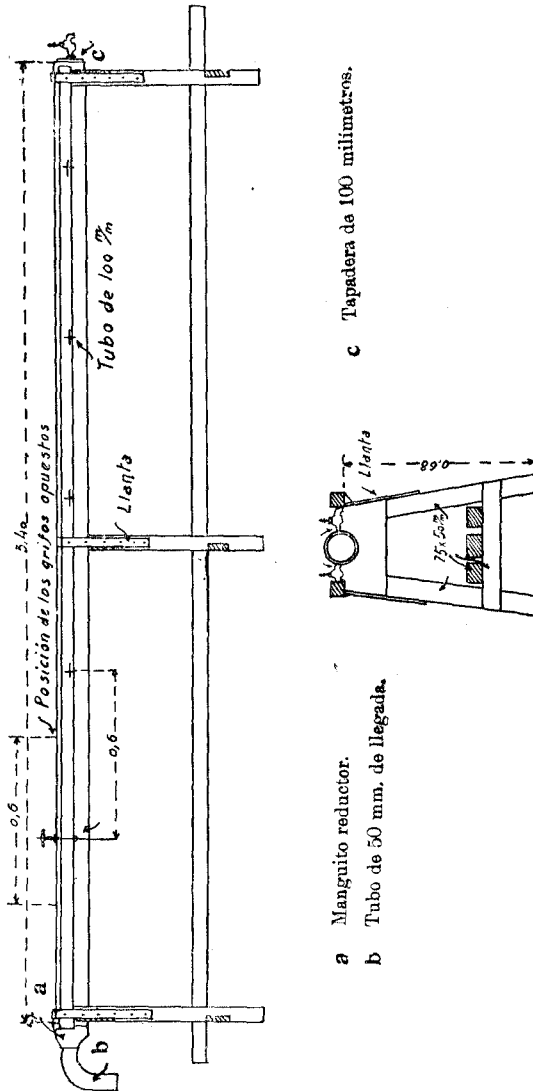
ORGANIZACIÓN AMERICANA.—Los americanos copiaron todo el sistema inglés y lo único en que se distinguieron fué en dotar a cada Ejército de un Regimiento de Abastecimiento de agua, compuesto de seis compañías de 250 hombres: cada Cuerpo de Ejército tenía afecta una compañía.

(1) Sería de gran utilidad que nuestro Instituto Geológico publicase un mapa del país indicando la profundidad probable de las capas de agua. Este plano sería un auxiliar poderoso para todos los trabajos de ingeniería civil.

CAPITULO II

Maquinaria y material.

TUBERÍA.—Al principio de la guerra las dimensiones de los tubos existentes en los Parques de Ingenieros era de 50, 38 y 25 milímetros de



c Tapadera de 100 milímetros.

a Manguito reductor.

b Tubo de 50 mm. de llegada.

Fig. 1.—Aparato para llenar cantimploras, con grifos de latón de 19 milímetros.

diámetro, dimensiones insuficientes para el sistema de abastecimiento

por medio de tuberías de gran longitud, adoptándose finalmente el tubo de 100 milímetros de diámetro interior para las líneas principales.

Los primeros tipos de tubos eran de bridas, pero debido a existir varios tipos de éstas y uno solo de perno, la colocación en obra era difícil y lenta; además el paso de carruajes por encima de las tuberías ocasionaba la rotura de las bridas.

Se adoptó definitivamente la junta de rosca aunque requiere personal más hábil; el tipo de «junta rápida» no se ha encontrado todavía.

ACCESORIOS.—La cantidad de accesorios necesarios por kilómetro de tubería es difícil de apreciar, pues depende de las condiciones locales y tácticas, y así como la tubería no faltó nunca, se sufrió escasez de accesorios; para facilitar el aprovisionamiento se empezaron a unificar los tipos en agosto de 1918.

MEDIO PARA LLENAR LAS CANTIMPLORAS.—Para llenar rápidamente las cantimploras, se empleó un tubo de 100 milímetros y de 3,4 metros de longitud perforado en varios puntos, de una generatriz y con un grifo roscado en ellos. El conjunto se ponía sobre un caballete para darle la altura conveniente. Uno de los extremos del tubo estaba unido al tubo de llegada del agua y en el otro estaba cerrado con una tapa provista de un grifo (fig. 1).

DEPÓSITOS PARA AGUA.—Los tipos normales de depósitos de metal fue-

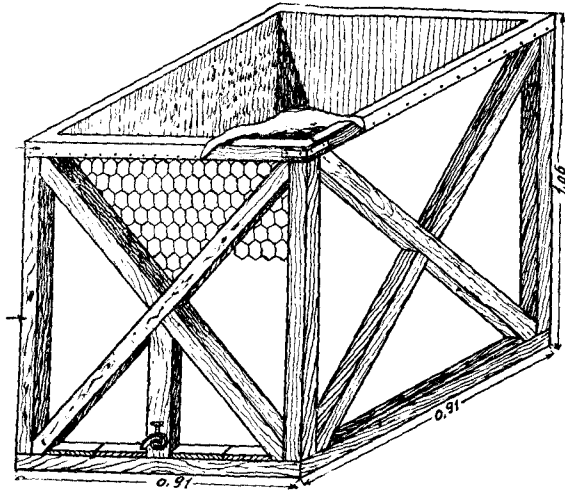


Fig. 2.—Depósito de agua formado de madera, tela metálica y lona. Maderas de 50 por 50 milímetros.

ron de 7.200 litros, cuyas dimensiones aproximadas eran 2,43 por 2,43

metros de base y 1,22 de altura: de 1.800, 900, 450 y 225 litros construídos de hierro galvanizado y de forma rectangular o circular. Los dos últimos tipos fueron muy pedidos para las trincheras y asentamiento de baterías.

Un tipo rápido que se empleó mucho estaba constituido por un armazón de madera con tela metálica y dentro de una lona impermeable (figura 2).

EL ABASTECIMIENTO DE BOMBAS.—Durante el período comprendido entre marzo de 1917 y noviembre de 1918 se facilitó al Ejército las siguientes bombas mecánicas:

DESIGNACION	CANTIDAD
Bombas alternativas con motor de petróleo o gasolina..	91
Idem de vapor.....	135
Idem para pozos con motor de gasolina.....	130
Idem para trincheras.....	390
Idem centrifugas.....	121
Instalaciones de aire comprimido.....	71
Elevadoras de agua, (correa hidráulica y cadena hélice)..	108
TOTAL.....	1 041

VARIEDAD DE TIPOS.—El número de tipos de bombas y máquinas alcanzó grandes proporciones en los primeros meses de 1916, siendo inútiles parte de ellos, debido a la falta de práctica en su construcción, a la imposibilidad de tener en fecha oportuna material y, por último, a no haber previsto bien las necesidades.

BOMBAS ALTERNATIVAS.—Se emplearon los tipos siguientes:

1.º De 27 metros cúbicos por hora y 106 metros de altura de impulsión, con motor de petróleo de 14 caballos y mando por correa; la bomba era de tres cilindros verticales y apta para trabajar de modo semi-permanente.

No es tipo recomendable, pues las bombas centrifugas son más ligeras y más aptas para trabajos en la zona del ejército.

2.ª De 11 metros cúbicos por hora y 106 metros de altura de impulsión.

Se emplearon dos tipos: uno, de tres cilindros verticales con motor de petróleo de siete caballos, y otro, de dos cilindros horizontales con motor de igual potencia.

Los dos tipos anteriores dieron excelentes resultados y se emplearon

en gran escala; para facilitar su colocación iban montados sobre armazón de madera o hierros en U.

3.º De 9 metros cúbicos por hora y 18 metros de altura de impulsión.

4.º De 4,5 metros cúbicos por hora y 36,5 metros de altura de impulsión.

Estos dos tipos eran los normales en el *Service des Eaux* de los franceses, fabricados por la casa Guy & Mital, y estaban formados por un solo cilindro vertical, con motor de gasolina de 1,5 caballos.

El mando era por correa con polea de tensión, y el conjunto estaba montado en una carretilla metálica, con dos ruedas en el frente; *su manejo es muy sencillo, un hombre puede transportarlas, y prestaron excelentes servicios.*

BOMBAS DE VAPOR.—Los tipos principales de bombas de vapor, fueron:

1.º De dos cilindros, 22,5 metros cúbicos por hora y 152 metros de altura de impulsión; demostraron ser muy voluminosas y se emplearon poco.

2.º De dos cilindros, 18 metros cúbicos por hora y 106 metros de altura de impulsión; la caldera era de tipo vertical, con capacidad de evaporación de 272 kilos por hora.

Se emplearon mucho fuera de la zona avanzada, donde se delataban por el humo y vapor.

3.º Bombas de incendios tipo «Merryweather», portátiles, con carro destacable de dos ruedas y con caldera extra-rápida de tubos de agua. Los tipos empleados fueron dos:

Tipo número 1, «Valiant», de 22,5 metros cúbicos por hora y 10,6 metros de altura de impulsión, que en la práctica puede llegar a 18 metros.

Tipo número 2, «Valiant», de 32 metros cúbicos por hora y 76 metros de altura de impulsión.

Estas bombas de incendios fueron muy útiles y se emplearon cuando era necesario gran rapidez de instalación. Su inconveniente principal es el abastecimiento de combustible durante los avances.

BOMBAS PARA POZOS TUBULARES.—Se emplearon los siguientes tipos:

1.º De 4,5 metros cúbicos por hora y 76 metros de altura de impulsión; este tipo fué el más usado, accionado por motor de petróleo de siete caballos y proyectado para tubo de 150 milímetros.

2.º Tipo de 13,5 metros cúbicos y 60 metros de altura de impulsión.

3.º Tipo de 13,5 metros cúbicos y 45,7 metros de altura de impulsión; dispuesta para trabajar con tubo de 200 milímetros y accionada por motor de 10 caballos. Se empleó mucho.

Según informe de un oficial de abastecimiento de agua, los tipos análogos alemanes eran mejores.

BOMBAS DE MANO PARA POZOS PROFUNDOS.—A últimos de 1917 las unidades divisionarias pidieron gran cantidad de este tipo para reemplazar el clásico torno con cubos, usado para extraer agua.

Aunque existía un tipo reglamentario, no dió buen resultado y fracasaron los ensayos efectuados para modificarlo.

En 1918 se encargaron *bombas de mano, de un gasto de 1.350 litros por hora, altura de impulsión de 30 metros y aptas para emplearse con tubos de 150 milímetros; estas bombas no se recibieron hasta después del armisticio, pero parecen constituir un tipo para esta clase.*

Se emplearon con éxito una cierta cantidad de bombas análogas abandonadas por los alemanes en su retirada.

BOMBAS CENTRÍFUGAS.—Para las grandes instalaciones constituyen una clase muy importante por su manejo y compacidad.

Como ejemplo, una instalación de bomba centrífuga acoplada directamente al motor, con capacidad de *54 metros cúbicos por hora y 182 metros de altura de impulsión, pesa 2,75 toneladas y puede transportarse en un camión de 3 toneladas de carga, mientras que una bomba alternativa de 3 cilindros con motor de 70 caballos y para el mismo rendimiento, pesaría 22 toneladas.*

Los tipos de bombas centrífugas empleados fueron:

1.º De 32,4 metros cúbicos por hora y 152 metros de altura de impulsión; instalación análoga a las modernas bombas de incendios, accionada por motor de 4 cilindros y el conjunto montado en un bastidor de hierro en **U**, podía ser transportada en un camión de 3 toneladas.

Este tipo dió excelente resultado.

2.º De 22,5 metros cúbicos por hora y 152 metros de altura de impulsión.

3.º De 27 metros cúbicos por hora y altura de impulsión variable de 60 a 76 metros.

BOMBAS PARA TRINCHERAS.—Eran centrífugas, directamente acopladas a motores de pequeña potencia y proyectadas para agotar las trincheras y galerías, durante el período de la guerra de minas.

Existían varios tipos, cuyas características medias eran 9 metros cúbicos por hora, con altura de impulsión de 6 a 9 metros, y que en general no dieron buenos resultados.

INSTALACIONES DE AIRE COMPRIMIDO (AIRLIFT SETS).—En realidad son emulsores de aire.

Las instalaciones de aire comprimido, demostraron ser un medio excelente para impulsar el agua de los pozos perforados en terreno cretáceo;

mientras que con una bomba para pozo tubular, el gasto era de 13,5 metros cúbicos por hora, *con una instalación de aire comprimido se llega a 45 metros cúbicos.*

Los compresores empleados tenían capacidad variable de 2,8 a 4 metros cúbicos de aire por minuto, y fueron de tipos diversos, por dificultades en las entregas del material.

La disposición de la tubería en los pozos de sondeo, dependía del tamaño del compresor, pero con tubos de 150 milímetros, el tubo de salida del agua tenía 100, con un tubo interior de 25 para el aire. El tubo de aire, frecuentemente, estaba perforado en una longitud de 60 centímetros, con una serie de agujeros de 3 milímetros, para la formación de burbujas de aire; debajo de los taladros existía una longitud de 2,5 a 3 metros de tubo sin perforar, con su extremo inferior abierto.

La gran ventaja de la instalación reside en que no hay válvulas ni émbolos, eliminándose así gran parte de los accidentes de las bombas ordinarias.

INSTALACIONES MÓVILES DE COMPRESORES DE AIRE.—Para ahorrarse pequeñas instalaciones y maquinistas, y al mismo tiempo poder hacer frente a contingencias imprevistas, como movimientos rápidos de una a otra zona de gran cantidad de caballos, se instalaron compresores en camiones, de 3 a 5 toneladas de carga.

En cada pozo de sondeo se instalaba el tubo de salida y del aire, más depósitos para almacenar el agua; al camión-compresor se conectaba el tubo de aire y se empezaba a extraer agua hasta llenar los depósitos, en cuyo caso, se desconectaba y marchaba a otra instalación a efectuar la misma operación.

De esta forma se obtenían las ventajas de una instalación de gran capacidad, sin necesidad de instalación permanente, y además un camión-compresor podía abastecer a varios sitios.

Durante el avance de agosto de 1918, en Bepaume, los camiones-compresores en una semana, dieron un rendimiento de 22,500 metros cúbicos de agua.

ELEVADORES DE AGUA.—Bajo este nombre se incluyen la «cadena hélice» y la «correa hidráulica».

Cadena hélice.—Consiste en una cadena especial que trabaja entre una polea en la parte superior y una polea de contrapeso en la inferior, sumergida en el agua un metro. La cadena consiste esencialmente de dos partes: una, formada por una ligera cadena que es la que soporta el esfuerzo y alrededor de ésta una espiral de alambre de acero unida a ella de vez en cuando.

Al girar rápidamente todo el sistema dentro del agua, eleva ésta a la

superficie, y la fuerza centrífuga al llegar a la parte superior la despidió sobre una tapa colectora que envuelve la polea.

El conjunto dió buenos resultados hasta una profundidad de 30 metros, con un gasto medio de 2.800 litros por hora.

*Correa hidráulica: (Belt pump).—*Consiste en una correa de lona o yute de 20 centímetros de ancha, trabajando sobre una polea de diámetro variable de 30 a 38 centímetros y sumergida en el agua del pozo.

No es necesario contrapeso de ninguna clase y el agua es arrastrada por la correa y recogida en la parte superior por un colector.

La correa hidráulica dió muy buenos resultados en casos de apuro, y es un sistema que sin duda se perfeccionará; se empleó en pozos hasta de 60 metros de profundidad.

De las experiencias efectuadas se deduce que el mayor rendimiento se obtiene cuando la longitud total sumergida (dos ramales) de la correa, es superior al doble de la profundidad del agua, en 1,8 metros.

Con objeto de evitar que la correa toque al fondo durante su funcionamiento, se puede adoptar la siguiente regla práctica: La longitud total de la correa en reposo debe ser tal, que su extremo diste del fondo 15 centímetros.

MÁQUINAS DE REPUESTO.—La experiencia demostró que las roturas eran más frecuentes en los motores que en las bombas y, por tanto, fué necesario tener un repuesto mayor de aquéllos que de éstas.

En el período comprendido entre enero de 1917 y la fecha del armisticio, se facilitaron como repuesto 80 motores de 7 a 10 caballos y 89 de cinco.

POTENCIA DE LOS MOTORES.—Aunque a primera vista pueda parecer que las instalaciones tenían exceso de potencia en los motores, fué esto debido a las causas siguientes:

- 1.^a El combustible era de muy mala calidad y distinto del proyectado para la máquina.
- 2.^a Los maquinistas eran frecuentemente poco diestros e incapaces de obtener los mejores resultados.
- 3.^a El tiempo de trabajo era considerable: *de ordinario, de dieciocho a a veintidós horas al día, y se cita un caso de marcha sin interrupción durante seis días.*

EXPERIENCIAS EN OTROS TEATROS DE LA GUERRA.—Es digno de mención que los comunicados de Palestina, Salónica y Mesopotamia, concuerdan por completo con las conclusiones anteriores. Como es lógico, hay diversidad de opiniones sobre las ventajas de ciertos motores, cuyo rendimiento está ligado íntimamente a la destreza de los maquinistas.

INSTALACIONES DE PERFORACIÓN.—Las primeras instalaciones de perfo-

ración no fueron automotoras y necesitaban para su transporte tractores de artillería o camiones.

Los tipos adoptados después, fueron de marca americana y automotores; la mayoría de los pozos abiertos debían forrarlos con tubo de 15 centímetros, pero más tarde hubo tendencia a emplear la tubería de 200 milímetros, más apta para las bombas de 13,5 metros cúbicos por hora; en general, *parece que se empleará el tubo de 200 milímetros*, pues su coste es un poco mayor y hay poca diferencia en la velocidad de perforación.

El trabajo total efectuado por las «Secciones de Perforación de Ejército», fué unos 470 pozos, de profundidades variables de 60 a 213 metros. Como término medio, un pozo de 106 metros necesita 4 días de trabajo.

Para el empleo en la línea avanzada se notó la falta de un tipo verdaderamente portátil; se ha indicado para ello la instalación de una perforadora en un carro de asalto ligero.

FILTRO-TUBO «ASHFORD».—En la zona del 2.º ejército, no dieron resultado las perforaciones, debido al inconveniente encontrado en las arenas muy finas, que pasaban por la mayoría de los filtros empleados y permanecían en suspensión varias horas en los depósitos de agua.

Esta dificultad fué vencida a mediados de 1918 por el tubo-filtro «Ashford» demostrando las experiencias con él efectuadas que el rendimiento en agua clara aumentó en un 50 por 100.

El filtro consiste en una columna octogonal formada de varillas y secciones equidistantes, para la sujeción de aquéllos; sobre el conjunto va una hélice, un alambre de cobre, con un paso pequeño y dependiente del tamaño de la arena.

CAPITULO III

Trabajos efectuados.

La dificultad esencial en el abastecimiento de aguas, lo mismo en un avance que durante una retirada, fué debida a las necesidades del ganado; el dotar los carros-cubas regimentales, fué un problema más sencillo.

Para el avance sobre la zona seca del sur de Arras, el transporte mecánico jugó un gran papel para procurar agua a los hombres y ganado hasta que pudieron instalarse nuevos medios de abastecimiento, siendo, por lo tanto, de la mayor importancia el establecer aquéllos lo más rápidamente posible, es decir, que tenían que ser construídos con carácter provisional; en general, todos los trabajos efectuados, durante un avance

o una retirada, debían hacerse del modo más sencillo posible, para después irlos perfeccionando poco a poco.

AGUADAS.—Como regla general, las aguadas estaban establecidas cerca de los caminos importantes, *pero nunca sobre ellos*, y en lugar determinado por las condiciones topográficas del terreno. En tiempo seco, se construían, siempre que era posible, *pistas especiales para el ganado*.

Además del taponamiento ocasionado en los caminos principales por los animales que esperaban, para abreviar, se observó que el tráfico del ganado destruía rápidamente el firme, *y fué, por lo tanto, muy importante, situar las aguadas en forma tal, que su acceso en la estación húmeda se verificase por caminos laterales y sin cruzar nunca los caminos principales del tráfico*.

Las aguadas constan de los elementos siguientes:

- a) Depósitos.
 - b) Abrevaderos.
 - c) Tomas de agua para camiones y carros cubas.
 - d) Aparatos para llenar las cantimploras.
- a) *Depósitos*.—Para instalaciones provisionales, se empleó en gran escala el depósito de lona de 10 metros cúbicos, colocado sobre un castillete de madera y con armazón de este material para soportar los costados.

Cuando era necesario mayor capacidad, se empleaban encerados de lona de una superficie de 9 por 9 metros cuadrados, con los que se formaban depósitos de 0.75 metros de profundidad, capaces para 36 metros cúbicos de agua.

Una vez construído el número necesario de depósitos, se les conectaba con un tubo de 100 milímetros, suspendido sobre caballetes de madera.

Se emplearon diversos tipos para constituir el armazón de los depósitos y, por último, se unificaron todos, construyéndose en las Bases y almacenándose en los Parques de Ingenieros.

La lona fué el material más empleado, y con ellas se podían formar los depósitos de las siguientes maneras:

- 1.º Con una sola lona y armazón de madera colocando el depósito sobre el terreno, o bien elevado sobre un castillete a la altura necesaria.
- 2.º Con una sola lona, siendo el depósito enterrado o rodeado de tierra, apisonada, para soportar el empuje del agua.
- 3.º Con varias lonas, empleando una junta especial y como en el caso anterior.

Se aumentó la duración de las lonas, alquitranándolas bien por las dos caras; en algunos casos se emplearon depósitos de ladrillo o de hormigón.

La gran ventaja de almacenar el agua en depósitos, estriba en que se pueda hacer frente a contingencias imprevistas, como roturas de bombas, cañerías, etc., etc.

En las aguadas, era corriente tener almacenados 180 a 270 metros cúbicos de agua, y en algunos casos, más.

b) *Abrevaderos*.—Como dato, diremos que se necesita un metro lineal de abrevadero, para dar agua a 32 caballos por hora. Según esto, para abrevar 2.000 animales por hora, se necesitan 60 metros lineales de dos caras, y cada cinco minutos abrevaran 170 animales.

Todos los abrevaderos necesitan piso de madera, de grava o de otro material duro; la «disciplina del agua» es de la mayor importancia.

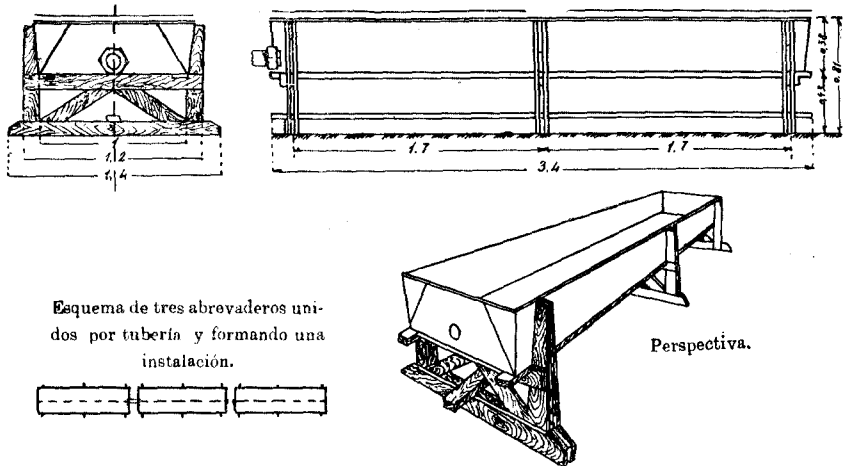


Fig. 3.—Abrevadero de palastro.

Se emplearon una gran diversidad de tipos como los de lona reglamentarios de 2.700 litros, abrevaderos construídos de palastro ondulado, madera, fieltro para techar, hormigón armado, etc.

Para las primeras necesidades se usó mucho el abrevadero de lona de 2.700 litros, rodeado de una fuerte barandilla, para impedir que el ganado saltase dentro (1).

En 1918 se adoptó un tipo de abrevadero (fig. 3) hecho de palastro y de gran capacidad.

c) *Tomas de agua para camiones y carros-cubas*.—Su constitución no presenta ningún rasgo especial; para llenar los camiones, se necesita una

(1) Si no se toma esta precaución el ganado sediento salta dentro del abrevadero y lo destruye.

altura disponible de 2,7 metros, y la manguera debe ser de longitud tal, que no arrastre por el suelo y se ensucie con el fango.

Las tomas de agua deben estar separadas lo suficiente para permitir llenar un camión y un carro cuba de remolque.

La construcción de las aguadas para carros-cuba, es como indica la figura 4, fuera del camino principal y con sus entradas de acceso y salida.

A veces cuando se trata de un núcleo grande de fuerzas, o el tráfico por la carretera principal es de gran importancia, se organizan «sitios de espera».

Las aguadas principales deben estar organizadas para servir simultáneamente a seis u ocho carros-cubas; la clorinación se efectuó en los mismos carros.

d) *Aparatos para llenar las cantimploras*.—El sistema consiste en dos depósitos de 900 ó 1.800 litros, conectados al aparato de llenar las cantimploras, de forma que aquéllos puedan emplearse alternativamente.

De esta forma, cuando un depósito está vacío, se llena de nuevo y se añade cloro para purificar el agua, mientras el segundo depósito se vacía.

AGUADAS LOCALES.—La figura 5 indica un sistema para establecer sobre manantiales o pozos, pequeñas aguadas locales para carros-cubas, que dieron buen resultado.

El marco protector colocado sobre la bomba fué muy útil.—Sin este aditamento, la bomba se rompía o se inutilizaba en unas tres semanas,

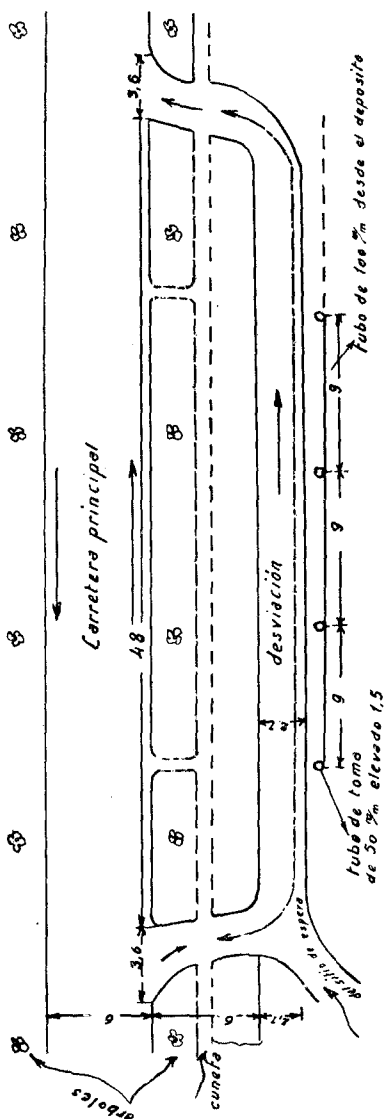


Fig. 4.—Emplazamiento de una aguada para carros-cubas fuera de las carreteras principales.

mientras que con el marco protector, su duración llegaba a más de ocho meses.

Los dos tacos se colocaban a cada lado y en forma de reducir la carrera unos 6 milímetros, con lo que se conseguía evitar golpes al final de aquella y *permitir que la bomba fuese accionada por personal inexperto, que era el caso corriente.*

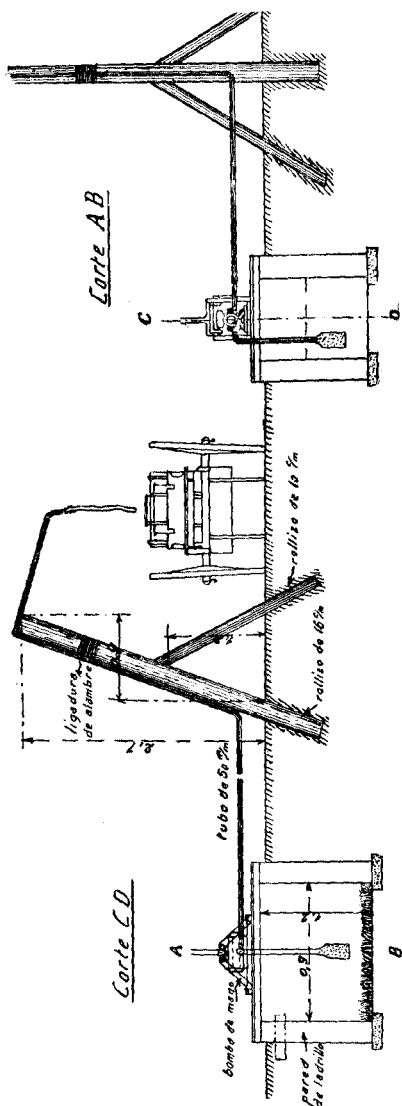


Fig. 5.—Aguada tipo para bomba de mano.

AGUADAS PARA TRINCHERAS.—Consistían, generalmente, en un depósito de 1.800 litros, o mejor dos de 900 litros, y las figuras 6 y 7 indican su organización.

Cuando no existía tubería de conducción a la trinchera, el almacenaje del agua se efectuaba en bidones de 9 litros, los cuales se conducían por la noche a las trincheras al mismo tiempo que las raciones. Con esta organización, eran necesarios depósitos a retaguardia para llenar los bidones y recibir los vacíos, y su emplazamiento debía estar cerca del almacén de raciones para las trincheras. Las partes esenciales de este depósito de retaguardia son:

a) *Depósito.*—Formado con lona, de unos 14 metros cúbicos de capacidad y elevado sobre el terreno para tener presión suficiente con objeto de llenar pronto los bidones; el tubo de salida iba a los depósitos.

b) *Depósitos de clorinación.*—Constituidos por dos de 1.800 a 3.600 litros, para servir alternativamente; estos depósitos están conectados al tubo de salida.

c) *Tubo de salida.*—Formado de un tubo con grifos para llenar los bidones; como complemento, es necesario drenar bien el terreno y formar con tablas un camino de acceso.

d) *Local de limpieza.*—Con agua corriente y disposición para almacenar los bidones limpios.

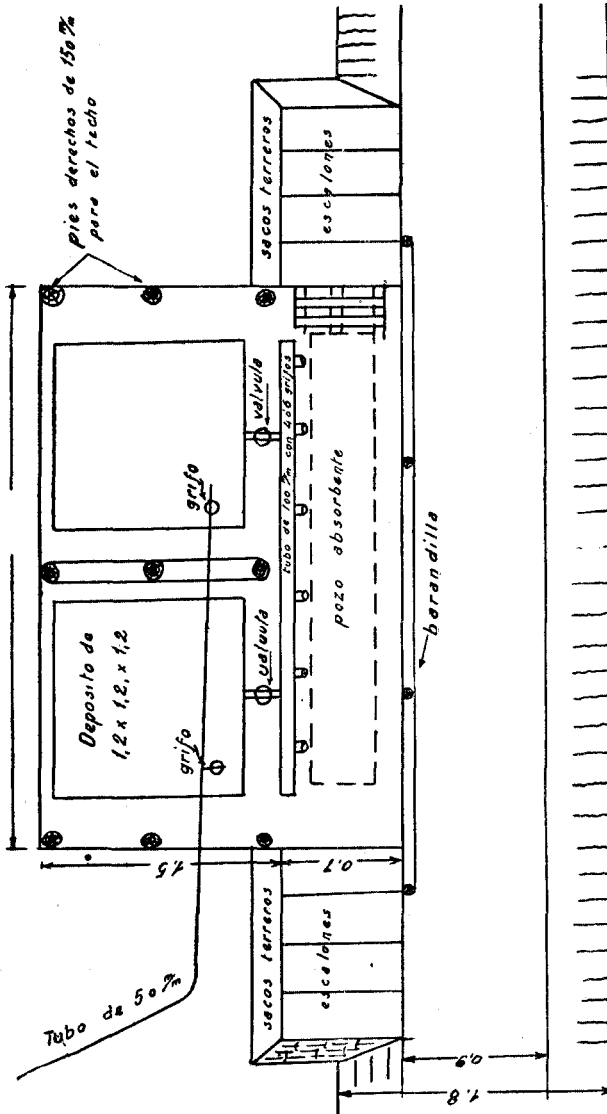


Fig. 6.—Aguada de trinchera. Planta.

Es ademas necesario tomar disposiciones para regular el transporte, bien sea en carros, a lomo o a mano.

Quando existen depósitos fijos en las trincheras, hay que protegerlos

con disposiciones especiales para evitar el envenenamiento del agua por las granadas de gases.

PURIFICACIÓN.—La regla general fué que toda el agua, menos la indicada por las autoridades médicas, debía purificarse por el cloro antes de usarla, y la práctica general fué tratarla en las aguadas y no en el origen.

La práctica francesa fué purificar el agua con solución de «Agua de Javel» (javelización).

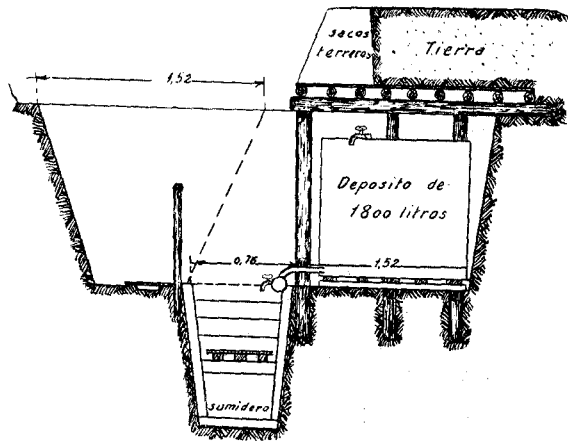


Fig. 7.—Aguadas de trinchera. Sección.

SEDIMENTACIÓN.—Además de tratar el agua con cloro para destruir las bacterias, es necesario, a veces, sedimentarla antes del tratamiento, cuando contiene cierta cantidad de materia orgánica en suspensión: el sistema corriente, consiste en añadir alumbre al agua bruta, y luego tratar por el cloro en la forma siguiente:

Se forma una solución de alumbre, que se hace afluya en el tubo de sedimentación, formándose un precipitado blanco, que arrastra al fondo la materia orgánica, necesitándose unas ocho horas para la completa sedimentación. El agua limpia se impele al depósito de tratamiento por el cloro, y la solución de cloro se hace que afluya al tubo de llegada, en la misma forma que antes.

Después de los treinta minutos necesarios para purificar el agua, se impele ésta a los carros-cubas o a los depósitos de las aguadas.

Los puntos principales que deben tenerse presentes, son:

a) La solución de alumbre debe hacerse de la concentración necesaria, según previas experiencias, y debe recordarse que es preferible añadir más que menos.

b) Debe hacerse que el agua, después de la adición del alumbre, entre en el depósito originando un movimiento circular en la masa; esto se consigue, conduciéndola por una canal inclinada.

c) En el depósito de sedimentación, debe permanecer el agua el tiempo suficiente para que toda la materia orgánica se precipite, y no debe vaciarse el depósito más que hasta 15 centímetros del fondo.

d) Para impeler del depósito de sedimentación al de tratamiento por el cloro, el agua debe tomarse 15 centímetros debajo de la superficie.

e) La mezcla de cloro y agua se verifica de acuerdo con lo indicado por tablas especiales.

f) Cuando el agua bruta dé reacción ácida, debe añadirse además del alumbre, una solución de lechada de cal.

Instalación de Harringhe.

La instalación semi-permanente más importante efectuada durante la guerra, fué la establecida en Harringhe, sobre el río Iser, en 1917.

La obra se proyectó para producir diariamente 900 metros cúbicos de agua filtrada y clorinada y comprendía:

a) Un depósito de decantación de 450 metros cúbicos de capacidad.

b) Dos pre-filtros de 9 por 6 metros de superficie, de cantos rodados, dispuestos en paralelo.

c) Dos filtros de 18 por 9 metros de superficie de arena y grava, dispuestos en paralelo.

d) Un depósito de 450 metros cúbicos para el agua filtrada.

Para casos especiales y para la época de turbias en el río, se dispuso una instalación de filtrado mecánico y esterilización, para tratar 27 metros cúbicos por hora. Desde el depósito de sedimentación el agua pasaba a los filtros y después se trataba por el cloro, por medio de un aparato mecánico, antes de ir al depósito final.

Al empezar a funcionar la instalación se vió que, por tratarse de un agua muy contaminada, los filtros de arena no quitaban ni el color ni el sabor al agua, adaptándose entonces el tratamiento preliminar por el alumbre.

CAPITULO IV

La táctica del agua durante las operaciones.

MEDIDAS PREPARATORIAS.—En marzo de 1916, se dieron órdenes para organizar el servicio de aguas, no sólo para una gran concentración, sino para un avance general sobre la línea del Somme.

Como este avance sería por una zona seca, la organización del abastecimiento de aguas durante el avance debía estudiarse con gran detenimiento, y el resultado fué un folleto titulado *Memorandum on Advanced Water Supplies*, editado en junio, y del cual ponemos a continuación lo más importante.

*
*
*

10. La preparación se está efectuando bajo las siguientes directivas.

a) *Abastecimiento de trincheras*.—El abastecimiento de agua para las trincheras avanzadas se está desarrollando de modo que exista durante la primera fase del avance, la mayor cantidad, con objeto de reducir el transporte sobre ruedas a un mínimo, al mismo tiempo, se dispondrá de recipientes para la distribución a mano a las tropas.

b) *Aguadas iniciales*.—Se han establecido en la zona avanzada, para llenar rápidamente los camiones-depósitos y los carros-cubas, por medio de manguera superior.

La tabla siguiente, indica datos sobre las aguadas iniciales.

Número.	Referencia en el mapa de aguas.	Cuerpos de ejército a que abastecen	Número de tomas de agua.	Cantidad de agua almacenada. Metros cúbicos.
1	J-17-c	8.º	6	32
2	J-29-b	Idem.		81
3	Q-1-a	Idem.	6	39,5
4	Q-7-a	Idem.	4	36
5	Q-7-a	Idem.	4	36
6	Q-34-a	10.º	10	
7	W-5-a	Idem.	10	63
8	W-11-d	Idem.	9	36
9	E-4-a	3.º	6	36
10	E-4-b	Idem.	6	36
11	E-26-c	15.º	6	36
12	K-8-a	Idem.	10	185

c) *Abastecimiento durante el avance*.—Se han instalado estaciones de bombas para impeler el agua durante el avance y además se ha tendido tubería a través de las trincheras lo más a vanguardia posible; se han tomado medidas para prolongarlas y establecer una serie de aguadas avanzadas.

La tabla siguiente, da idea de las estaciones disponibles:

Número.	Referencia en el mapa de aguas.	Cuerpos a que abastecen.	Características de las bombas.
a	J-16-b	8.º	12 metros cúbicos por hora y 137 metros de altura de impulsión.
b	K-15-b	Idem.	Idem.
c	K-33-c	Idem.	4,5 metros cúbicos por hora.
d	A-30-b	10.º	10,8 metros cúbicos por hora y 106 metros de altura de impulsión.
e	W-12-a	Idem.	13 metros cúbicos por hora y 137 metros de altura de impulsión.
f	W-11-b	3.º	Idem.
g	E-4-d	Idem.	Idem.
h	E-16-d	15.º	31,5 metros cúbicos por hora y 76 metros de altura de impulsión.
i	F-8-a	Idem.	12,7 metros cúbicos por hora y 106 metros de altura de impulsión.
j	G-8-c	13.º	22,5 metros cúbicos por hora y 76 metros de altura de impulsión.

d) *Instalaciones de bombas móviles.*—Para su empleo en sitios adecuados durante el avance, se constituye un depósito central, de una cierta cantidad de bombas para pozos profundos y además instalaciones de bombas de gran potencia, todas sobre ruedas.

e) *Barcazas de agua.*—Se emplean dos unidades de barcazas en el río Somme, cada una capaz de un rendimiento de 18 metros cúbicos de agua filtrada por hora y provistas de bombas para impeler el agua por tuberías colocadas en el terreno.

f) *Carros-cubas adicionales.*—La plantilla de carros-cubas regimientales se aumenta, añadiendo a cada cuerpo de ejército 80 carros-cubas.

g) *Columnas de agua de ejército.*—Se asignan al ejército una compañía de agua y un cierto número de camiones de 3 toneladas, para su empleo entre las aguadas iniciales y avanzadas y los carros-cubas de las divisiones.

11. Durante la primera fase de un avance (lucha de trinchera), las tropas sólo disponen del abastecimiento de trinchera (a) y sus carros-cubas, estos últimos cargándose como hasta el presente o bien en las aguadas iniciales (b).

No es probable que las columnas de agua sean capaces de actuar, hasta que se establezcan caminos practicables a través de la zona de trincheras, o bien que las condiciones permitan su uso hasta que la primera línea de defensa alemana esté tomada.

Las tuberías de avance (c) serán tendidas conforme lo permitan las

circunstancias, desde las estaciones de impulsión que no estén destruidas por el bombardeo, y se pueden suplementar los abastecimientos durante esta fase, con pequeñas bifurcaciones y tomas de agua, *pero debe tenerse el mayor cuidado en no perder de vista el objeto esencial de las tuberías de avance, que es establecer aguadas avanzadas, y no correr el riesgo de gastar demasiados accesorios de tuberías, cuya cantidad es limitada, y además hay dificultad de mantener al día los depósitos de material.*

12. Cuando el avance se extienda más allá del alcance de los carros-cubas que actúan desde las fuentes, que están dentro de nuestra zona, y los caminos estén practicables para el funcionamiento de las columnas de agua (*g*), estas últimas empezarán a llevar agua desde las aguadas iniciales hasta las tropas.

El radio de acción de las columnas de agua será unos 16 kilómetros, y para los carros-cubas unos 20, distancia que sólo en caso de apuro y por poco tiempo, se puede mantener; en los caminos congestionados por el tráfico, el radio de acción será unos 10.

Antes de alcanzar aquella distancia, será posible establecer algunas de las aguadas avanzadas más allá de las líneas alemanas y las columnas de agua, actuarán entonces desde estos puntos, en vez de volver otra vez a las aguadas iniciales.

Al mismo tiempo si se presenta oportunidad, las instalaciones móviles de bombas (*d*) serán enviadas más allá de las fuentes de abastecimiento y se establecerán aguadas adicionales desde las cuales actuarán los carros cubas o columnas de aguas.

13. Es de suponer que un cierto número de las estaciones sean destruidas por el bombardeo y que las tuberías en la zona bombardeada sufran bastante, así como el funcionamiento de las columnas de agua por dificultades del tráfico.

Las bombas instaladas pueden impeler gran cantidad de agua (9 a 22,5 metros cúbicos por hora) a través de longitudes grandes de tubería, *pero la cantidad de agua de que pueden disponer las tropas dependerá de la capacidad de carga de los transportes y de la oportuna llegada de éstos a las aguadas avanzadas para que el agua no se desperdicie.*

14. Las disposiciones que han sido hechas para la regular y adecuada distribución de agua a las tropas, depende de una cantidad de factores desconocidos y es esencial que las disposiciones se consideren como medio suplementario de los recursos locales.

Los cuerpos deben, por lo tanto, tomar medidas para desarrollar los recursos locales de pozos, manantiales, etc., con los elementos divisionarios, pues las disposiciones ya dichas anteriormente y efectuadas por el ejército, no disminuyen la responsabilidad de las formaciones para lo re-

lativo a las medidas que tomen para lograr una dotación conveniente.

15. Se incluye una lista de los pozos que encuentran en la zona y un estudio de ellos, así como del mapa de aguas será una guía para tratar de averiguar dónde se encontrará el líquido y a qué profundidad.

16. Los franceses han organizado destacamentos de poceros, para abrir rápidamente pozos en los valles situados detrás de las tropas que avanzan, y es de suponer que los destacamentos den gran rendimiento.

Es probable que se encuentre pronto agua en esta forma y a unos 8 metros de profundidad y las instalaciones potentes de bombas sobre ruedas, deben enviarse rápidamente a estos pozos para la extracción.

17. *Las preparaciones (a), (b), (c) y (d) del párrafo 10 son servicios de Ingenieros y deben efectuarlos los cuerpos de ejército.*

18. Las aguadas iniciales están a cargo de los cuerpos en donde están situadas.

19. *Las líneas de abastecimiento avanzado de agua, son ejecutadas por unidades de Ingenieros, especialmente encargadas de este servicio, y la llegada del agua a los depósitos de las aguadas avanzadas es un servicio de Ingenieros. El llenar de agua los carros-cubas, etc., en la zona avanzada y sus distribución a las tropas es servicio de Intendencia.*

20. *Las unidades Ingenieros llevarán material para formar las aguadas avanzadas, que consisten en ocho depósitos de lona impermeable (de 9 metros cúbicos de capacidad cada uno), cuatro instalaciones de bombas con motor de petróleo y ocho bombas de mano con la cantidad necesaria de manguera para impeler el agua desde los depósitos a los carros cubas, etc.*

Los depósitos deben colocarse cerca de un camino de derivación (*nunca sobre una arteria principal de tráfico*) y deben llenarse por trozos de manga, derivados del tubo principal avanzado de 100 milímetros.

Se lleva además otro lote de depósitos, etc., para establecer una segunda aguada más avanzada sin interrumpir el abastecimiento a las unidades de transporte de agua, menos durante el periodo necesario para llevar las bombas y mangueras a la nueva aguada.

Las bombas y tuberías estarán a cargo de los Ingenieros, pero el personal necesario para hacer funcionar las bombas será de Intendencia.

21. El primer objetivo para cada línea de abastecimiento avanzada, ha sido fijado por el ejército.

Instalaciones móviles de bombas.

22. Las instalaciones móviles de bombas que están preparadas, son de dos clases, una para pozos profundos y otra ordinaria (unos 8 metros de altura de aspiración).

Un camión de tres toneladas puede llevar la bomba, el motor de petróleo y la tubería para un pozo de 60 metros y el tiempo total de instalación es unas treinta horas.

El rendimiento de la bomba es 4,5 metros cúbicos por hora con una altura total de impulsión de 80 metros en tubería de 100 milímetros.

Las otras instalaciones móviles, están sobre ruedas y consisten en bombas potentes capaces de un rendimiento de 45 metros cúbicos por hora, con una altura de impulsión de 40 metros a través de 1 kilómetro de tubería.

Reserva de bombas.

23. Además de las instalaciones móviles de bombas, existen en reserva una gran cantidad de bombas de varios tipos, que necesitan mucho tiempo para su instalación.

24. Las instalaciones móviles y las bombas de reserva estarán en uno de los Parques, y los pedidos deben dirigirse al Comandante General de Ingenieros del 4.º Ejército.

Composición de la columna de agua del 4.º ejército.

1. Para hacer frente a las necesidades de los cuerpos en *relación con el transporte de agua desde las aguadas avanzadas a los carros-cubas*, la compañía de Depósito de aguas, número 1, afecta al 4.º ejército; será aumentada en un cierto número de camiones de 3 toneladas con depósitos y se llamará «Columna de agua del 4.º Ejército». Cada uno de estos camiones puede llevar 2.475 litros de agua en cada viaje.

2. La columna de agua se organizará bajo las siguientes bases:

La columna se compondrá de plana mayor y un número de secciones igual al de cuerpos que tiene que servir aquélla.

La plana mayor comprenderá los talleres y un cierto número de cada tipo de camión.

3. Todos los pedidos para reponer los coches, se dirigirán a la plana mayor de la columna de agua.

4. El número de coches será el siguiente:

Camiones de	Capacidad individual en litros.	Número total.
1 tonelada.....	607	84 presentes.
3 ídem.....	2.475	15 ídem.
3 ídem.....	2.475	96 disponibles.
3 ídem.....	2.475	96 probables.

Los camiones de 1 tonelada pueden circular sobre puentes ligeros de pontones, puentes de circunstancias y sobre malas carreteras.

5. Los camiones siguientes, equipados especialmente, estarán disponibles para constituir aguadas, en estanques o pozos, que suplementen las existentes para caso de apuro o cuando el agua sea demasiado mala para ser tratada por los carros-cubas o bien para el caso que el agua esté envenenada.

DESIGNACION	Cantidad.	Rendimiento en litros por hora.
Esterilizadoras.....	15	1.800
Instalaciones para aguas envenenadas...	9	1.800
Camiones-bombas de primer auxilio.....		9.000

Los camiones-bombas de primer auxilio, llevan una bomba con motor de petróleo, dos depósitos de lona de 9 metros cúbicos y 290 de manguera y se emplearán en relación con las esterilizadoras y las instalaciones contra aguas envenenadas, cuando éstas no puedan aproximarse al sitio del agua.

Estos camiones se unirán a los Cuerpos que los necesitan y con cada sección de ocho camiones irá un químico.

6. Los Cuerpos deben basar los pedidos de agua en la tabla siguiente que indica el rendimiento medio de transporte deducido de ensayos recientes.

La velocidad de transporte es:

Camiones de 1 tonelada, 9,5 kilómetros por hora.

Idem de 3 ídem, 6,5 ídem.

Y con arreglo a estos datos se deduce la tabla siguiente:

Número de viajes posibles en una jornada de diez horas.

Distancia en kilómetros entre las aguadas avanzadas y los carros-cubas.....	2	4	6	8	10	12	14	16
Número de viajes para camiones de una tonelada.....	5	4	3	3	2	2	2	1
Número de viajes para camiones de tres toneladas.....	4	3	2	2	1	1	1	1

7. Las secciones destacadas de la «Columna de agua de Ejército» estará provista de motocicletas, carros, camión de 3 toneladas para víveres, etcétera, estarán siempre con un oficial y formarán una sub-compañía independiente.

8. Las secciones se alojarán o vivaquearán lo más cerca posibles de las aguadas avanzadas.

9. Todos los camiones depósitos tendrá bomba de mano, tipo «Dando», y la manguera necesaria para descargarlos en los carros-cubas.

10. Las siguientes observaciones, fruto de la experiencia, son de importancia:

a) Los convoyes deben estar constituidos al máximo, por 6 camiones de 3 toneladas o 10 camiones de 1 tonelada.

b) Los carros-cubas deben llegar a los puntos de carga, en dirección opuesta a la de los camiones.

c) Para evitar confusión, se asignarán puntos de carga distintos a los diversos convoyes, y cuando esto no sea posible, las horas de carga serán distintas.

d) Los camiones deben aparcarse para la descarga, antes que lleguen los carros, en la forma siguiente:

Los camiones de 1 tonelada, separados 15 metros.

Los camiones de 3 idem separados 60 idem.

La carga de los carros-cubas serán:

Un camión de 1 tonelada, llena 1 carro-cuba.

Un camión de 3 toneladas, llena 5 idem.

11. Para los camiones de 1 tonelada, el carro-cuba se colocará detrás y se separará tan pronto esté lleno.

12. Para los camiones de 3 toneladas, se situarán 3 carros-cubas detrás y 2 delante, que independientemente se separarán cuando estén llenos.

13. Los camiones depósito estarán numerados (números dentro de un círculo) y los conductores de los carros-cubas deben, siempre que sea posible, saber qué camión les corresponde.

Desarrollo del servicio después del ataque.

Después del ataque y del avance consecuente, los sistemas de tuberías se desarrollaron bajo las bases indicadas en el *Memorandum*.

Cuando la artillería empezó a avanzar, trajo consigo la acumulación de gran cantidad de ganado perteneciente a las columnas de municiones y de abastecimiento y los cuerpos tuvieron necesidad de instalar un gran número de abrevaderos.

Las bombas establecidas para el servicio de las tuberías fueron insu-

ficientes para dar abasto al consumo producido por el ganado y se salvó la situación por el empleo de bombas de incendios de gran gasto y poca altura de impulsión.

En algunos abrevaderos, bebían diariamente 20.000 caballos y en un sitio se observó que una bomba de incendios de 45 metros cúbicos por hora y que estaba conectada a varios abrevaderos, no fué capaz de llenarlos en varias horas.

Durante las operaciones fué necesario que los ingenieros captasen varias fuentes en la zona conquistada y a pesar del bombardeo incesante y roturas diarias de las tuberías se abrieron gran cantidad de pozos nuevos, de profundidad variable entre 12 y 30 metros, al mismo tiempo que se organizaban los pozos situados en los pueblos conquistados.

Se hicieron también perforaciones y se estableció un grupo de pozos para alimentar una bomba de 54 metros cúbicos por hora y 200 metros de altura de impulsión.

Es interesante hacer notar que en esta fecha la capacidad de mandar agua por las bombas en un Cuerpo de ejército, era 3.375 metros cúbicos diarios y que las necesidades diarias durante el avance de un Cuerpo de ejército era de 900.

En el período culminante de la batalla del Somme, hubo que dar agua a 300.000 hombres y 150.000 caballos, y para hacer frente a este problema hubo necesidad de transportar por carretera 450 metros cúbicos al día, además de impulsar con bombas 5.625 diarios.

La lección principal deducida de la batalla del Somme en lo que respecta al abastecimiento de aguas, es la necesidad absoluta de centralizar en el Comandante General de Ingenieros del Ejército, todo lo relacionado con los proyectos de aguas y la necesidad que tienen de estar en continuo contacto con el Estado Mayor y de tener a sus órdenes un negociado especial para este asunto.

La tabla siguiente indica la distribución de la columna de agua durante la guerra:

EJERCITOS	Número de Cuerpos de Ejército.	MATERIAL					CARROS-CUBAS	CARROS con depósito de 900 litros.
		Camiones de 1 tonelada...	Camiones de 3 toneladas...	Camiones de clarificación	Camiones para tratar aguas empujadas	Camiones para depósito de 2-475 litros.		
Junio de 1916:								
4.º Ejército.....	5	111	20	19	10	192	160	165
<i>Totales.....</i>	5	111	20	19	10	192	160	165
Julio de 1916:								
4.º Ejército.....	3	111	20	19	10	157	80	120
Ejército de reserva.....	2	»	»	»	»	35	80	45
<i>Totales.....</i>	5	111	20	19	10	192	160	165
Octubre de 1916:								
4.º Ejército.....	3	111	20	19	10	157	80	120
5.º Ejército.....	4	111	20	19	10	35	80	45
3.º Ejército.....	»	»	»	»	»	48	»	»
<i>Totales.....</i>	7	222	40	38	20	240	160	165

La cantidad total de agua servida durante los meses de junio, julio y agosto por la Columna de agua del Ejército fué 16.768 metros cúbicos.

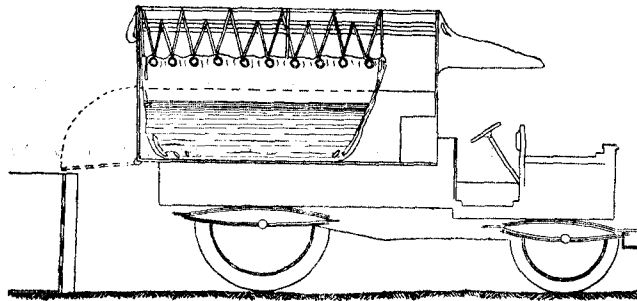


Fig. 8.—Sistema para transportar agua empleando una lona de 4,8 por 4,8 metros.

La figura 8 indica un sistema empleado para transportar agua en casos de urgencia.

CAPITULO V

La retirada alemana a la línea de Hindenburg.—Desarrollo del servicio durante el invierno 1916-17.

Durante el invierno se perfeccionó el sistema de distribución de agua en la zona de retaguardia y en la zona conquistada y en enero de 1917 el 4.º Ejército tomó a su cargo la zona francesa al sur del Somme.

El sistema francés era distinto del inglés y consistía generalmente en un gran número de pequeñas estaciones con bombas, sistema distinto del inglés, cuyo rasgo esencial era un pequeño número de instalaciones potentes.

Al hacerse cargo de varios cientos de estaciones de bombas hubo necesidad de apresurar la formación de las compañías mecánicas y eléctricas, dada la escasez de personal diestro.

El invierno fué muy frío, especialmente en enero y febrero hubo gran temor de rotura de tuberías por la poca profundidad a que iban enterradas (un metro).

La tabla siguiente da idea de las temperaturas mínimas observadas:

F E C H A	Temperatura.	
	A nivel del suelo.	Un metro sobre el terreno.
20 de enero.....	— 2,2	— 2,2
21 ídem.....	— 2,2	— 2,2
22 ídem.....	— 2,2	— 1,6
23 ídem.....	— 11,6	— 8,8
24 ídem.....	— 11,6	— 9,4
25 ídem.....	— 13,3	— 9,4
26 ídem.....	— 13,3	— 10,5
27 ídem.....	— 10,5	— 8,3
28 ídem.....	— 8,3	— 8,3
29 ídem.....	— 12,7	— 11,1
30 ídem.....	— 16,1	— 12,2
31 ídem.....	— 12,2	— 8,8
1 de febrero.....	— 15,5	— 13,3
2 ídem.....	— 11,1	— 11,1
3 ídem.....	— 25	— 16,6
4 ídem.....	— 22	— 17,7
5 ídem.....	— 17,7	— 15,5
6 ídem.....	— 14,4	— 12,7
7 ídem.....	— 10,2	— 8,8
8 ídem.....	— 12,2	— 10
9 ídem.....	— 13,3	— 11,1
10 ídem.....	— 20	— 14,4
11 ídem.....	— 14,4	— 12,2
12 ídem.....	— 15,5	— 12,7
13 ídem.....	— 1,1	— 1,1
14 ídem.....	— 6,1	— 4,4

Durante el mismo período se observó en los abrevaderos de Carnoy el consumo de agua por los caballos, que es el indicado a continuación:

FECHA	Caballos que abrevaron desde			TOTAL de caballos.	LITROS de agua necesarios.
	6,30 a 9 mañana.	9 mañana a 1 tarde.	1 a 6 de la tarde.		
Enero 18.....	2.040	2.560	2.625	7.225	51.750
Enero 19.....	2.020	2.946	3.012	7.978	49.500
Enero 20.....	2.259	2.863	2.598	7.720	49.500
Enero 21.....	2.064	2.855	3.084	8.003	76.500
Enero 23.....	2.325	2.973	3.686	8.984	85.500
Enero 24.....	2.316	2.703	3.248	8.267	54.000
Enero 25.....	2.110	2.867	2.918	7.895	76.500
<i>Totales.....</i>				56.072	443.250

Como se vé, el término medio es 8 litros por cada aguada, o sea unos 24 litros al día en tiempo muy frío.

En esta época se hicieron preparativos para un avance más rápido y hubo que estudiar a fondo el problema del abastecimiento de agua; el avance sería en una dirección tal que obligaría al 4.º y 5.º Ejércitos al paso por una región de 24 kilómetros desprovista de agua, y como el sistema de tuberías no es adecuado para esta velocidad, se pensó en las instalaciones de perforación y en los elevadores de aire comprimido.

Preparativos para la batalla de Arras.

A principios de 1917 empezó el 3.º Ejército los preparativos para un gran ataque sobre el frente de Arras, y debido al gran número de ríos y a la poca profundidad de la capa de aguas subterráneas, el problema del agua fué más sencillo que en la zona donde luchaban los 4.º y 5.º Ejércitos.

En marzo se habían instalado un cierto número de estaciones y las disposiciones para el abastecimiento de agua durante el avance era análogas a las empleadas para la batalla del Somme.

Abastecimiento a la ciudad de Arras.

Merecen citarse las disposiciones tomadas para emplear el abastecimiento de esta ciudad.

El grupo de pozos que la surten de agua, parece ser el origen de la palabra «Artesiano» (de Aítois) para los pozos análogos.

La estación de bombas no fué destruída por el bombardeo y aunque situada en sitio expuesto y alcanzada por varios proyectiles, las bombas y calderas no sufrieron mucho.

Los franceses habian instalado bajo tierra una bomba centrífuga con motor de petróleo y en abril de 1917 instalaron una segunda los ingleses, de gran rendimiento y pequeña altura de impulsión.

Además de colocar gran cantidad de abrevaderos en los suburbios y varias aguadas para carros-cubas en las calles laterales, el abastecimiento de la población se dispuso dentro de las cuevas, que en gran número existían, y que sirvieron para alojamiento de las tropas.

Las tuberías principales de 100 milímetros, corrían por las cuevas y salían a la superficie en la zona de la «tierra de nadie» (No man's land).

RETIRADA ALEMANA A LA LINEA DE HINDENBURG.—Sobre el frente del 5.º Ejército y en la derecha del 3.º donde el retroceso fué mayor, la dificultad principal fué debida, no al número de hombres y ganado, sino a la escasez de agua superficial en dicha zona.

Los abastecimientos normales consistían en pequeños estanques y pozos cuya profundidad variaba de 50 a 80 metros, con una cantidad de agua suficiente solo para las necesidades de los habitantes.

En la retirada, los alemanes habian destruído completamente los pozos, bien volando las obras de fábrica, bien arrojando en ellos toda clase de materiales, escombros, etc., y el trabajo más urgente que tuvieron que emprender las unidades de ingenieros, fué la busca y apertura de estos pozos, trabajo difícil debido a la completa labor de destrucción efectuada por los alemanes.

En esta época se notó intensamente *la falta de una instalación portátil de bomba de mano para pozos profundos*, por cuyo motivo las divisiones emplearon al principio tornos y cubos para extraer el agua.

En la parte superior de la zona se encontró agua a una profundidad de 4 a 6 metros y las compañías de ingenieros procedieron a abrir gran cantidad de pozos, *trabajo que se facilitó por el mapa de niveles de agua subterránea preparado por los geólogos del Gran Cuartel General; este plano dió al mismo tiempo indicaciones útiles para saber la profundidad del agua en los pozos destruídos.*

Tan pronto como era posible se perfeccionaban los mejores pozos existentes y se les dotaba de una instalación de correa hidráulica; se preparaban nuevos pozos y empezaba la instalación de compresores de aire.

Estos pozos salvaron la situación y cinco de ellos rindieron en marzo

y abril 1.800 metros cúbicos diarios sin pérdida aparente del nivel de agua; la profundidad media de los pozos era 100 metros.

Durante el verano y otoño de 1917, el trabajo se desarrolló normalmente, pero por la retirada fué imposible hacerse cargo del inmenso número de pozos y se centralizaron los abastecimientos en las zonas de concentración a fin de reducir el número de estaciones y economizar personal, al mismo tiempo que se preparaban instalaciones en el nuevo frente, para estar listos para otra ofensiva.

Los ejemplos siguientes dan idea de la cantidad y variedad del trabajo efectuado.

MANANCOURT.—*Origen.*—Manantiales.

Maquinaria.—Cuatro bombas centrífugas con motor de petróleo, capaces de 34 metros cúbicos por hora y 160 metros de altura de impulsión trabajando en paralelo.

Abastecimiento.—Se mandaba el agua a depósitos establecidos en colinas, distantes algunos kilómetros y de aquí se distribuía por gravedad.

HAPLINCOURT.—*Origen.*—Perforaciones.

Maquinaria.—Emulsor de aire (Air-lift).

Abastecimiento.—Al principio se puso un gran depósito de lona, encima de los escombros de una iglesia, y de aquí por gravedad se distribuía el agua a los abrevaderos y aguadas para los carros-cubas.

Más tarde se convirtió un estanque de ladrillo en depósito cubierto de gran capacidad, alimentado directamente por los emulsores; de aquí aspiraba el agua una instalación de bombas centrífugas para impelerla a varios depósitos.

BATALLA DE VIMY.—En el frente del 1.^{er} Ejército, se tomaron al final de 1916 medidas para el abastecimiento de agua, con la idea de una gran ofensiva.

La mayoría de las fuentes de agua, eran manantiales situados en las laderas y la región era prolífica en agua, dada su constitución geológica.

Los cálculos se basaron en una concentración de 80.000 hombres a 22,5 litros diarios por cabeza y día, 36.000 caballos a 45 litros diarios por cabeza y día, o sea un total diario de 3.420 metros cúbicos.

Para satisfacer el programa anterior se necesitaron 22 máquinas, 24 estaciones de bombas y se tendieron 72 kilómetros de tubería con 16 depósitos, desde donde se distribuía el agua a los abrevaderos y aguadas para carros-cubas y aguadas para llenar cantimploras.

Se construyó en Aux-Rietz un depósito enterrado de 225 metros cúbicos de capacidad con 7,5 metros de espesor de tierra como capa protectora y además con espacio suficiente para dos máquinas con sus bombas, personal, taller de reparación y almacén.

PREPARATIVOS PARA LA BATALLA DE MESSINES.—En el 2.º Ejército se perfeccionó el sistema de abastecimiento durante el verano de 1916 e invierno de 1917, *habiendo tendido 288 kilómetros de tubería y las instalaciones de bombas eran capaces de dar diariamente 4 500 metros cúbicos de agua potable y 2.250 de agua no purificada para el ganado.*

Además de los depósitos establecidos en varios sitios con una cantidad total de *36.000 metros cúbicos de agua almacenada*, se construyeron 10 depósitos de arcilla, a lo largo de las colinas que existían en el centro de la zona, y de aquí salían 12 tuberías de alimentación, *capaces de dar diariamente 1.125 metros cúbicos, con una cantidad total almacenada para reserva de 27.000.*

Poco antes de la batalla, se distribuyó al ejército un *Memorandum*, análogo a los de las batallas del Somme y Arras, y en el cual iba un mapa detallado con todo el sistema de abastecimiento.

LA OFENSIVA ALEMANA DE 1918.—El avance alemán en marzo y abril, trajo consigo una gran cantidad de nuevos trabajos, no sólo en la zona ocupada, sino en la de retaguardia para el caso de una retirada más extensa.

Los datos siguientes se refieren solo a uno de los ejércitos del Sur.

Durante el período comprendido entre el 1.º de abril a 30 de junio, se construyeron 58 nuevas estaciones de bombas, 36 perforaciones de una profundidad media de 80 metros, 60 aguajales para carros-cubas y 1.220 metros lineales de obrevaderos y se tendieron 56 kilómetros de tubería de 100 milímetros.

En el ejército del Norte se *tendieron, en dos meses, 96 kilómetros de tubería de 100 milímetros*, se construyeron 10 perforaciones profundas y una gran cantidad de instalaciones portátiles de alumbre para la sedimentación del agua.

En este período fueron de gran utilidad las indicaciones facilitadas por los geólogos del Gran Cuartel general.

EL ATAQUE DEL 4.º EJERCITO.—La fase final de la guerra se inauguró por el ataque del 4.º Ejército el 8 de agosto, efectuado con el mayor secreto, y con objeto de descongestionar el sector de Amiens.

El éxito de esta operación y el desarrolló de la situación general trajo consigo la entrada el 21 de agosto del 3.º y 4.º Ejército, seguido a poco por el avance general de todo el frente inglés.

El trabajo más importante efectuado en este período, fué la instalación de dos bombas centrifugas de gran potencia y 27 metros cúbicos por hora en los manantiales de Boves y la colocación de unos 9 kilómetros de tubería, cuya velocidad de tendido fué:

FECHA	LONGITUD de trinchera excavada. — Kilómetros.	LONGITUD de tubería colocada. — Kilómetros.
2 agosto.....	1	»
3 ídem.....	2	1,2
4 ídem.....	2	1,8
5 ídem.....	1	2,1
6 ídem.....	1,9	2,8
7 ídem.....	0,50	0,5
9 ídem.....	»	Corrió el agua.

Después del ataque, fué posible tomar informes de las condiciones sobre agua en la zona y se distribuyeron mapas donde estaban indicados los antiguos pozos ingleses y las estaciones que los alemanes habían destruído en marzo y abril.

En pleno avance, se recobraron las antiguas aguadas, muchas de ellas intactas, especialmente las situadas en los valles de Mametz con capacidad de 18 a 36 metros cúbicos por hora, que de haber sido destruída por los alemanes hubiera creado una situación muy difícil en el ejército de la izquierda.

AVANCE GENERAL.—Después de estos éxitos, se informó al *Comandante general de Ingenieros del ejército, de que se trataba de un gran avance sobre la zona comprendida entre los ríos Ancre y Escalda, que estaba desprovista de aguas superficiales y que el efectivo del ejército sería de 600.000 hombres y 300.000 caballos.*

Se estudió un plan de transporte adicional que sería preciso para conducir, durante un cierto tiempo, parte del agua necesaria, y al mismo tiempo se editó un mapa de aguas, con datos de niveles de agua subterránea, etc.

La tabla siguiente, da idea del trabajo efectuado por los camiones-compresores en la zona de un ejército, que disponía de 10 de aquéllos.

SEMANA TERMINANDO EN	NUMERO de pozos en trabajo.	AGUA SACADA en metros cúbicos.
10 agosto.....	11	8.100
17 ídem.....	11 •	8.300
24 ídem.....	14	14.800
31 ídem.....	24	21.600
7 septiembre.....	20	21.400
14 ídem.....	19	14.600

Al mismo tiempo se observó la cantidad de agua extraída por litro de petróleo, incluyendo el necesario para el transporte por carretera; *este término medio fué de 2.000 a 2.400 litros de agua por litro de petróleo.*

Sobre la cantidad de agua transportado por carretera se puede decir que en los cuatro últimos meses de lucha activa sería unos 90.000 metros cúbicos.

CAPITULO VI

La campaña de Palestina.

LA ZONA DEL CANAL DE SUEZ.—El abastecimiento de agua potable en esta zona, dependía esencialmente del canal de agua dulce que desde el Nilo va hacia Ismailia y Port-Said; este agua, sin embargo, necesita ser tratada y purificada para consumirse.

En el lado este del Canal, existen varios pozos diseminados y algunas cisternas abiertas en la roca, pero el agua es salobre; en invierno se puede obtener algún líquido, excavando pozos en los lechos de los ríos, pero en general, no se puede contar con estos elementos para abastecer un ejército.

Durante el período de agosto de 1914 a noviembre de 1915, la línea del Canal de Suez estaba guarnecida por una fuerza que nunca excedió de dos divisiones de Infantería; se establecieron puestos en la orilla oriental como cabezas de puentes y en Ismailia estaba la gran reserva, pronta a acudir por ferrocarril a cualquier sitio amenazado, patrullando además el canal constantemente por pequeños botes armados.

Las tropas encargadas de la defensa se abastecían de agua por el sistema instalado por la compañía civil del canal, para surtir de agua a las

poblaciones de Suez, Ismailia y Port-Said y por barcazas que circulaban por el canal; en todos los puestos había depósitos para almacenar agua potable para dos días.

En neviembre de 1915 se dieron órdenes para completar a fondo la defensa del canal y efectuar los pedidos necesarios de material, tanto de tubería como de otros elementos.

Al principio no había idea ni de la cantidad de tropas que se emplearían en la defensa, ni de cuál sería la línea elegida para ello; de todos modos, se consideró que algunos de los puestos actuales se transformarían en bases locales, desde las cuales irradiarían hacia el Este los sistemas de abastecimiento de agua, caminos y ferrocarriles de vía estrecha, siendo evidente que el sistema actual de abastecimiento de aguas era insuficiente.

Se tanteó primero lo más sencillo, es decir, perforar pozos para ver si aparecía agua dulce, y aunque las perforaciones en varios sitios llegaron hasta 100 metros, sólo se obtuvo agua salada, abandonándose la idea de obtener aguas subterráneas; en vista de lo anterior, hubo que recurrir a desarrollar el único sistema que ya existía, es decir, ampliar el canal de agua dulce, excavando nuevas ramificaciones para llevar agua a la zona deseada.

La compañía de aguas del Cairo se encargó del trabajo, construyendo y montando filtros mecánicos, depósitos de decantación y la maquinaria necesaria para purificar el agua, y al mismo tiempo se construyeron depósitos de hormigón armado en sitios escogidos de la orilla Este (que recibían el agua filtrada en la otra orilla), y desde los cuales se impulsaba a la línea de defensa.

Todas las bombas y máquinas disponibles en Egipto se requisaron, pidiendo a Inglaterra el resto necesario; al mismo tiempo se recogió la tubería disponible en el mercado, que ya era escasa, y el 29 de noviembre de 1915 se pidieron a Inglaterra *448 kilómetros de tubería, de diámetro variable entre 250 y 150 milímetros.*

En julio de 1916 el sistema de abastecimiento de agua consistía en:

- 1.º Instalaciones de filtración capaces de un gasto de 4.500 metros cúbicos diarios de agua.
- 2.º Veintiocho instalaciones de bombas mecánicas.
- 3.º Depósitos de hormigón armado con una capacidad de 5.700 metros cúbicos de agua.
- 4.º 262 kilómetros de tubería.

La instalación de Ferdan.

En la instalación del ferrocarril de Ferdan se situó una gran instalación de filtración y de bombeo, uniéndola al canal de agua dulce Ismailia-Port Said por un canal derivado (fig. 9).

El agua de este canal aflúa a un depósito de sedimentación, al mismo

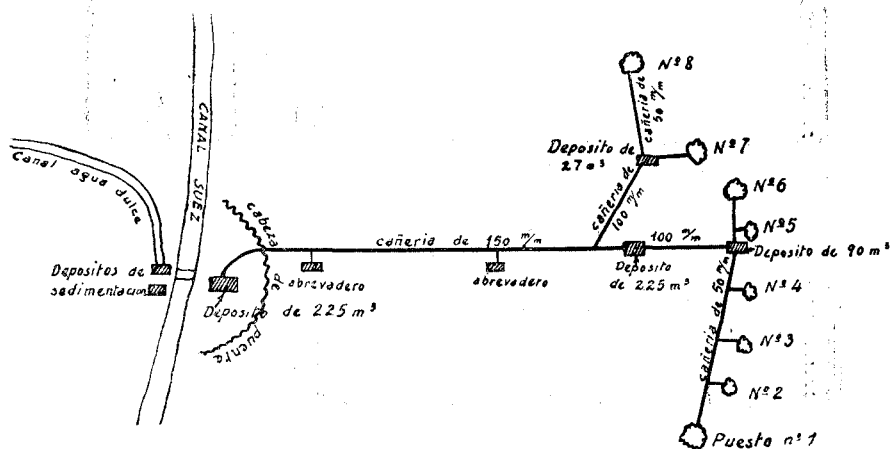


Fig. 9.—La instalación de Ferdan.

tiempo que se introducía una solución de sulfato de alúmina, para precipitar las materias en suspensión, durante el paso lento del agua a través del depósito.

Existían dos depósitos de sedimentación con una capacidad total de 280 metros cúbicos, y como la velocidad de paso del agua desde los depósitos a los filtros era de 25 metros cúbicos por hora, el agua permanecía unas diez horas en los depósitos de sedimentación.

Desde estos se elevaba a un nivel superior, donde por gravedad pasaba a los filtros mecánicos y desde aquí por un sifón debajo del canal de Suez a un depósito de mampostería de 225 metros cúbicos de capacidad.

Desde aquí se impulsaba a otro depósito análogo situado en la cabeza del ferrocarril, donde se dispuso una estación intermedia para suministrar agua a los puestos más alejados; en todos estos existía un depósito de hierro, de capacidad suficiente para tres días.

Para abreviar los caballos, una pequeña bomba mandaba el agua no filtrada tomada del canal de agua dulce a una zona escogida por una tubería que pasaba por debajo del canal.

Antes que estuviera terminada toda esta instalación el abastecimiento de agua, se efectuaba a lomo de camello empleando unos pequeños de-

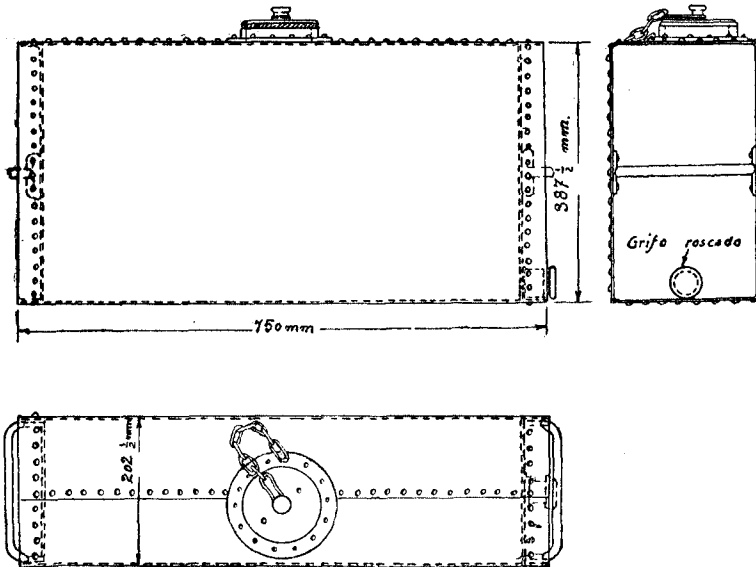


Fig. 10.—«Fantasse» para el transporte de agua a lomo.

pósitos llamados «fantasse» (plural «fanatis») que contenían 54 litros de agua y que pesaban llenos unos 85 kilos (fig. 10).

Periodo julio 1916 a enero 1917.

A finales de junio de 1916 estaba terminado el plan de defensa del canal de Suez, y en frente del ejército se extendía la península de Sinaí, región desprovista de agua y con una sola vía para cruzarla y llegar a Palestina (1) que era el camino que arrancando de Kantara atraviesa 40 kilómetros de desierto de arena, pasa por el oasis de Katia y alcanza la costa cerca del Arish (fig. 11).

El oasis de Katia es una zona de 32 kilómetros en dirección Este-Oeste por 16 kilómetros en dirección Norte-Sur y provista de plantaciones de palmeras y algunos pequeños pozos; en la región de las dunas se suele encontrar agua excavando pozos en la arena.

(1) El mismo camino seguido por Napoleón.

El avance a El Arish.

El 2 de julio de 1916 el general en jefe dió cuenta de su intención de avanzar en octubre desde Romani a El Arish con un ejército compuesto de dos divisiones de Infantería y una división montada, y que mientras

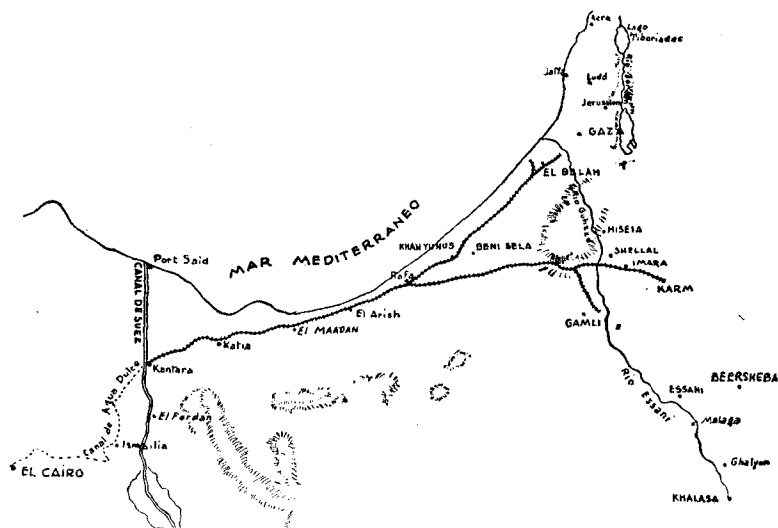


Fig. 11.—Croquis de la región Canal de Suez-Palestina.

tanto se debía estudiar las disposiciones necesarias para hacer avanzar el ferrocarril y el sistema de abastecimiento de agua desde Romani. En 15 de julio el Comandante General de Ingenieros notificaba al general en jefe lo siguiente:

«De todas las informaciones recogidas se deduce que no es posible encontrar agua apropiada al consumo humano, en la zona comprendida entre Kantara y El Arish, pues las perforaciones efectuadas en varios sitios no han dado agua potable y en términos generales el agua disponible en la zona es tan mala que aun el ganado no la bebe».

La situación actual es la siguiente: en Kantara, sobre la orilla occidental del canal existe una instalación de filtración de aguas que la toma del canal de agua dulce y puede diariamente mandar a la otra orilla del canal de Suez, 1.125 metros cúbicos; existe además otra instalación para mandar agua no filtrada para el ganado y el ferrocarril.

Sobre la orilla oriental del canal existen depósitos para 450 metros de agua filtrada y una estación de impulsión con dobles máquinas y bom-

bas para abastecer Romani y otros puntos intermedios, con una tubería de 150 milímetros.

En las condiciones actuales sólo se puede mandar diariamente a Romani 135 metros cúbicos por la tubería de 150 milímetros, cantidad que se puede aumentar al doble por ciertas disposiciones.

En Romani y Mohamdiya se están construyendo depósitos para almacenar 450 metros cúbicos y se está además instalando condensadores para destilar agua del mar con un rendimiento de 90 metros cúbicos diarios.

Las necesidades del ejército durante el avance serían:

DESIGNACIÓN	División montada.	Dos divisiones de Infantería.	TOTAL	Litros por cabeza.	TOTAL diario en litros.
Hombres.....	8.000	40.000	48.000	9	432.000
Caballos.....	10.000	16.000	26.000	22,5	585.000

O sea un total diario de 1.017 metros cúbicos; y añadiendo la cantidad necesaria para los trabajadores empleados en la zona y servicios de retaguardia, se llega a que la cantidad diaria necesaria sería 1.350 metros cúbicos, lo que exige disponer diariamente de una cantidad doble, que debe almacenarse en Romani y en las distintas etapas del avance.

El plan de avance.

La distancia de Kantara a El Arish son 155 kilómetros y se decidió que la mejor manera de impulsar el agua sería subdividir en cuatro secciones la cañería, fué necesaria en Kantara una nueva instalación arrancando del canal de agua dulce y comprendiendo depósitos de sedimentación y filtros capaces de dar 2.250 metros cúbicos diarios, con instalación de dos máquinas de 60 caballos con sus bombas; en Romani y en otros dos puntos deberían existir instalaciones análogas.

Para ver qué potencia de máquinas y diámetros de tubería sería necesario, se supuso que la presión de régimen en la tubería sería equivalente a una altura de carga de 80 metros y que en algún trozo sería necesario un gasto de 2.700 metros cúbicos diarios a través de una longitud de tubería de 48 kilómetros.

El estudio del problema indicó tubos de diámetro comprendido entre 250 y 300 milímetros y máquinas de 55 caballos.

La tubería enviada soportó en las pruebas una presión equivalente a 155 metros de altura de carga, de forma que cuando en 1917 se quiso

aumentar el gasto de la tubería a 4.000 metros cúbicos diarios, solo hubo que cambiar las máquinas.

La tubería pedida fué 96 kilómetros de 300 milímetros y 48 kilómetros de 250 milímetros.

Desarrollo de los recursos locales.

Para la marcha a través del desierto se tomaron las medidas necesarias para sacar el mayor partido posible de los recursos locales en agua.

Se organizaron las compañías de zapadores dotándolas de bombas aspirantes inpeientes, abrevaderos, depósitos de lona para almacenar el agua y la herramienta necesaria para excavar y revestir los pozos.

Los turcos en su avance en julio de 1917 habían excavado un número considerable de pozos en el desierto, pero los revistieron de trozos de troncos de palmera o con una argamasa hecha con raíces de plantas, de forma que el agua había tomado el sabor de las materias putrefactas y no pudo emplearse.

Se consideró que *para los hombres era potable el agua con una salinidad de 2 por 1.000 partes, para los caballos 5 por 1.000 y para los camellos de 7 por 1.000.*

Las unidades hicieron mucho uso de los pozos Norton con una pequeña variación en el tubo de cabeza.

Siempre que fué posible, se emplearon en gran escala los *shadoof*,

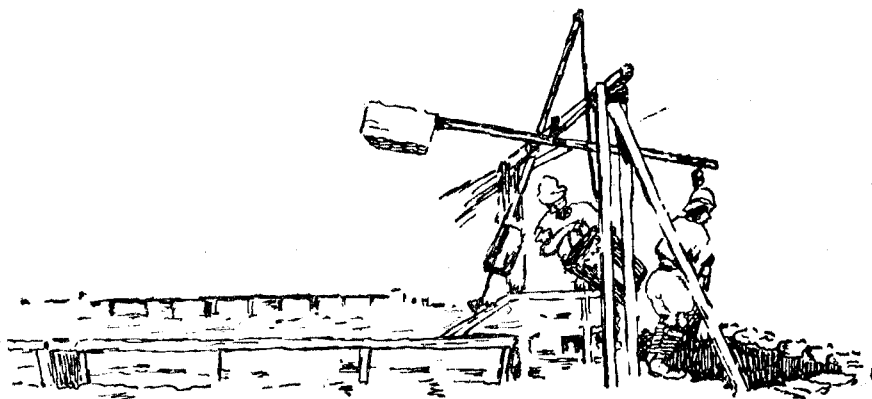


Fig. 12.—«Shadoof» para extraer agua.

mecanismo sencillo y eficaz para elevar agua (1), pues el trabajo personal se disminuye considerablemente y consiste (fig. 12) en un palo hori-

(1) Es corriente en Andalucía y Norte de Africa.

zontal: en un extremo va el cubo para sacar agua y en el otro un contrapeso; de esta forma, el hombre que saca agua del pozo, sólo tiene que tirar hacia abajo de la cuerda para que el cubo entre en el agua, y al soltar aquélla el contrapeso, levanta el cubo sin golpear con las paredes del pozo.

La tubería Kantara-El Arish.

Merece citarse con algún detalle esta obra colosal, no por su concepción, sino por que el éxito final de toda gran obra como ésta, *depende de la destreza y energía de los encargados de los detalles y de la ejecución de la obra.*

A esta obra contribuyó el Ministerio de la Guerra, que no sólo envió un perito a América para la compra de la tubería, sino que buscó por toda Inglaterra las máquinas, bombas y maquinarias apropiadas para empresa tan extraordinaria.

Las compañías civiles del canal y de abastecimientos de aguas del Cairo se dedicaron a construir ciertas obras, como depósitos, sifones a través del canal, etc.

El peso total de la maquinaria y repuestos transportados por mar, fue de 10.000 toneladas y los buques que traían la tubería de América, fueron especialmente escoltados por el Mediterráneo.

Parte de los cargamentos, unas 500 toneladas, se desembarcó en Alejandría; pero la mayor cantidad, unas 9.500 toneladas, se mandó por barcos a Kantara, donde se construyeron instalaciones especiales para la descarga y manejo del material, incluyendo diques para el atraque de buques de alto borde.

La instalación adicional de filtración de Kantara, tenía una capacidad de 250 metros cúbicos diarios, y *de aquí por un triple sifón bajo el Canal de Suez*, se mandaba el agua a los depósitos de la otra orilla, que tenían capacidad análoga y estaban contruidos de mampostería.

Los depósitos contruidos en el desierto en Romani, Abd, Mazar y El Arish eran de hormigón armado y hubo que transportar para ello 5.000 toneladas de hierro, cemento, grava y agua.

Para trabajar en la primera sección Kantara-Romani, se disponían de dos líneas, una de vía ancha y otra de vía métrica, con vagones especiales para el transporte de tubos; para la distribución de éstos en el desierto se encargaron seis tractores Holt.

El primer barco de América llegó a Kantara el 24 de septiembre con 4.500 toneladas de maquinaria y tubería de 300 y 250 milímetros y dado que el trabajo era urgente en la línea Kantara-Romani, se emplearon los dos diámetros.

Al empezar, se vió la dificultad para el elemento indígena de atornillar tubos de tan gran diámetro, y aquél se desarrolló en forma muy lenta; sin embargo por instrucción especial y cuidadosa del personal se consiguió que el rendimiento del trabajo que era al principio de 15 tubos al día por equipo subiera a 25 y más tarde a 40, pagando la obra a destajo.

Organización de los destacamentos de colocación de la tubería.

La colocación de la tubería comprendía seis organizaciones que trabajaban bajo un mando central.

a) Primero venía un destacamento de 1 oficial, 6 clases y 50 trabajadores para marcar la línea que debía seguir la tubería.

Siempre que era posible, la cañería debía seguir al ferrocarril para facilitar el trabajo, separándose en las curvas de radio pequeño; además, dado el diámetro reducido de la tubería, hubo que hacer grandes movimientos de tierra en algunos sitios.

b) Después venía un gran destacamento formado por: 2 oficiales de Ingenieros, 9 clases, 3 oficiales del Cuerpo de trabajadores egipcio y 1.500 trabajadores, cuyo cometido era efectuar los movimientos de tierras y preparar el lecho de colocación de tubería.

c) A continuación seguían equipos de trabajo formados por indígenas que cargaban los tubos en Kantara, los llevaban por ferrocarril y los descargaban a lo largo de la vía férrea, rodándolos sencillamente cuando el asentamiento de la tubería era próximo, o bien en caso contrario descargándolos para formar montones, desde donde los tractores los cogían y llevaban a su sitio.

El personal empleado para transportar los tubos a su sitio estaba compuesto de 2 oficiales, 34 clases y 150 trabajadores de gran fuerza física, dado que cada tubo pesaba unos 500 kilos y era una faena difícil su manejo.

d) Aparecía después un destacamento para unir los tubos compuesto de 3 contramaestres europeos y 250 indígenas, dividido en 12 equipos.

El trabajo se dividía en secciones de 3 kilómetros y cada dos grupos empezaban el trabajo en el centro de la zona, separándose luego a derecha e izquierda hasta que llegaban al final de ella; de esta forma cada sección era atornillada continuamente desde el centro y el trabajo se llevaba simultáneamente con intervalos de 18 kilómetros.

e) Inmediatamente detrás de cada equipo venía una partida de 500 trabajadores dedicados a tapar con arena la tubería para evitar los cam-

bios bruscos de temperatura que pudieran ocasionar por contracciones y dilataciones la rotura de las juntas.

f) Cada 3 kilómetros existía una junta de dilatación, que era colocada por un destacamento compuesto de suboficiales y 25 trabajadores, provistos de un tractor para conducir la herramienta y accesorios.

La vigilancia de todos estos destacamentos en constante movimiento y el abastecimiento de ellos y su transporte, fué un asunto en extremo difícil, dado que el único sistema de transporte que se podía emplear era el caballo o el camello.

Al mismo tiempo que se tendía la tubería se construían los filtros, depósitos y estaciones de bombas, de forma que una vez terminada cada sección de tubería, se podía ponerla en estado de servicio.

Terminación de la tubería.

La tubería llegó a El Arish, distante 155 kilómetros de Kantara, el día 5 de febrero de 1917; es decir, ciento veinticinco días después que se puso el primer tubo; la velocidad media de tendido diario fué, pues, de 1,25 kilómetros.

El avance a Beersheba.—Período diciembre 1916 a noviembre 1917.

Cuando se ocupó El Arish no hubo durante cierto tiempo ninguna dificultad en el abastecimiento de agua al ejército, pues en los valles se encontraban varios pozos con agua excelente y además se podía encontrar en la zona de las dunas contigua a la costa.

El personal del ferrocarril consideró que el agua obtenida por los recursos locales no era apropiada para las locomotoras y hubo necesidad de construir en El Arish un depósito de 1.125 metros cúbicos de capacidad.

El camino que debía seguir el ejército era el recorrido por las carabanas que seguía en general la costa y estaba separado del mar por un cordón de dunas de anchura variable entre 1 y 5 kilómetros; al suroeste existía una meseta separando los ríos Arish y Ghuzze, en general desprovista de agua, excepto la recogida en algunas cisternas.

En el valle que existe entre esta meseta y el cordón costero de dunas, se podía encontrar agua excavando pozos.

En los pequeños adueros encontrados en el camino no había casi agua, con excepción de Khan Yunis, donde había dos pozos de 30 metros de profundidad y en Beni Sela donde existía otro de 65 metros; estos tres pozos, una vez arreglados, daban 585 metros cúbicos de agua al día; unos

cuantos kilómetros más allá, en la zona de Deir el Belah, había agua en cantidad ilimitada.

Avance de la tubería hasta Rafa.

En marzo de 1917 se continuó el ferrocarril hasta Rafa y fué seguido por la tubería general, especialmente para las necesidades del ferrocarril.

En julio de 1917 el Director de Ferrocarriles estimaba que las necesidades de agua serían las siguientes:

PUEBLOS	METROS CÚBICOS DIARIOS
Romani	518
El Abd.....	518
Mazar.....	518
El Arish.....	730
Rasum.....	864
Shellal.....	360
<i>Total.....</i>	3,508

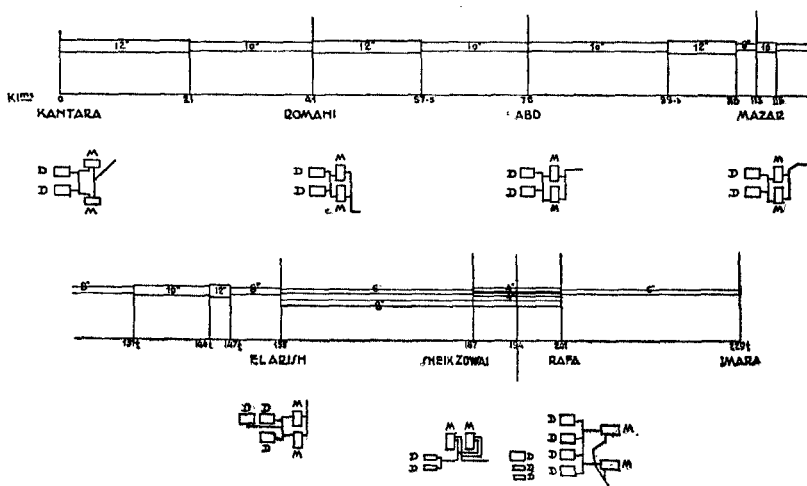


Fig. 13.—La tubería Kantara-Imara (los diámetros de la tubería están en pulgadas: 12'' = 300 mm., 10'' = 250 mm., 8'' = 200 mm., 6'' = 150 mm., 4'' = 100 milímetros).

Añadiendo 360 metros cúbicos para las tropas y hospitales de la línea de comunicaciones y 1.350 para contingencias posibles durante el avance, se propuso *aumentar la capacidad de la tubería desde Kantara para abastecer a Romani con 5.400 metros cúbicos de agua diarios.*

Después de estudiar el problema se hizo el pedido de la nueva maquinaria necesaria y de las instalaciones adicionales de filtración.

El proyecto sufrió modificaciones, por haber variado las circunstancias de origen, y la figura 13 indica la disposición final de las bombas, máquinas, depósitos y tuberías de esta obra inmensa que honra a los Ingenieros ingleses y es única en la historia.

En el cuadro siguiente se detallan las diversas estaciones de la tubería, depósitos de agua, cota del fondo de los depósitos, máquinas, bombas, y capacidad máxima.

ESTACIONES	Depósitos de agua.	Cota del fondo de los depósitos sobre el nivel del Canal de Suez.	MAQUINAS	BOMBAS	CAPACIDAD MAXIMA
Kantara	2 de 1.125 m. ³ .	21 metros.	4 de 90 caballos.....	Dos de 105 metros cúbicos por hora y 80 metros de altura de impulsión.....	En paralelo, 194 metros cúbicos por hora con 170 metros de altura de impulsión.
Romani.....	2 ídem.....	20 ídem...	4 de 75 ídem.....	Una de 83 metros cúbicos por 50 metros; una de 99 metros cúbicos por 65 metros.....	En paralelo, 180 metros cúbicos por hora con 170 metros de altura de impulsión.
Abd.....	2 ídem.....	28,2 ídem...	4 de 75 ídem.....	Dos de 54 metros cúbicos por 20 metros; dos de 41 metros cúbicos por 18 metros.....	En paralelo, 150 metros cúbicos por hora con 150 metros de altura de impulsión.
Mazar.....	2 ídem.....	29,7 ídem...	4 de 75 ídem.....	Dos de 51 metros cúbicos por 60 metros; una de 50 metros cúbicos por 58 metros; una de 38 metros cúbicos por 58 metros.....	En paralelo, 99 metros cúbicos por hora con 154 metros de altura de impulsión.
El Arish....	3 ídem.....	37,4 ídem...	2 de 56 ídem.....	Una de 127 metros cúbicos por 110 metros; una de 109 metros cúbicos por 170 metros.....	127 metros cúbicos por hora.
Sheikzowaid	2 de 112 ídem.	31,5 ídem...	2 de 66 ídem.....	Dos de 94 metros cúbicos por 80 metros.....	94 metros cúbicos por hora.
Kilómt.º 194	1 de 1.125 íd.; 2 de 224 íd....	79 ídem...			
Rafa.....	4 de 1.125 íd....	98,5 ídem...	2 de 20 ídem.....	Dos de 22,5 metros cúbicos por 105 metros.....	22,50 metros cúbicos por hora.

Desarrollo del sistema al este del Arish.

La posición turca de Gaza, debía ser atacada por las fuerzas reunidas en Deir El Belah, y era importante disponer de un abastecimiento de agua avanzado en el valle del Ghuzza, para ser aquélla distribuida a las tropas durante las operaciones.

En la cabeza del ferrocarril de Deir El Belah se montaron depósitos para almacenar el agua llevada por ferrocarril desde El Arish; se dispuso la maquinaria de impulsión capaz de 18 metros cúbicos por hora con una altura de impulsión de 90 metros y se aparcaron 4 kilómetros de tubos de 100 milímetros.

La tubería empezó a tenderse el día 7 de abril a las cuatro de la tarde y se terminó el día 8 a las once de la mañana, trabajando en ella 12 destacamentos de trabajadores. En este día, a las tres de la tarde, se estaban llenando los depósitos instalados en el valle para abastecer de agua a las tropas.

Preparativos para el avance sobre Beersheba y Gaza.

En el período marzo-octubre de 1917 las fuerzas de la zona aumentaron a tres divisiones montadas, una brigada del Cuerpo de camellos, siete divisiones de Infantería y una brigada mixta; en agosto se hicieron los preparativos para un ataque envolvente sobre Beersheba, combinado con un ataque frontal sobre Gaza.

Abastecimiento para las concentraciones de tropas.

En la zona Gamli-Shellal-Hiseia (fig. 11) era de gran importancia las disposiciones necesarias para el abastecimiento de agua, dado que se habían de concentrar cuatro divisiones de Infantería y tres divisiones montadas, acompañados por enormes convoyes de camellos para llevar el agua necesaria.

Aunque había en abundancia agua, *no estaba todo dispuesto para la rápida distribución a las tropas, que era lo esencial*, y esto trajo consigo una gran cantidad de trabajos.

En Shellal, existían manantiales que daban después de limpios, unos 62 metros cúbicos de agua diarios, los cuales por una tubería se conducían a la zona de distribución de agua.

Aprovechando un depósito natural en la roca y construyendo una presa de mampostería se consiguió almacenar 2.250 metros cúbicos, des-

de donde por medio de tres equipos de motores de 25 caballos con bombas centrífugas se impulsaba el agua.

La capacidad de cada grupo era 21 metros cúbicos por hora, con una altura de impulsión de 60 metros, y la instalación estaba dispuesta para trabajar en serie dos grupos, con una altura de impulsión en este caso de 120.

Se organizó una zona para llenar 2.000 «fanatis» por hora y cargarlas en camellos (fig. 14). La cañería principal abastecía una batería de seis tomas de agua, provista cada una con dos mangueras. De cada toma

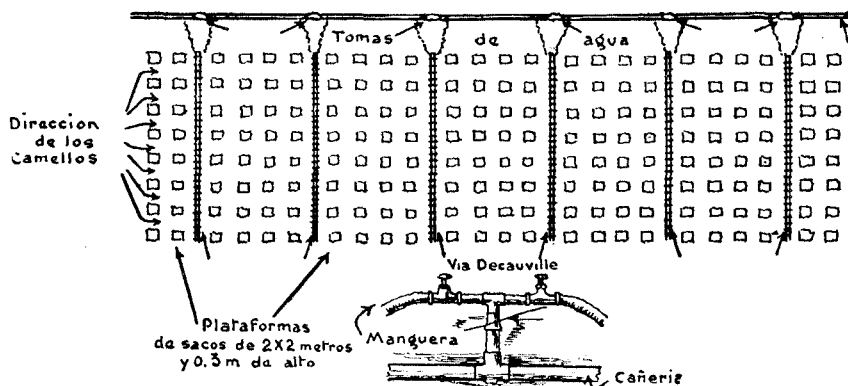


Fig. 14.—Disposición para llenar 2.000 «fanatis» por hora en Shellal.

salía un ramal de vía estrecha, donde circulaban vagonetas cargadas con los depósitos llenos y éstos eran descargados sobre plataformas de sacos terreros que se construyeron a cada lado de la vía.

Los camellos marchaban en ocho secciones de 24 cada una y se introducían entre las plataformas de sacos, desde donde se les cargaban los «fanatis». De esta forma se acomodaban cada vez 192 camellos.

En Gamli e Hiseia se montaron máquinas de impulsión para llenar depósitos elevados de agua, que abastecían por gravedad zonas dispuestas para llenar 250 «fanatis» por hora.

En la figura 15 se indica la disposición adoptada en Hiseia para abastecer de agua a los hombres y caballos de una división montada.

Los depósitos de lona estaban dispuestos para el agua necesaria para los caballos, y los depósitos de ladrillo almacenaban el agua para beber los hombres.

Los depósitos se construyeron sobre la orilla, dando una altura de

unos 6 metros sobre los abrevaderos y tomas de agua, que estaban en el lecho del río.

Las tomas de agua eran capaces de llenar 250 «fanatis» por hora y los caballos podían abrevar a la velocidad de 3.000 por hora durante tres horas.

Los abrevaderos eran a veces contruidos de cantos rodados y barro

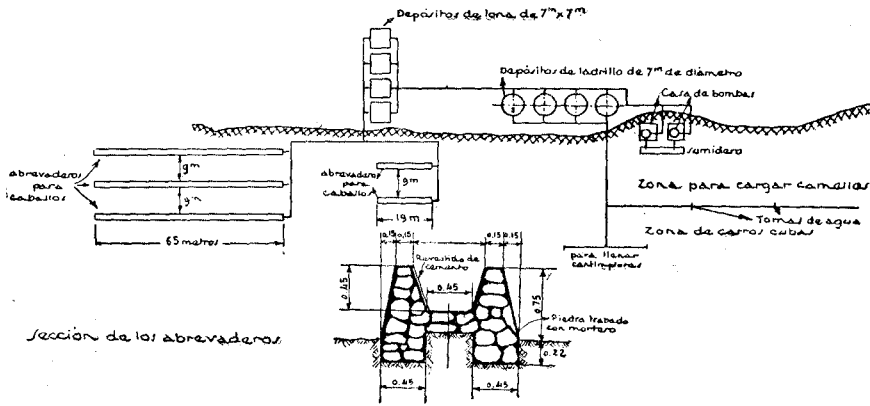


Fig. 15.—La aguada de Hiseia.

en vez de mortero de cal, haciendo impermeable la superficie con un enlucido de cemento.

En ciertos parajes del valle del Ghuzze se construyeron unos 900 metros lineales de abrevaderos de madera y mampostería para abrevar caballos y camellos.

Además de los caminos necesarios para el transporte de tropas y material, se construyeron *pistas especiales para los animales que iban a abrevar y para los convoyes de camellos que se dirigían a las zonas de llenar los «fanatis»*; en todas estas pistas existían postes indicadores señalando a dónde conducían y qué tropas debían hacer uso de ellas.

La labor de los Cuerpos durante el avance.

Después del 22 de octubre las tropas empezaron sus movimientos hacia el este para tomar posiciones para el ataque a Beersheba.

El siguiente sumario indica los trabajos efectuados por los Cuerpos (figura 11).

Cuerpos montados del Desierto.

En la madrugada del 22 de octubre se ocupó Abu Ghalyun y en se-

guida empezaron los trabajos para el abastecimiento de agua. Se trató de limpiar dos pozos viejos sin resultado, y mientras tanto se excavaron dos pozos en el lecho de un río que dieron agua abundante a los 4 metros de profundidad.

En el mismo día se ocupó Malaga y se obtuvo agua excavando trincheras en el lecho del Wadi.

En la noche del 22 al 23 se ocupó Khalassa y se mandaron destacamentos para limpiar dos pozos que habían sido volados por el enemigo, colocando después bombas de 24 metros cúbicos por hora y almacenando el agua necesaria para una división de tropas montadas.

En la noche del 25 al 26 se ocupó Asluj, y después de grandes trabajos se arreglaron los pozos que habían sido destruidos por completo por el enemigo, pudiendo después de instalar la maquinaria apropiada, dar agua a una división montada y a una gran concentración de árabes amigos.

El 20 Cuerpo.

En la noche del 22 al 23 de octubre se ocupó Esani por una brigada montada y una de Infantería.

El abastecimiento de agua se hacía por los manantiales existentes en el lecho del río Wadi, donde se montaron dos instalaciones portátiles de bombas mecánicas con una capacidad combinada de 36 metros cúbicos por hora, depósitos de lona para almacenar agua, de 675 metros cúbicos, y el sistema necesario de distribución.

Se construyeron, además, 200 abrevaderos de madera que se llenaban por bombas aspirantes-impelentes; al cabo de tres días de trabajos, se consiguió un rendimiento de 450 metros cúbicos diarios.

El 25 de octubre se ocupó Imara, donde se montaron depósitos para 270 metros cúbicos de agua, que se impulsaban por bombas a Shellal.

Al mismo tiempo se empezó a tender la tubería de Imara a Karm, y el día 23 se tendieron y atornillaron 5 kilómetros, divididos en 10 secciones.

En la noche del 24 al 25, se mandó el agua desde Shellal por Imara a Karm, y en la mañana del 25 pudieron beber las tropas.

En Khasif se limpiaron las cisternas y se llenaron con 270 metros cúbicos de agua, llevados por dos convoyes de 1.000 camellos cada uno.

LA AMPLIACIÓN DE LOS ABASTECIMIENTOS DE BEERSHEBA.—Después de la ocupación de Beersheba, el problema del agua no se limitó sólo al abastecimiento diario de la división montada y de las dos divisiones de Infantería, sino que fué necesario organizar rápidamente dicho sitio

como una amplia base de agua para las futuras operaciones, dado que lo probable era que las tropas avanzasen por una región muy seca.

Debido a la rapidez del ataque, los turcos sólo pudieron destruir unos cuantos pozos, aunque en la mayoría de ellos estaba todo previsto para su voladura, *asunto éste, que habla mal de los Ingenieros turcos, pues a pesar de la rapidez del ataque, hubiera sido cosa de un momento prender fuego a las cargas*; de los 17 pozos de Beersheba, solo dos estaban destruidos por completo y dos parcialmente.

En tres pozos las bombas estaban en condiciones de trabajo, aunque las máquinas habían sido destruidas; por último, los turcos dejaron intactos dos depósitos que contenían unos 425 metros cúbicos de agua, que fué un legado verdaderamente útil.

Aunque la región era rica en agua no se podía obtener al momento la necesaria para todas las tropas, que venía a ser unos 1.800 metros cúbicos diarios; al tercer día la situación de agua era difícil, pues el rendimiento era igual al gasto y el asunto se agudizó más por llegar, sin previo conocimiento, a las cuatro de la tarde, una división montada con 2.000 hombres y caballos, que llevaban dos días sin beber, y gracias al descubrimiento de un pozo por la noche, pudo beber esta división.

En total, se montaron 33 bombas con una potencia de 290 caballos y se construyeron depósitos para almacenar 4.900 metros cúbicos de agua.

De la línea Gaza-Beersheba al valle del Jordán.—Período noviembre de 1917 a septiembre de 1918.

Los preparativos para las operaciones en Palestina, habían sido estudiados varios meses antes de ocupar la línea Gaza-Beersheba, y los estudios e informaciones habían permitido deducir que la comarca donde había que operar era escasa en agua, y que los abastecimientos debían basarse sobre bombas mecánicas, dispuestas para trabajar en pozos profundos.

Para recibir, clasificar y distribuir el material necesario, se eligió a Rafa como base; las bombas aquí aparcadas de diversos modelos y fabricantes, se podían clasificar en los grupos siguientes:

1.º Máquinas de pequeña potencia con sus bombas, capaces de dar 4,5 metros cúbicos por hora.

2.º Instalaciones portátiles o semi portátiles de bombas aspirantes-impelentes para pozos cuyos nivel de agua fuese menor de 7 metros bajo el suelo y dando 18 metros cúbicos por hora con altura de impulsión de 30 metros.

- 3.º Bombas de gran potencia para pozos profundos dando desde 13,5 a 27 metros cúbicos por hora.
- 4.º Motores de gasolina de 5 a 25 caballos.
- 5.º Bombas centrifugas de poca altura de impulsión.
- 6.º Bombas de gran altura de impulsión hasta 100 metros.

Paralelamente se coleccionó el material necesario para la perforación de pozos profundos y se especializaron en ello varios destacamentos, al

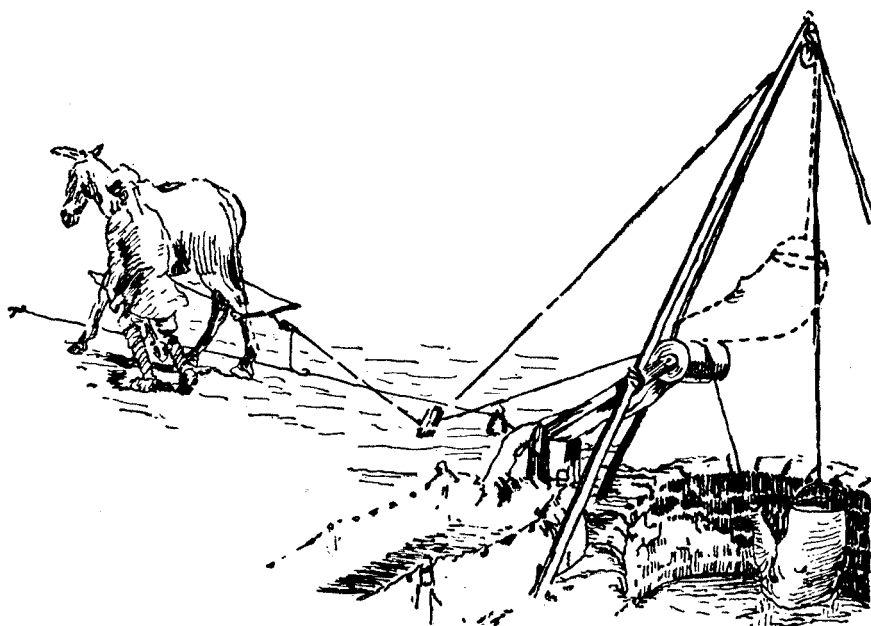


Fig. 16.—«Chursa» para extraer agua.

mismo tiempo que aprendieron el manejo del sistema indio de extraer agua («chursa») que dió grandes resultados (fig. 16).

Se organizó una compañía provisional de abastecimiento de aguas para mantener y establecer aguadas a retaguardia del Ejército y sobre la línea de comunicaciones.

Abastecimiento durante el avance sobre Jerusalén.

Después de la ocupación de la línea Gaza-Beersheba, el ejército siguió su avance, marchando en general las divisiones de Infantería por la costa y las divisiones montadas, por las estribaciones de la región de colinas donde el agua era más escasa.

Cuando las tropas montadas alcanzaron las planicies al sur de Gaza, encontraron muchas instalaciones mecánicas de bombas establecidas por las colonias agrícolas judías, que fueron de gran utilidad.

Durante el avance, el centro ferroviario, fué Ludd, desde donde circulaban cuatro líneas hacia los puntos cardinales, necesitando estas vías férreas 900 metros cúbicos de agua, al mismo tiempo se ampliaron y reforzaron las instalaciones existentes en las líneas de comunicaciones.

Los mejores pozos se encontraban en las plantaciones de naranjos y estaban en general provistos de bombas accionadas por motores de gas o gasolina; el ejército tomó a su cargo estas instalaciones, adoptando las disposiciones convenientes para abastecer, no sólo al ejército, sino distribuir el agua necesaria a los riegos del terreno.

Ampliación de los pozos existentes.

La mayoría de los pozos de Palestina tenían unos 30 metros de profundidad, y aunque suficientes para las necesidades de la población, no daban caudal de agua bastante para las grandes concentraciones de tropas y en su mayoría estaban cegados por la acumulación de fango, piedras, etc., ocasionado por el transcurso de muchos años.

Es un asunto difícil el decidir si es mejor limpiar un pozo profundo para aumentar su caudal o bien dejarlo tal como está; el primer asunto no es tan fácil como parece y lo primero que hay que hacer es instalar una bomba potente de agotamiento para que el personal pueda trabajar en el fondo.

Por otra parte, la instalación de una bomba potente requiere tiempo y además se necesita personal diestro y una bomba poco potente no sirve aunque se monte antes; además, el fango que chupa la bomba obstruye las tuberías y con frecuencia hay que desmontar piezas para limpiarlas y aún así el trabajo es inútil, pues hay pozos en que al limpiarlos desaparece el agua.

Los siguientes ejemplos son dignos de mención:

En el pueblo de Beit Jirga, a 16 kilómetros de Gaza, se encontró un pozo con solo 75 centímetros de agua, el que después de media hora de trabajo con la «chursa», se agotó y se abandonó como inútil; una compañía de ejército después de inspeccionar el pozo, instaló una bomba, *colocando la alcachofa de aspiración a 5 centímetros del fondo*, consiguiéndose así que durante 52 horas diera el pozo 5.400 litros por hora sin interrupción.

En el pueblo de El Tireh, a 7 kilómetros de Ludd, había un pozo que se abandonó por dar solamente unos cuantos cientos de litros por

hora. Después un destacamento de la compañía de abastecimiento de agua lo tomó a su cargo y después de un mes de trabajos aumentó su profundidad en 7 metros y se consiguió un gasto de 9 metros cúbicos por hora y durante varios meses dió diariamente 135 a 180 metros cúbicos.

El abastecimiento de aguas en Jerusalén.

Cuando el ejército entró en Jerusalén en enero de 1918, la ciudad se abastecía por los siguientes medios:

1.º Agua de lluvia recogida de tejados y patios y almacenada en cisternas. La cantidad de agua era pequeña y su calidad dudosa.

2.º Agua de lluvia recogida en antiguos depósitos que no era apropiada para el consumo humano, por ser en realidad el drenado superficial de la parte alta de la población.

3.º Agua recogida en los manantiales cerca de los Pozos de Salomón, a unos 12 kilómetros de Jerusalén, y que se conduce a la población por un antiguo acueducto. El rendimiento diario era de unos 180 metros cúbicos.

4.º Los manantiales del Pozo de Siloám que están debajo de la población y contaminados por las aguas residuales.

En años normales toda esta agua casi no bastaba a las necesidades y en tiempo de sequía había que transportarla desde largas distancias.

Las tropas acantonadas o acampadas cerca de Jerusalén, monopolizaron casi toda el agua que llegaba por el acueducto y hubo necesidad de buscar nuevos medios de abastecimiento para la población civil.

El problema a resolver no era nuevo, pues había sido resuelto dos mil años antes y en 1908 un ingeniero francés había estudiado el problema y publicado sus estudios en un folleto.

En ambas soluciones se tomaba agua de los manantiales establecidos en el río Arrub, que próximamente daban 20 litros por segundo; se dispuso lo necesario para tender la tubería y llevar el agua a Jerusalén, donde se dispusieron depósitos para almacenar 18.000 metros cúbicos de agua.

El plan completo no se desarrolló por terminarse las operaciones militares, pero gracias a la guerra cuenta hoy Jerusalén con un buen sistema de abastecimiento de agua.



ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
Introducción.....	5
CAPITULO I	
Organización y desarrollo del sistema de abastecimiento.....	6
CAPITULO II	
Maquinaria y material.....	11
CAPITULO III	
Trabajos efectuados.....	18
CAPITULO IV	
La táctica del agua durante las operaciones.....	25
CAPITULO V	
La retirada alemana a la línea de Hindenburg.—Desarrollo del servicio durante el invierno 1916-17.....	35
CAPITULO VI	
La campaña de Palestina.....	41

FUERZAS MOTRICES DEL VALLE DE LECRIN

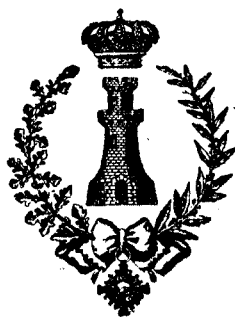
D. ALFREDO VELASCO

D. GUILLERMO ORTEGA

TENIENTES CORONELES DE INGENIEROS

FUERZAS MOTRICES

DEL VALLE DE LEGRIN



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * *
* * * de Ingenieros del Ejército». 1925



SALTO DE DURCAL

El salto de Dúrcal, construído por la Sociedad Anónima «Fuerzas Motrices del Valle de Lecrín», toma sus aguas del río del mismo nombre que nace, como es sabido, al pie del Veleta, en Sierra Nevada, y poco después de la confluencia con dicho río del barranco del Caballo (figura 1), el cual baja casi directamente del cerro así llamado, uno de los más altos de la divisoria.

El caudal aprovechable en estiaje máximo en invierno, es de unos 450 litros por segundo.

Presa.—La presa (fig. 2), de hormigón hidráulico en masa; está situada en la cota 1.632,16 y mide 15 metros de longitud por 2,20 de altura, con sus correspondientes compuertas de fondo y de toma; ésta con una fuerte rejilla para impedir el paso de tierras y de arrastres del río, en el canal conductor.

Canal de conducción.—El canal de conducción tiene 9.580 metros de longitud; está revestido y enlucido todo él de cemento, y su solera tiene una pendiente de 10 milésimas por metro, habiendo sido perforados en túnel más de 4 kilómetros del mismo. La sección transversal de este canal (fig. 3) tiene 1,20 metros de altura por 0,80 de ancho a cielo abierto y 1,80 por 0,80 en túnel.

La excavación del canal ha resultado laboriosa en muchos sitios por lo accidentado del terreno, singularmente en los 4 primeros kilómetros del trazado.

Desarenadores.—Para la limpieza del canal de conducción se han establecido en dos puntos sensiblemente equidistantes de su recorrido dos desarenadores, en los que el agua a la vez que pierde velocidad se ve obligada a efectuar una serie de elevaciones y descensos alternados, depositando en el fondo de aquéllos la arena que pueda llevar en suspensión.

Dichos desarenadores están formados, como indica la figura 4, por un depósito cuya anchura va aumentando hasta alcanzar en el centro el tri-

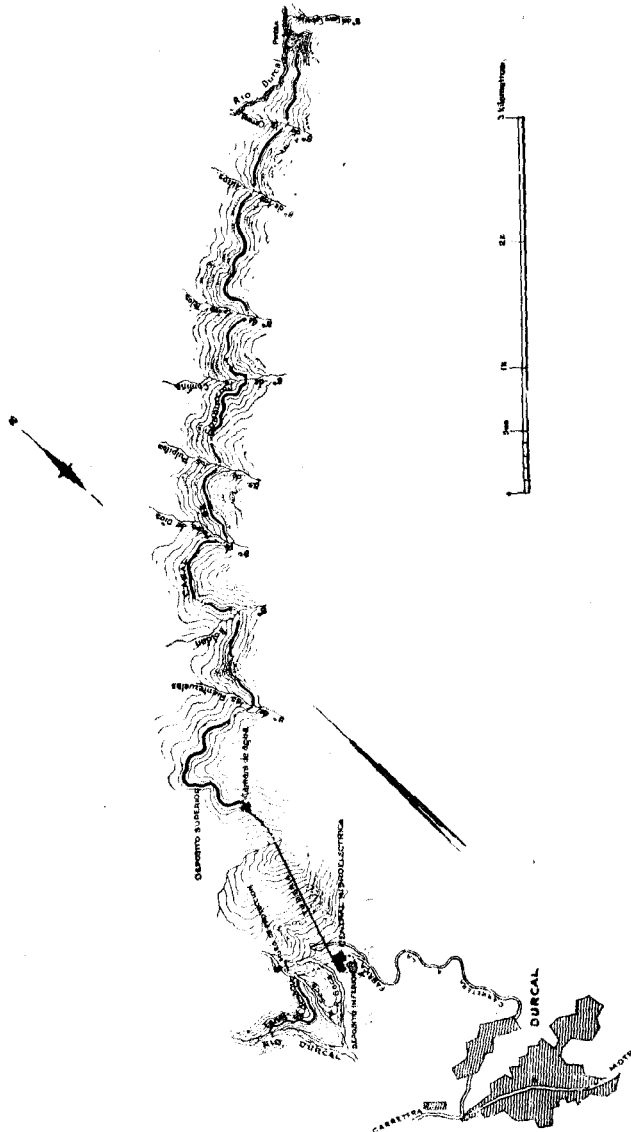


Fig. 1.—Plano general.

ple próximamente que en la entrada, volviendo luego a decrecer para igualarse a la del canal. En este depósito van dispuestos cuatro muretes:

unos, cuya altura es 0,50 metros menor que la de otros, que alternados con ellos, llevan en cambio, en su parte inferior, aberturas para el paso del agua.

Por otra parte, el fondo del desarenador va descendiendo con pen-

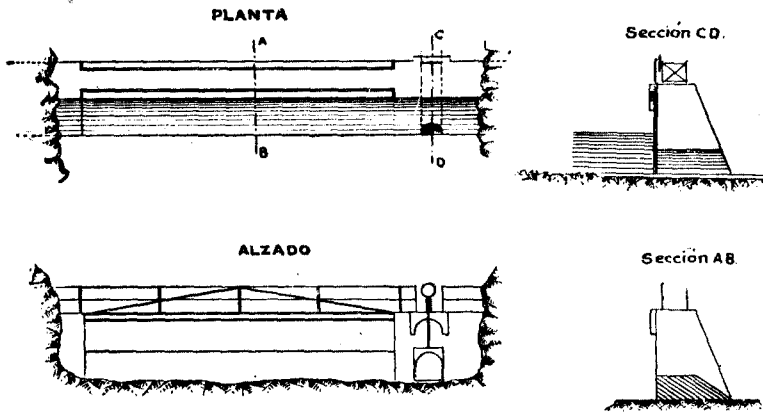


Fig. 2.

diente uniforme hasta el centro del mismo y a partir de éste, se eleva en escalones hasta alcanzar el del canal.

Dos compuertas laterales sirven para la limpieza del depósito cuando la cantidad de arena acumulada en el fondo lo requiera.

Acueducto del barranco de la Cantina.— Para el paso del barranco de la Cantina, que no era posible contornear sin alargar demasiado el traza-

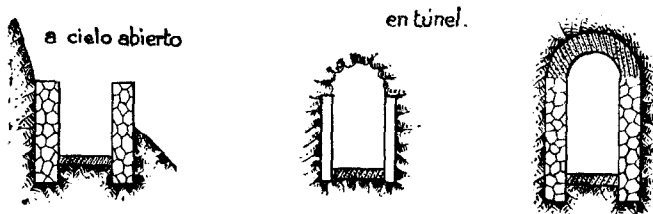


Fig. 3.—Sección del canal.

do, ha habido necesidad de construir el acueducto que representa la figura 5, de 28 metros de largo, cuyo tramo central metálico tiene 28 metros de luz.

Esta solución ha sido impuesta por la naturaleza del terreno en el fondo de dicho barranco.

Depósito superior.—La última parte del canal de conducción, en una longitud de 1.080 metros, tiene una sección de 2,20 de ancho por 2,80 metros de altura media a fin de formar, junto con la cámara de agua, un

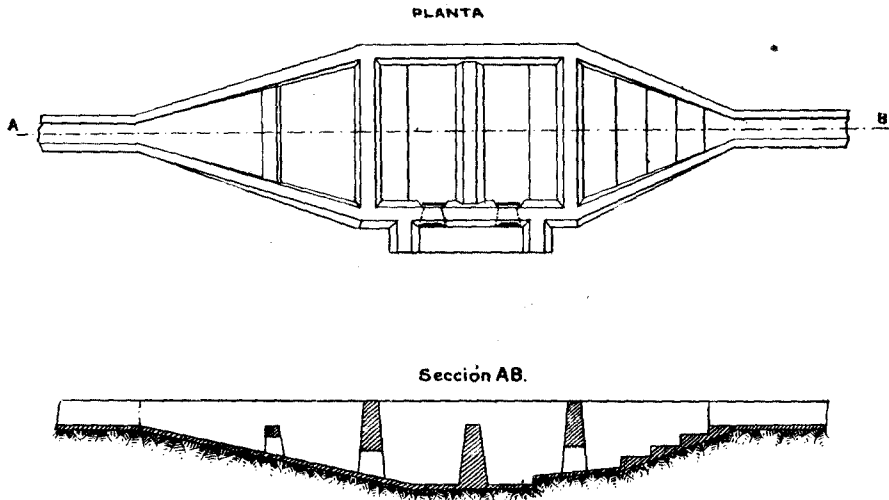


Fig. 4.

depósito de unos 4.000 litros, que en combinación con otro establecido a la salida del canal de desagüe de las turbinas, permite la regulación de los riegos del río en la forma que luego indicaremos.

Aliviadero y cámara de agua.—A la entrada de este depósito se ha establecido un aliviadero de superficie cuyo corte puede verse en la figura 6, y a continuación del mismo depósito, la cámara de agua (fig. 7) de 20,35 metros de largo, 5 de ancho y 4,40 de alto, con sus correspon-

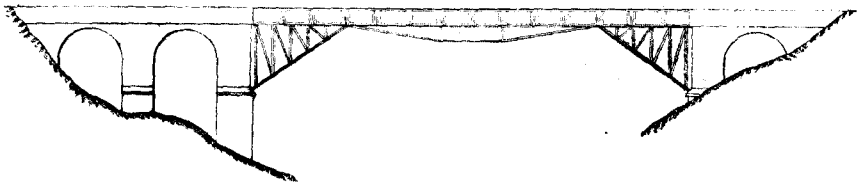


Fig. 5.

dientes compuertas de entrada y de limpieza, así como la de comunicación con la cámara de la válvula de seguridad de la tubería, cámara inmediata a la de agua.

Delante de la primera de dichas compuertas hay colocada también

una espesa rejilla para impedir el acceso a estas cámaras de cualquier cuerpo en suspensión que pueda llevar el agua.

Tanto la cámara de agua como la de la válvula de seguridad están

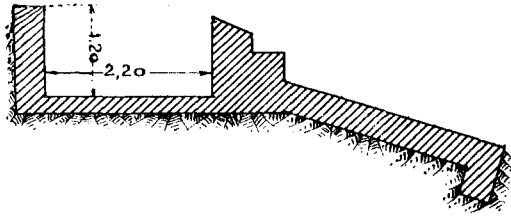


Fig. 6.

revestidas con gruesos muros de mampostería hidráulica enlucidos de cemento.

Una y otra van cubiertas por una losa de hormigón armado, parte de la cual sirve de piso de la casa vivienda del guarda encargado del servicio de compuertas, las cuales conforme puede verse en dicha figura se

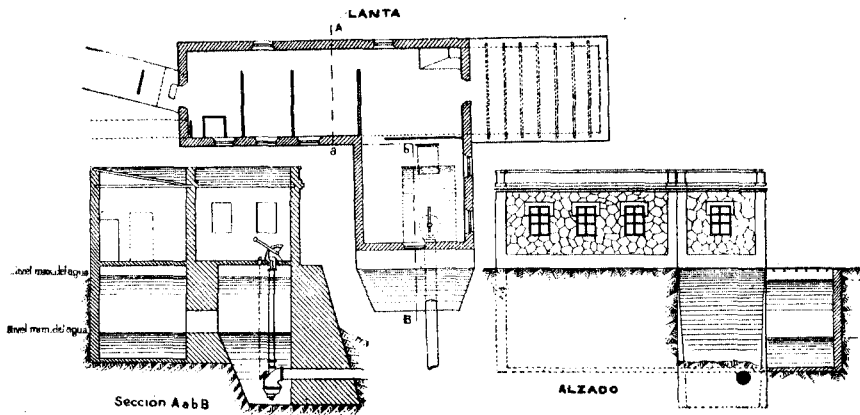


Fig. 7.

hallan de ese modo dentro del edificio y bajo la inmediata vigilancia, por lo tanto, de dicho guarda.

Esta casilla tiene sus muros de mampostería y la azotea de hormigón armado.

Válvulas de seguridad.—La válvula de seguridad tiene por objeto obturar automáticamente la entrada del agua en la tubería forzada por la acción de la corriente misma del agua, en caso de rotura de dicha tubería.

Se compone (fig. 8) de un cuerpo *A* en el que va dispuesta una válvula *B* que cierra en el sentido del flujo del agua. Cuando la válvula *B* cierra, se abre la ventosa *C* para dejar entrar el aire. La palanca *D* con su contrapeso *E* mantiene abierta la válvula *B*, y este contrapeso debe graduarse del tal modo que la válvula no cierre mientras en condiciones normales, la velocidad del agua no exceda de un máximo determinado; permitiendo en cambio el cierre de dicha válvula en cuanto el agua pase de esta velocidad, en cuyo caso la palanca pasa a ocupar la posición de puntos.

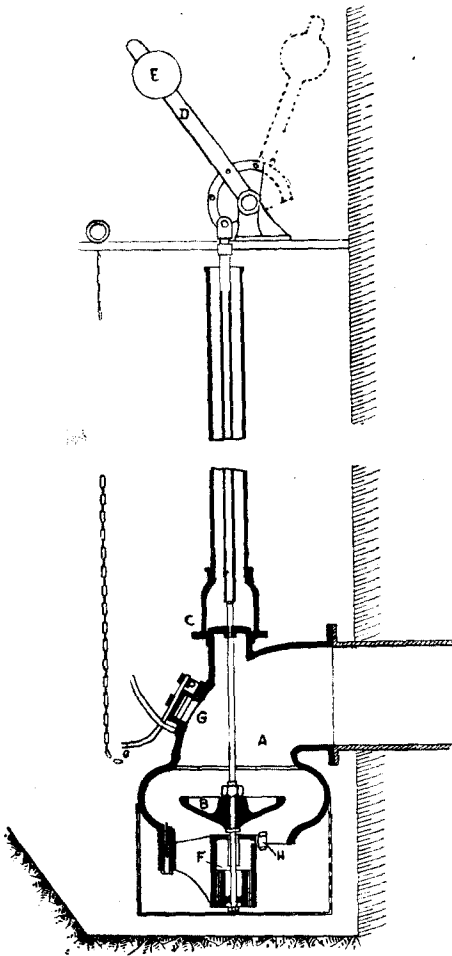


Fig. 8.

Un amortiguador *F*, impide el cierre brusco de la válvula y, por consiguiente, los golpes de ariete y la valvulita *G* sirve para llenar la tubería. La válvula de retenida *H* adosada a *F* funciona en el momento de la apertura de la válvula *B*.

Tubería forzada.— Siendo 1.619,80 la cota de la lámina

de la tubería forzada.

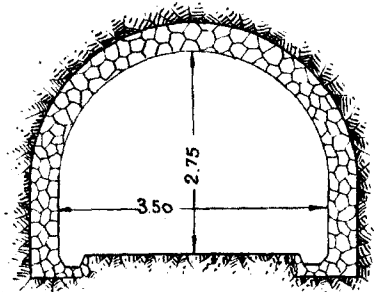


Fig. 9.—Paso de la tubería en túnel.

líquida en la cámara de agua y de 861 la del eje de las turbinas, la altura de caída obtenida es, por consiguiente, de 758,80 metros.

Para formarse idea de lo que representa este salto, el segundo de altura en España y uno de los mayores de Europa, después del de Fully

(Suiza), de 1.650 metros, baste decir que un litro de agua por segundo desarrolla con ese salto una potencia de 7,58 caballos sobre el eje de turbinas (suponiendo que éstas tengan un rendimiento del 75 por 100) o de 5,60 kilowatios en los terminales de las generatrices.

Esta altura de salto es la que permite utilizar una potencia de más de 4.000 caballos durante casi todo el año.

Como puede verse por el perfil longitudinal de la bajada de la tubería, la pendiente media es de 32,70 por 100. En planta sólo presenta una curva de radio 100 entre los perfiles 24 y 29 con objeto de salvar una fuerte depresión del terreno; lo que obligó a labrar dos túneles de 117 y 85 metros de longitud, cuya sección transversal representa la figura 9.

Ha habido igualmente que efectuar varias obras de fábrica, como un puente de 5 metros de luz para paso de otro barranco y varios muros de 8 y 9 metros de altura y 30 y 40 de longitud con sus correspondientes desagües para contención de tierras.

La excavación para la tubería tiene doble anchura de la necesaria para un tubo, en previsión de futuras ampliaciones del salto.

El diámetro interior de la tubería de bajada, constante en toda su longitud de 2.196 metros, no es más que de 500 milímetros. Dicha tubería está formada por tubos de acero Martín Siemens, soldados, cada uno de los cuales tiene una longitud de 12 metros, habiéndose empleado un pequeño número de ellos con un largo de 6 metros para los cambios de rantes, en la forma que luego se indica.

El espesor de los tubos varía desde 7 milímetros, junto a la cámara de agua, a 23 en el de unión con la válvula general automática de entrada en las turbinas.

Siendo la tubería a presión la parte tal vez más delicada de todo el salto y uno de los factores más importantes del coste total del mismo, pues dada la altura de caída es preciso asegurar en ella el máximo de seguridad para la explotación, se estudiaron detenidamente las dos soluciones generalmente admitidas; tubería al aire libre con muros de anclaje, puntos fijos y juntas de dilatación en todos los codos o tubería enterrada sin juntas de dilatación; solución ésta última adoptada en casi todos los saltos importantes y de gran altura construídos modernamente.

Entre estas instalaciones merecen citarse las siguientes:

Salto de Fully.—En Valais (Suiza), de 1.650 metros, instalado en 1915.

Salto de Vouvrý.—En el lago de Tanay, de 935 metros de altura, instalado en 1900.

Salto de Ackersand.—En Viege (Suiza), 725 metros, instalado en 1908.

Salto de Orly.—En el Ariege (Pirineos), de 940 metros, instalado en 1910.

Como todas estas tuberías enterradas han funcionado desde el principio sin la menor dificultad, se resolvió adoptar este sistema en el salto de Dúrcal, teniendo en cuenta además su extraordinaria sencillez, toda vez que por ser nulos los efectos de dilatación, puesto que la tubería va enterrada en toda su longitud a una profundidad mínima de un metro, son completamente innecesarias las juntas de dilatación. De ese modo queda además al abrigo de las heladas, desprendimientos de piedras y aun de cualquier falta de vigilancia.

En cambio es preciso efectuar su montaje con el más grande cuidado, montaje que por esta razón se llevó a cabo en la forma que se va a indicar.

Todos los tubos, construidos en Dilling (Alemania), fueron escrupulosamente probados en fábrica a una presión 50 por 100 mayor que la presión estática que deben soportar una vez montados, alquitranándose luego en caliente.

La tubería, con un peso total de unas 700 toneladas, fué desembarca-

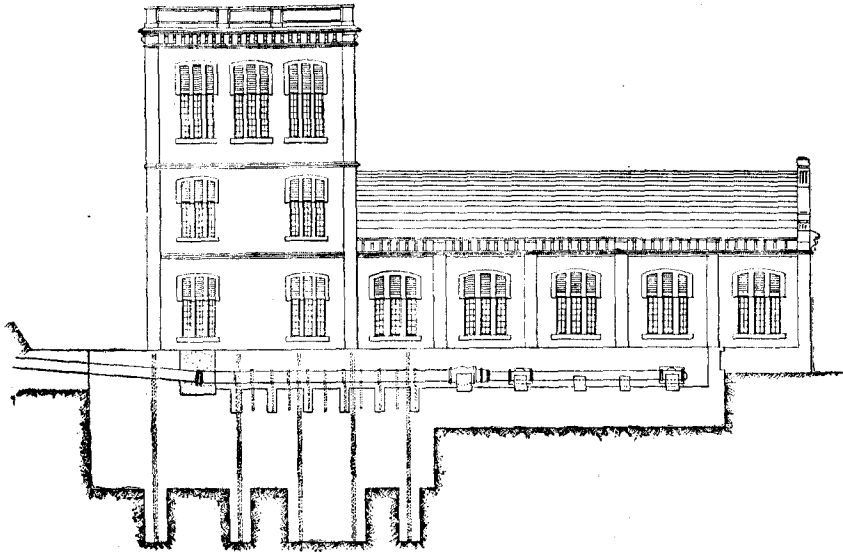


Fig. 10.

da en Motril y desde allí se subieron los tubos de dos en dos, o de tres en tres, según su peso, en camiones con remolques *ad hoc* dada su longitud de 12 metros.

El primer tubo colocado en A (fig. 10) junto a la casa de máquinas está empotrado en un fuerte macizo de hormigón armado con carriles

viejos, de 700 toneladas de peso, macizo que forma parte de la cimienta-

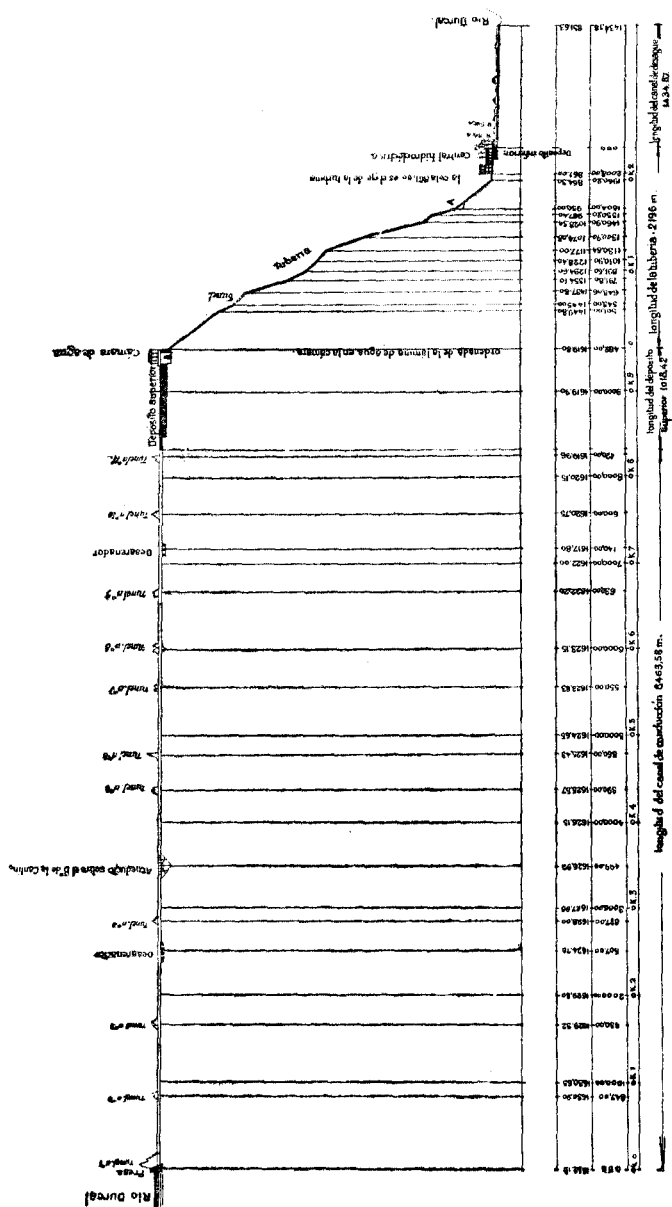


Fig. 11.—Perfil longitudinal.

ción del muro correspondiente del edificio. Dicha figura detalla la disposición del tubo de anclaje en este macizo.

Además del macizo de anclaje del primer tubo, se han establecido tres más en puntos de cambio acentuado de rasante y sensiblemente equidistantes entre sí. Aunque realmente innecesarios, por ser de sobra suficiente el macizo inferior para resistir todo el empuje de la tubería, se ha juzgado conveniente establecer estos otros macizos por la configuración del terreno.

A partir de este tubo, se efectuó de abajo a arriba el montaje de los demás. Este montaje se llevó a cabo para los primeros tubos deslizándolos por la misma rampa preparada para la tubería desde una explanada con su correspondiente muelle que se estableció en *A* (fig. 11) para la más cómoda descarga de los tubos transportados por los camiones desde Motril.

El resto de los tubos hasta la cámara de agua se colocaron en obra por medio de un funicular, formado por un cable que arrastraba dos vagones sobre las que insistía cada tubo. Este cable, después de pasar por una polea de cambio colocado en lo alto de la explanación de la tubería, iba a arrollarse en un torno, con sus correspondientes frenos, accionado por un motor de gasolina de un camión «Mercedes», montado al efecto en un punto conveniente del trazado. Las figuras 12 y 13 dan idea de los vagones y de la disposición general de este funicular.

La unión de un tubo con otro se verifica en este sistema de tubería del modo que luego explicaremos.

Una cuadrilla de ocho hombres que se adiestraron con facilidad, colocaba diariamente de dos a tres tubos en la parte inferior y de cuatro a cinco en la parte superior, por ser éstos más ligeros.

Una vez montado un trozo de tubería de unos 200 metros se llenaba de agua, a cuyo efecto se colocó una tapadera sujeta con pernos en la parte inferior del tubo de anclaje y otra en la parte superior del último tubo colocado y se ensayaba todo ese trozo a una presión superior en un 25 por 100 a la presión estática a que está sometida la tubería, o sea en total a 100 atmósferas, en números redondos.

Hecho esto, se comprobaban cuidadosamente las juntas, procediéndose en seguida al cierre de las zanjas de los tubos. Para ello se rellenaba de grava, apretándola fuertemente, toda la parte inferior de cada junta, a fin de obtener un buen apoyo, completándose luego el relleno con tierra hasta un metro de altura mínima de la generatriz superior del tubo.

Terminadas estas operaciones en el primer trozo, se dejaba en él el agua, se quitaba la tapa superior y se procedía a montar otro segundo trozo de unos 180 a 200 metros de longitud, con el que se procedía de igual modo y así sucesivamente. Este sistema ha dado excelentes resul-

tados, sin que haya habido que lamentar el menor accidente durante todo el trazado.

Para el llenado de agua de cada trozo y por no existir manantial

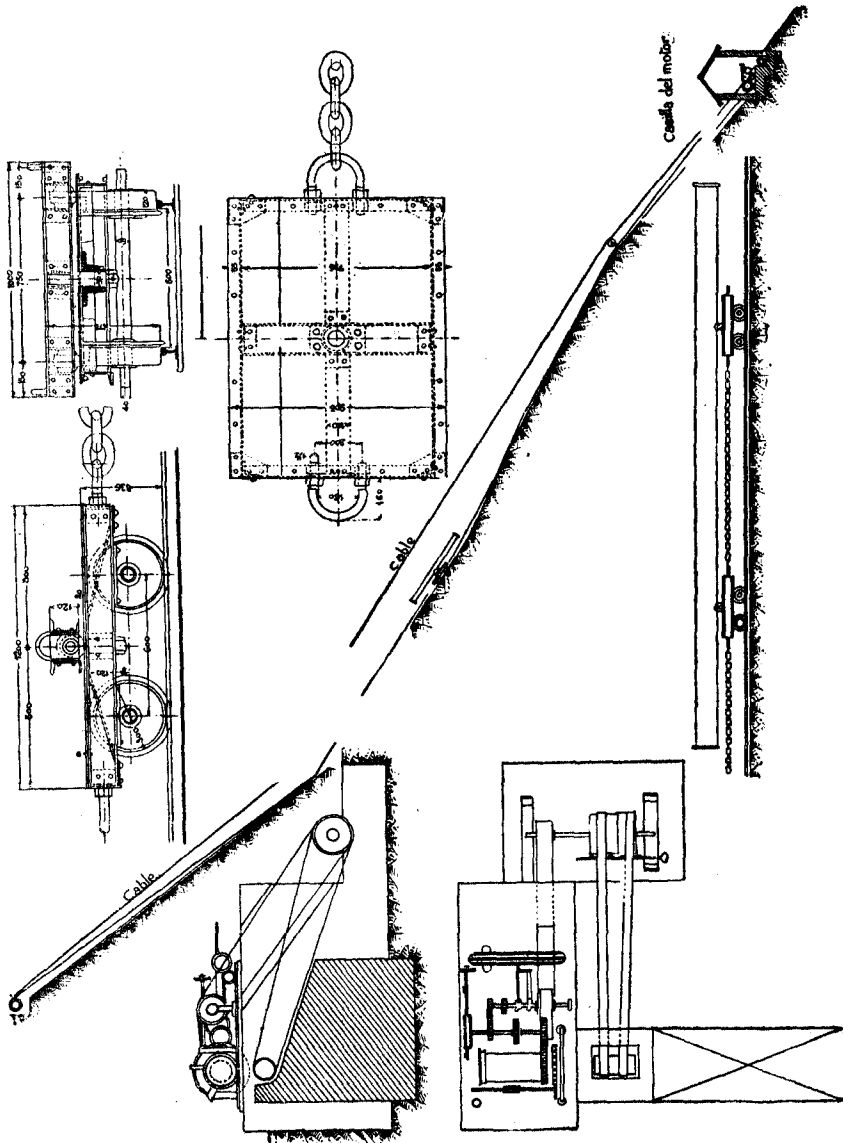


Fig. 13.

Fig. 12.

ninguno ni en la ladera por que baja la tubería, ni en ningún sitio próximo de dónde llevarla económicamente a pie de obra, se aprovechó la circunstancia de tener terminado el canal de conducción hasta la entra-

da de la cámara de agua para hacerla llegar a los tubos por una cañería auxiliar de hierro de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro.

Fabricación de los tubos.—Aunque realmente no es de este lugar, resulta interesante conocer en esquema el sistema «Erhardt» empleado para la fabricación de los tubos sin soldadura longitudinal.

Para ello se toma el metal en barretas cuadradas de dimensión ade-

Barreta de sección cuadrada.

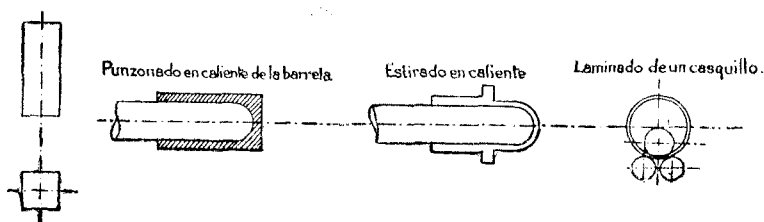


Fig. 14.

cuada (fig. 14), las que se perforan en caliente en una prensa dejando, sin embargo, cerrado el fondo de ellos. Estos bloques se pasan luego por una segunda prensa de estirar y se les corta el fondo al salir de ella.

El cuerpo cilíndrico que se obtiene, se coloca a continuación en un laminador especial con un cilindro interior y dos exteriores, con objeto de aumentar su diámetro, obteniéndose de ese modo grandes casquillos de 500 milímetros de diámetro interior y 3 metros de largo como máximo.

Después, no hay más que soldar por sus extremos tres o cuatro casquillos para formar un tubo de longitud determinada, en cuyas extremidades se sueldan así mismo las cabezas, después de introducir alrededor del cuerpo del tubo las dos bridas que sirven luego para la unión de un tubo con otro.

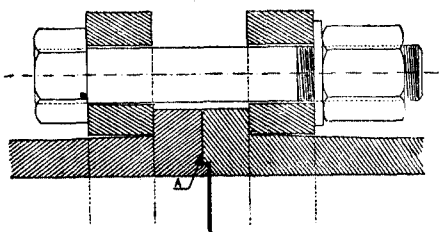


Fig. 15.

La cuestión de las bridas y pernos de unión ha sido objeto de estudios muy detenidos. Como se ve en la figura 15, las juntas de los tubos son de enchufe y llevan una ranura de sección triangular A para aloja-

Los tubos han sido calculados para una tensión de 900 kilos por centímetro cuadrado.

miento de un anillo de caucho redondo, de 10 milímetros de diámetro.

Los tubos se han montado, de modo que el extremo macho del enchufe quede hacia arriba, a fin de facilitar la colocación de las juntas de caucho.

Todas las juntas de la tubería son idénticas, lo que ha permitido emplear un sólo tipo de anillos de ángulo *A* y *B* (fig. 16) para los codos. Merced a estos anillos de ángulo no ha habido necesidad de emplear ningún tubo acodado en toda la tubería, sino únicamente tubos rectos,

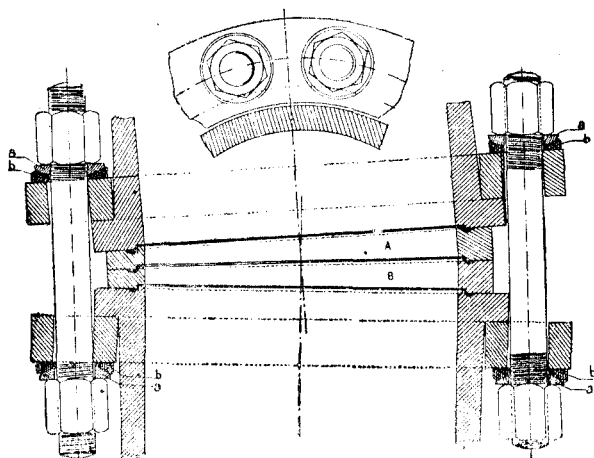


Fig. 16.

toda vez que por medio de un par de anillos de éstos, colocados entre dos tubos, se puede realizar una desviación hasta de un 10 por 100 del eje de la tubería y en una dirección cualquiera. Para ello, no hay más que hacer girar sobre su eje los dos anillos de ángulo, desde la posición en que las caras exteriores de dichos anillos queden paralelas, en cuyo caso es igual a cero el ángulo de desviación del eje de la tubería, hasta la posición resultante de la coincidencia de los menores espesores de los anillos mencionados en el extremo de un mismo diámetro y del mayor espesor de ellos en el otro extremo de este diámetro.

Siendo de 12 metros la longitud de los tubos empleados, esto ha permitido hacer una curva en planta o en perfil de 120 metros de radio mínimo, lo que facilita extraordinariamente el montaje de la tubería, puesto que cabe así el adaptarla a las sinuosidades del terreno y es una de las mayores ventajas del sistema empleado.

Los pernos de las juntas con anillos de ángulo van roscados por cada

extremo (fig. 16), colocándose debajo de cada una de sus tuercas un par de arandelas *a* y *b* con superficie de apoyo esférico, a fin de salvar la falta de paralelismo que hay en este caso entre las caras exteriores de las bridas de los tubos. De no emplear estas arandelas, al apretar las tuercas se producirían deformaciones de los pernos y, por consiguiente, un mal ajuste y tensiones anormales. El peso medio aproximado de cada tubo con brida y perno es de unos 3.600 kilogramos, así es que toda la tubería viene a pesar, como se ha dicho, unas 700 toneladas.

Válvula de entrada al colector.—En una instalación hidroeléctrica en que la tubería de presión es relativamente corta y el gasto poco importante, puede prescindirse algunas veces, por razón de economía, de montar una válvula a la entrada del colector de la fábrica y contentarse con las compuertas de la cámara de agua; pero en un salto como el de Dúrcal, en que la tubería de conducción tiene varios kilómetros de longitud, es indispensable contar con una buena válvula de seguridad a la entrada del colector.

Además, si se emplease una sencilla válvula de corredera, la seguridad en caso de accidente en el colector o en una de las tuberías que unen éste a las turbinas resultaría muy escasa, toda vez que en caso de rotura después de la válvula sería imposible cerrar por completo dicha válvula porque su maniobra requiere el equilibrio preliminar del obturador por medio de una llave de doble paso que ponga en comunicación las caras anterior y posterior de este distribuidor.

Una válvula de corredera no serviría, pues, más que para aislar y vaciar el colector en caso de reparación de las válvulas de las turbinas sin necesidad de vaciar la tubería a presión, operación que conviene efectuar lo más raramente posible; pero en una instalación de la importancia de Dúrcal es indispensable el empleo de un órgano obturador más preciso y perfeccionado.

Una válvula hidráulica para instalaciones de esta clase debe ser estanca, ha de poder cerrarse sin dificultad, cualesquiera que sean las diferencias de presión aguas arriba y aguas abajo de ella y aun cuando falte por completo la presión, haciéndolo *automáticamente* en cuanto el gasto de agua excede de un valor determinado, o a *mano* mediante un ligero esfuerzo a distancia. El tiempo de apertura y cierre del obturador debe estar perfectamente determinado y ser graduable, así como el amortiguamiento y aceleración de la velocidad del agua, a fin de no ocasionar golpes de arriete, peligrosos para la tubería.

Dicha válvula debe ser, además, sencilla, robusta y de fácil desmontaje, para el entretenimiento y vigilancia de sus órganos; ha de llevar un indicador de apertura que señale en cada momento la posición del obtu-

rador y, por último, debe guiar el agua de tal modo que ésta experimente un mínimo de pérdida de carga.

La válvula de accionamiento hidráulico de la fábrica de Dúrcal construida por la casa L. Roll, de Berna, satisface todas estas condiciones.

El cierre y apertura de esta válvula se efectúa por medio de un cajón anular, equilibrado, que recibe el empuje, en uno u otro lado, de la presión del agua suministrada por la misma válvula. Este agua tiene entrada por una abertura conveniente provista de una llave y un filtro metálico cilíndrico en comunicación con un tubo que termina en un distribuidor instalado en el interior de la fábrica.

En este distribuidor, mediante una corredera accionada por un volante, se efectúa el cambio de circulación del agua por los dos tubos que la conducen a una u otra cara del cajón anular a fin de abrir o cerrar la válvula. Un tubo de nivel, dispuesto en el distribuidor, indica si la válvula está abierta o cerrada.

Esta válvula lleva, además, un tubo de vaciado de la tubería forzada con una primera válvula de doble engranaje y un grifo A (fig. 17) al final del tubo; el cual se cierra con un punzón accionado por cremallera

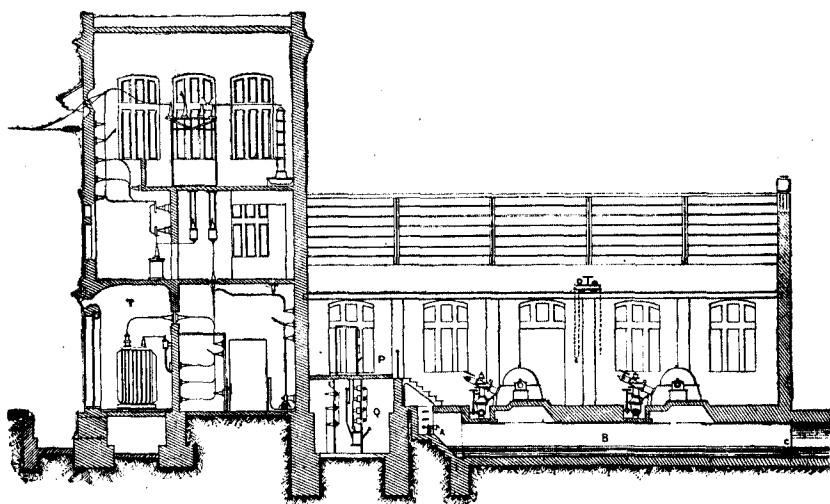


Fig. 17.

y tornillo sin fin que lleva adosada una cubierta para desviar y quitar fuerza al chorro de salida, dándole paso al tubo de evacuación de las turbinas.

Válvulas de alimentación de las turbinas.—Del colector parten dos

tubos de 400 milímetros de diámetro interior que alimentan las dos turbinas de 2.000 caballos instaladas en la sala de máquinas.

Cada uno de estos tubos lleva una válvula de compuerta que sería de primera maniobra si no llevase adjunta otra válvula destinada a poner en comunicación al lado sin presión con la tubería de alimentación a fin de igualar la presión en ambos lados de la compuerta, la cual puede en estas condiciones maniobrarse fácilmente.

Tubería de evacuación.—El agua, a su salida de las turbinas, cae a un tubo de evacuación *B*, de chapa de hierro de 1,50 metros de diámetro, perfectamente calafateado con soldadura autógena y envuelto en el fuerte macizo de hormigón hidráulico que sirve de cimentación a las turbinas; tubo en cuyo extremo superior está dispuesto el grifo *A* para el vaciado de la tubería y en el otro extremo una presa *C* de 0,50 metros de altura que sirve para formar una capa hidráulica de amortiguamiento del chorro de caída de las turbinas. De dicha presa arranca en túnel con una sección de 1,50 metros de ancho por 1,40 de altura, el canal de salida del agua al depósito regulador que ahora describiremos.

Depósito regulador.—El objeto de este depósito, es el siguiente:

En ningún salto de agua es posible conseguir, sin una disposición especial para ello, que la carga sea en cada momento exactamente la que corresponde al caudal del río, pues esa carga y, por lo tanto, el gasto de agua en el salto, es función de la cantidad de energía consumida en la red. Es decir, que para no alterar el régimen del río, y que en ningún momento sufran perjuicio los regantes del mismo, debe hacerse que el gasto en las turbinas sea en cierto modo independiente del caudal de agua que se toma en la presa.

La manera más sencilla de lograrlo consiste evidentemente en acumular aguas arriba de las turbinas el exceso de líquido correspondiente a los momentos en que el gasto exigido por la carga de red es menor que el caudal que llega por el canal conductor, para devolver en cambio esos sobrantes a medida que va siendo necesario, cuando ese gasto necesite ser mayor de dicho caudal.

El lugar más adecuado para esa acumulación hidráulica es, sin duda, un depósito antes de la cámara de agua, y de ahí que se haya establecido, a la terminación del canal de conducción, el depósito de que hemos hecho mención al describir dicho canal.

Ahora bien, el empleo de este depósito acumulador requiere a su vez la instalación de otro depósito regulador, agua abajo de las turbinas, que permite devolver al río—tomándola de la contenida en él—la cantidad de agua que corresponde exactamente a la que en cada momento entra en el depósito superior.

Dando a ambos depósitos la misma capacidad y haciendo que ésta sea suficiente para asegurar el funcionamiento del conjunto durante la variación diaria de la carga de la red, puede ser alimentado el segundo depósito por el primero con arreglo a las necesidades del gasto exigido por esta carga, mientras el segundo alimenta al río siguiendo las variaciones del caudal que entra en el superior.

Se consigue así la constancia del régimen del río por un lado y la variación del gasto que automáticamente toman las turbinas, por el juego combinado de las compuertas correspondientes, a fin de que la cantidad de agua que sale del depósito regulador sea sensiblemente igual a la que entra en el acumulador, de acuerdo con las indicaciones de dos escalas graduadas dispuestas al efecto en uno y otro depósito.

El depósito regulador establecido en A (fig. 1) junto a la casa de máquinas, bajo la inmediata vigilancia del personal de servicio en ella, tiene una capacidad de 4.000 litros; sus muros son de mampostería hidráulica, la solera de hormigón hidráulico y unos y otra están enlucidos de cemento.

Canal de desagüe.—El canal de salida de las turbinas desemboca, como se ha dicho, en este depósito, de cuyo fondo arranca también el canal general de desagüe, provisto de la compuerta para la regularización del gasto.

En el mismo muro de que arranca el canal de desagüe se ha dispuesto el aliviadero de superficie de este depósito, al cual va a verter en dicho canal unos 18 metros detrás de las compuertas de regulación.

Poco después de verter en él este aliviadero, se ha establecido en el canal de desagüe una chimenea de 1,40 por 1,40 metros de sección, de la que a una altura conveniente arranca una galería general de ventilación con cuatro ramales que desembocan en el suelo de sus respectivas celdas debajo de cada uno de los cuatro transformadores instalados, a fin de asegurarles una perfecta ventilación.

El canal de desagüe cuyos muros son de mampostería hidráulica, tiene una sección de 1,40 por 1,40 metros de cubierta, por una bóveda rebajada de hormigón hidráulico de 0,30 metros de flecha y 0,20 de espesor.

Este canal pasa en túnel por debajo de la fábrica y de la rambla inmediata a ella, y siguiendo por el accidentado macizo del otro lado de esta rambla, va a verter en el río con 1.437,74 metros de desarrollo, 28 metros aguas arriba de la presa de toma de la acequia de riego del pueblo de Dúrcal, con arreglo a las condiciones de la concesión.

Obras auxiliares.—Para el emplazamiento de la fábrica, además de un regular desmonte de tierras preciso para la explanación de la misma,

ha habido necesidad de desviar la rambla de que acaba de hablarse, con objeto de prevenir posibles avenidas de la misma, mediante un fuerte muro de mampostería hidráulica establecido en *B* (fig. 1) y una cortadura adecuada en terreno de roca muy dura. En la misma forma se han desviado dos barrancos que hubieran podido verter aguas en la explanación de la fábrica.

Se ha arreglado, además, el camino de salida del pueblo y construído a continuación de él tres hilómetros de carretera, para el transporte de todo el material, lo que permite llegar en automóvil hasta la misma puerta de la Central. Para poner en comunicación la fábrica con la cámara de agua se han construído, además, 5 kilómetros de caminos, se han edificado en la sierra cuatro albergues para el personal empleado en la construcción y se han mejorado considerablemente todos los pasos y veredas de la misma.

La Central comunica telefónicamente con las Subestaciones de transformación que tiene en Padul y Granada la Sociedad de Tranvías y con la cámara de agua y la presa, a cuyo efecto se han instalado las líneas aéreas correspondientes.

Turbinas.—Hay instaladas dos turbinas iguales, que transmiten su potencia a dos alternadores acoplados directamente a ellas.

Cada turbina se compone de una rueda «Pelton» maciza en el centro y que lleva montada en la periferia unos cangilones o cucharas con una arista intermedia que divide el filete líquido en dos porciones para mejor utilización de la fuerza viva del agua. Esta rueda recibe el agua suministrada por el inyector casi tangencialmente.

Las características de cada turbina son:

Caida neta, 708 metros.

Gasto, 258 litros por segundo.

Potencia, 2.000 caballos.

Velocidad, 1.000 revoluciones por minuto.

Rendimiento a plena carga, $\frac{2.000 \times 75}{708 \times 258} = 0,82$.

A un cuarto de carga, baja el rendimiento a 0,65. La regularización se efectúa: bien lentamente, actuando sobre el puntero *A* del interruptor (figura 18), bien rápidamente por medio del desviador del chorro *B*, bien combinando ambos elementos, puntero y desviador.

La tubería lleva, además, un aparato para reducir la presión del agua para enfriamiento de los cojinetes.

Toda la instalación hidráulica ha sido suministrada por los Ateliers des Charmilles (antes Piccard Pictet y Compañía).

Alternadores.—Cada turbina *a* (fig. 19) va acoplada directamente a un

alternador *b* trifásico de alta tensión, de inducido fijo e inductor móvil, con excitatriz accionada por el mismo eje del alternador, ventilación for-

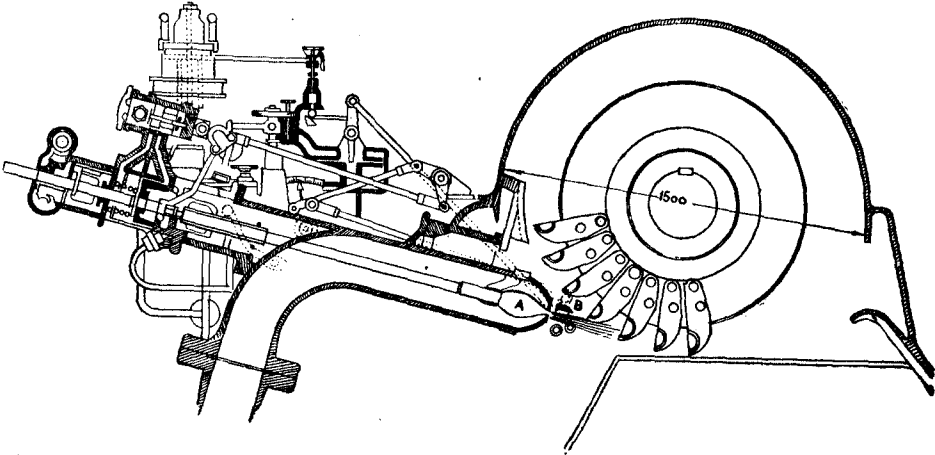


Fig. 18.

zada y cojinetes de lubricación automática por anillos refrigerados por un serpentín por el que circula agua a una presión de 6 a 7 metros.

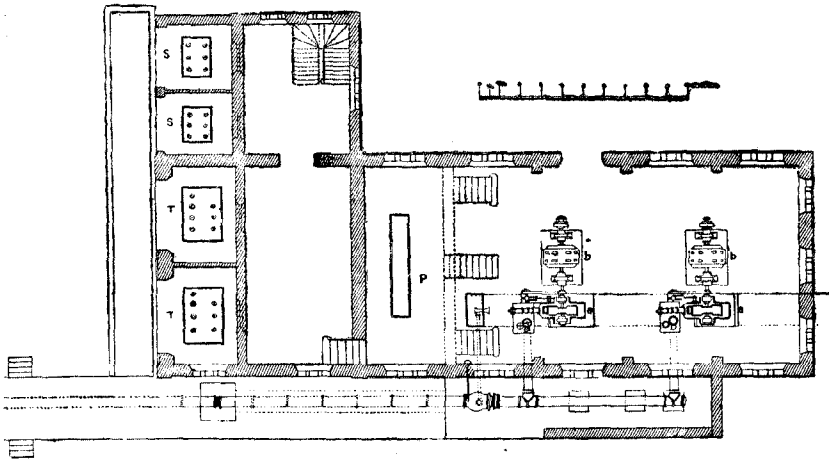


Fig. 19.

Las características de cada alternador son:
 Potencia, 1.700 kilowatios amperes.
 Tensión, 3.000 voltios.

Intensidad normal de corriente, 327 amperes por fase.

Velocidad, 1.000 revoluciones por minuto.

Frecuencia, 50 períodos por segundo.

Intensidad normal de excitación, 320 amperes.

Máxima intensidad admisible, 380 amperes por fase.

Rendimiento a plena carga ($\cos. \varphi = 1$) = 94 por 100.

Idem, id., id., ($\cos. \varphi = 0,8$) = 93 por 100.

Las excitatrices funcionan a 60 voltios 400 amperes y giran a 1.000 revoluciones por minuto.

Los alternadores suministran corriente a 3.000 voltios, la cual es transformada a 25.000 voltios para su transporte a Granada (30 kilómetros) y a 60.000 para Almería (120 kilómetros aproximadamente).

Cuadro de distribución.—Está montado en un piso *P* un poco más alto que el de la sala de máquinas con objeto de poder vigilar perfectamente la marcha de ellas y controlar su arranque, acoplamiento, etc. Este cuadro de distribución consta de cinco paneles.

Los aparatos y conexiones de alta tensión correspondientes a cada uno de estos paneles están instalados en un compartimiento *Q* (fig. 17) dispuesto debajo del piso *P* en que descansa dicho cuadro, quedando solo en éste los aparatos de baja tensión y las conexiones, cuyos hilos de unión aislados van dentro de tubos con cubierta de plomo.

Los cinco paneles del cuadro de distribución contienen: uno, los aparatos del generador número 1; otro, los del generador número 2, el tercero los del transformador de 25.000 voltios, el cuarto, los del transformador de 60.000, y el quinto panel lleva el frecuencímetro con su conmutador y las lámparas de fases para el acoplamiento.

Cada panel de generador lleva: amperímetro y voltímetro electromagnéticos aperiódicos para el alternador; amperímetro de la misma clase para la excitatriz, regulador bipolar de tiempo graduable; conmutador de voltímetro, lámparas de señales con su conmutador; conmutador de acoplamiento y palancas de maniobra de los interruptores automáticos,

Estos van en el compartimiento inferior junto con los transformadores de intensidad y tensión para medida.

En cada panel de transformador hay los aparatos siguientes: amperímetro electromagnético aperiódico, voltímetro, revelador bipolar de tiempo graduable; lámparas de señales con su conmutador y palanca de accionamiento del interruptor automático.

Este interruptor, con los transformadores de intensidad y de tensión para medidas y los desconectores para separar o introducir el interruptor en las barras van en el compartimiento inferior.

Aparatos auxiliares.—En el compartimiento inferior del cuadro se ha

instalado, además, un transformador trifásico con baño de aceite de 16 kilowatios amperes, 50 períodos, que deriva de las barras de 3.000 vol-

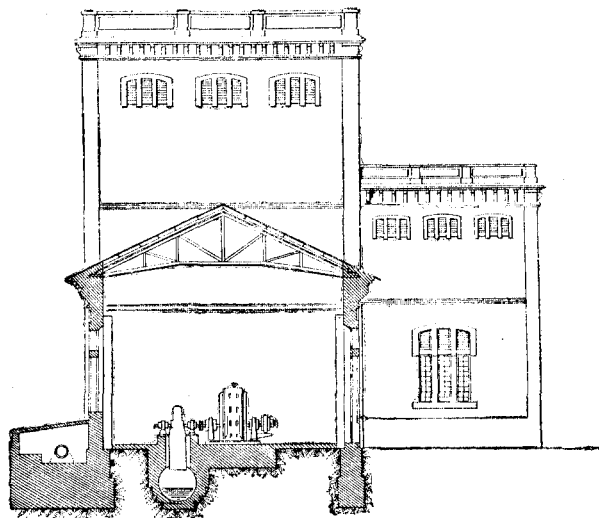


Fig. 20.

tios para el alumbrado y otros servicios auxiliares, que ahora indicaremos.

Así mismo, se han instalado en este departamento un grupo de motor

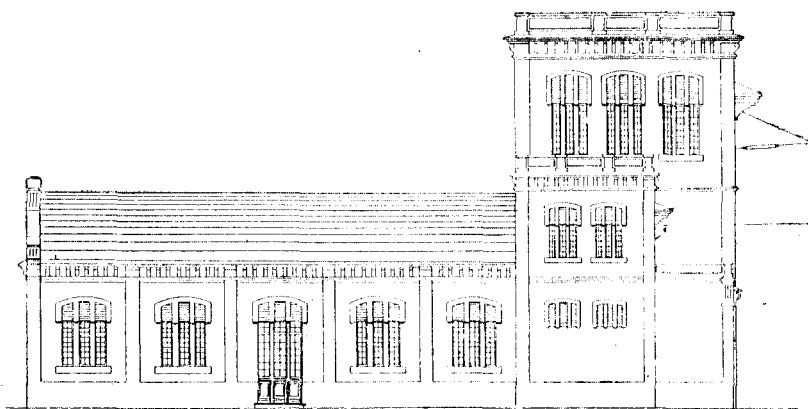


Fig. 21.

trifásico de 1 caballo y bomba centrífuga. Acoplada a esta bomba hay otra de mano, siendo el objeto de ellas elevar agua desde el tubo de eva-

cuación de las turbinas a un depósito de 30 metros cúbicos, situado a unos 6 metros de altura, a fin de tener agua a presión para alimentar los serpentines de refrigeración de los cojinetes de los alternadores y las resistencias hidráulicas de puesta permanente a tierra; así como para el servicio de agua de la fábrica.

El transformador auxiliar alimenta, por último, dos motorcitos monofásicos de $\frac{1}{16}$ caballos 145 voltios unidos a los reguladores automáticos de las turbinas, con objeto de variar la velocidad de éstas en el momento del acoplamiento de los alternadores y también para pararlas desde el mismo cuadro, cuando así convenga.

La sala de máquinas, es una amplia nave de 21 por 9,50 metros con muros de mampostería y cubierta de teja plana sobre armadura metálica con cerchas inglesas (figs. 20 y 21).

Transformadores elevadores.—Están montados conforme se ha dicho,

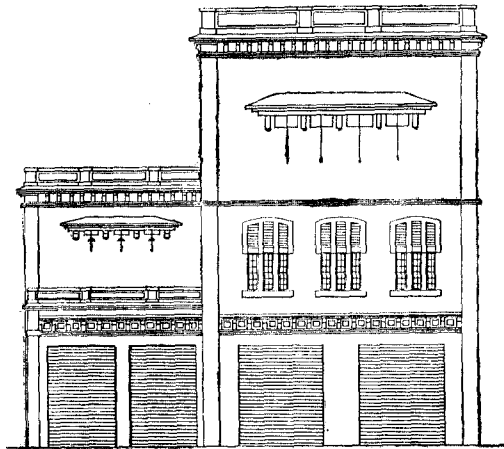


Fig. 22.

en celdas aisladas (fig. 22), ventiladas convenientemente y dispuestos; en la parte inferior de la torre correspondiente (figs. 17, *T* y 19, *T*), que mide 9 por 9,50 en planta y 17 metros de altura, los de 60.000 voltios, y adosados a la respectiva torre (fig. 19, *S*) de 6 por 9,50 por 11 metros, los de 25.000 voltios.

Cada transformador va encerrado en una caja de palastro ondulado para facilitar la refrigeración, que se efectúa con baño de aceite.

Las características de los transformadores de 3.000 y 25.000 voltios son:

Potencia, 1.000 kilowatios amperes.

Frecuencia, 50 periodos.

Conexiones: estrella-estrella.

Rendimiento a plena carga (con $\cos. \varphi = 1$) = 98,4 por 100.

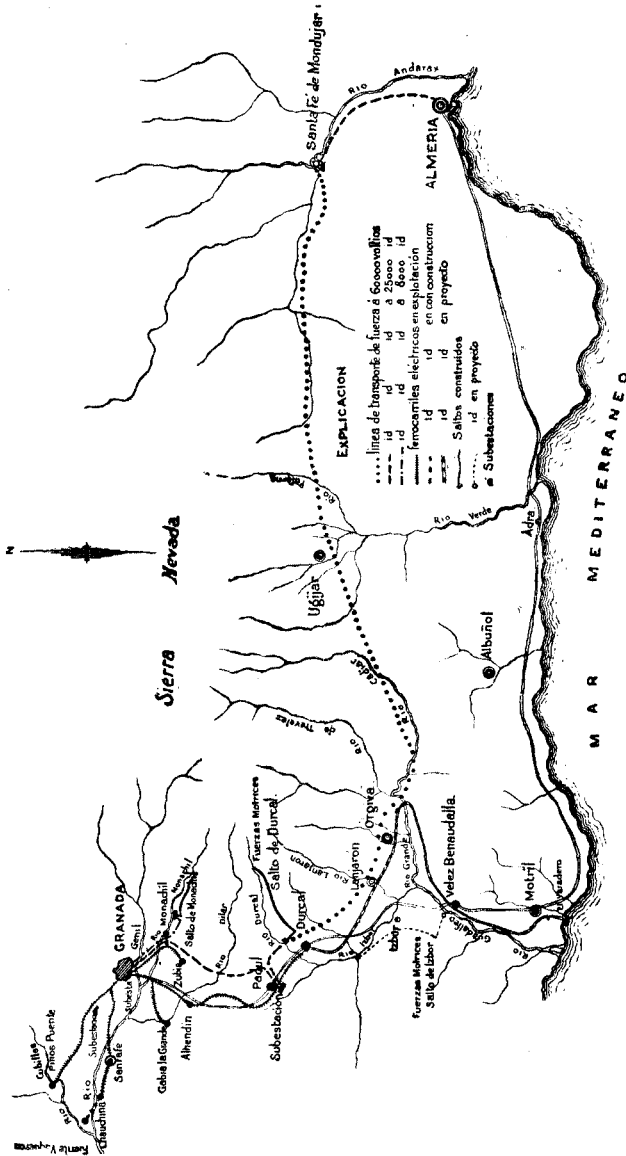


Fig. 23.

La de los transformadores de 3.000 y 60.000 voltios son:
Potencia, 3.000 kilowattios ampères.

Frecuencia, 50 periodos.

Conexiones: estrella-estrella.

Rendimiento a plena carga ($\cos. \varphi = 1$) = 98 por 100.

Tanto los alternadores, como el cuadro, los transformadores y todo el material eléctrico, ha sido fabricado por los *Ateliers de Construction Oerlikon*.

Línea de transporte.—Conforme hemos dicho ya, de la Central hidroeléctrica parten dos líneas de transporte: una a 25.000 voltios, que lleva la energía a las Subestaciones de Padul y Granada, de la Sociedad de Tranvías, en las que se transforma la corriente en continua a 600 voltios,

y otra línea a 60.000 voltios, que la conduce a la Subestaciones reductora que la Sociedad Fuerzas Motrices del Valle de Lecrín está terminando de construir en Santafé de Mondujar. En esta Subestación se reduce el voltaje a 25.000 voltios para su entrada en Almería.

En el plano general de situación (fig. 23) puede verse tanto estas líneas de transporte, como el salto y las líneas de ferrocarril que explota la Sociedad de Tranvías de Granada.

Ambas líneas de transporte, la de 25.000 y la de 60.000 voltios van montadas sobre postes de celosía de hormigón armado, con tres brazos del mismo material. Los aisladores de las líneas de 25.000 voltios son de porcelana, de la Ohio Brass, de los Estados Unidos y los de la línea de 60.000, de cadenas, tipo Vedovelli, formadas por 10 eslabones de porcelana unidos entre sí por ligaduras de hilo de cobre. La figura 24

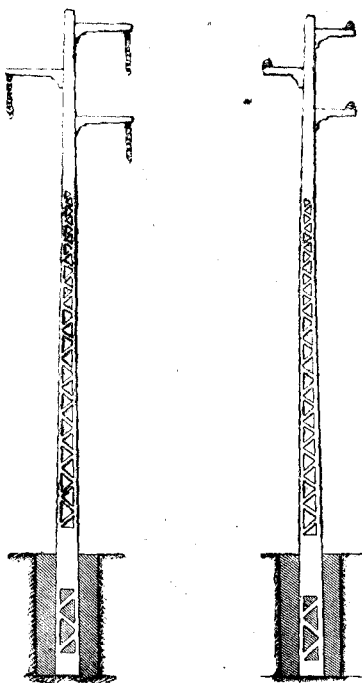


Fig. 24.

da idea de estas disposiciones. Los cables están formados por seis hilos de aluminio con alma de acero, con secciones conductoras, según las líneas de 53,48 milímetros cuadrados o 67,42 y cargas de rotura por kilómetro de 1.905 y 2.400 kilogramos, lo que permite obtener vanos mínimos de 120 metros, con la consiguiente ventaja de disminución del número de apoyos.

Ejecución de los trabajos.—Los primeros trabajos de la instalación hi-

droeléctrica de Dúrcal dieron comienzo el 15 de agosto de 1921; la excavación del canal de conducción y de la tubería, en marzo de 1922, y el montaje de ésta y de la Central, a principios de 1923, habiendo sido inaugurado el salto el 9 de diciembre de 1923. Si se tiene en cuenta que durante los meses de invierno no ha sido posible trabajar activamente en la sierra de Dúrcal, que la mayor parte del material ha venido del extranjero, teniendo que ser transportado en camiones desde el puerto de Motril a 45 kilómetros de distancia, se ve que dichos trabajos han sido llevados con toda rapidez.

Durante el curso de ellos no ha habido la menor huelga, y, lo que es más satisfactorio todavía, se han terminado sin que salvo los accidentes corrientes en estas luchas del trabajo diario, haya habido que lamentar ni un muerto ni un inválido.

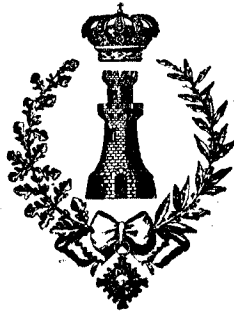


LAS NUEVAS ORIENTACIONES DE LA DINAMICA ATMOSFERICA

JOSE CUBILLO FLUITERS

COMANDANTE DE INGENIEROS

Las nuevas orientaciones de la
dinámica atmosférica.--Ciclones
:--: y previsión del tiempo. :--:



Imprenta del «Memorial de Ingenieros
* del Ejército».— Madrid, 1925. *



Teoría de Bjerknæs.

El estudio de la dinámica atmosférica requiere, tal como se considera actualmente, conocimientos preliminares profundos sobre la teoría de los flúidos y los campos de vectores, y ello constituye una dificultad, puesto que el adquirir semejantes conocimientos exige dedicar, por parte de los aficionados a la Meteorología, un tiempo precioso, de que no siempre se dispone, a estudios puramente especulativos.

Nuestro propósito es tratar de dar a conocer la forma en que se desarrolla dicho estudio, de un modo elemental y apoyándonos exclusivamente en propiedades de las que pueden llamarse vulgares de la Mecánica, por considerar que es interesantísimo a todos los que tienen que ver algo con el aire, saber el punto a que ha llegado el conocimiento humano en esta rama del saber, que se va inclinando hacia nuevos derroteros, pues si hasta ahora estábamos acostumbrados a considerar el problema de modo que una repartición de presiones atmosféricas dada, era la *causa* de los movimientos atmosféricos, y el viento soplaba del lugar de mayor presión al de menor presión, es decir, era la presión la causa del movimiento del aire, ahora, y como si la duda de Meldrum y Wilson que pensaban ya en 1875, cuál de las dos cosas, la presión y el viento, sería la *causa* y cuál el *efecto*, hubiera revivido, la tendencia actual es más bien a considerar la presión como *consecuencia* del movimiento del aire en la forma que hemos de explicar.

Para llegar a establecer esta teoría, es preciso apoyarse en la dinámica de los flúidos *baróclinos*, que puede decirse casi, que ha sido establecida por Mr. V. Bjerknæs, notable meteorólogo noruego que, continuador de los trabajos de su padre, ha publicado un valioso tratado de dinámica atmosférica (1).

(1) Dynamische Meteorologie und Hydrographie von M. Bjerknæs und verschiedenen mitarbeitern. Braunschweig. 1912.

Nosotros tomaremos para nuestra exposición el *esqueleto*, por decirlo así, de dicha teoría, y echaremos mano de otros recursos más elementales cuando lleguemos a aquellos pasajes en los que, diciendo como Nordmann, una legión de monstruos espantosos hacen la guardia ante el asunto, esforzándose, por mucas horribles, en impedir el acercarse a él y, armados de un látigo, no de tan fuerte restañar como el de dicho mago de la palabra científica, procuraremos espantar el horrible rebaño de reptiles matemáticos que se llaman *campos de vectores, funciones escalares, volúmenes conexos, teoremas y funciones de innumerables sabios* y qué se yo que más, para sin gran esfuerzo llegar a explicar el mecanismo de los movimientos ciclónicos.

Intentaremos tal empresa sin saber si nos acompañará la fortuna en ella.

Principios de la teoría general de flúidos.

Un flúido se dice que es *barótopo*, cuando su densidad está determinada únicamente por la presión, en virtud de una relación $f(\delta, p) = 0$; de tal modo, que entonces hay coincidencia entre las superficies de igual presión e igual densidad.

Pero desde el momento que en esa relación o *ecuación característica*, entren otras variables independientes, tales como la temperatura, que afecta siempre a todo flúido natural, ya las superficies citadas no pueden coincidir y están inclinadas unas con relación a otras, tomando el flúido otro estado que se distingue con el nombre de *baróclino*.

Si se introduce ahora en lugar de la densidad el volumen específico ϵ , que es su inverso,

$$\epsilon = \frac{1}{\delta},$$

se pueden considerar otras superficies en el flúido, que son las de igual volumen específico y que se llaman *isostéreas* (1), denominándose *isobárico-isostéreas*, las líneas intersecciones de tales superficies con las de igual presión o *isobaras*, a lo largo de cuyas líneas habrá ahora solamente igual valor de la densidad y la presión.

Imaginando trazadas ambas superficies para diferencias de presión y de volumen iguales a una unidad, con lo que su distancia podrá ser tan pequeña como se quiera escogiendo la unidad convenientemente, resultará una división del campo aerodinámico en tubos (fig. 1) cuyas seccio-

(1) Si se consideran representando la densidad, se llaman *isopícnas*.

nes serán paralelógramos curvilíneos y que se llaman *tubos unidad* o bien *solenoides isobárico-isostéreos*, los cuales es evidente que lo mismo que las líneas citadas, o son cerrados sobre sí mismos, o terminan en las superficies límites del campo.

Se introducen ahora dos vectores normales a las superficies isobaras e isostéreas y de valor

$$G = - \frac{dp}{dn} \quad B = \frac{d\varepsilon}{dn},$$

cuyos vectores representan los coeficientes diferenciales de la presión y el volumen específico en sentido normal a las superficies, siendo el primero el que determina la dirección de la caída más rápida de presión, que es conocido ya con el nombre de *gradiente*, y el segundo, un vector

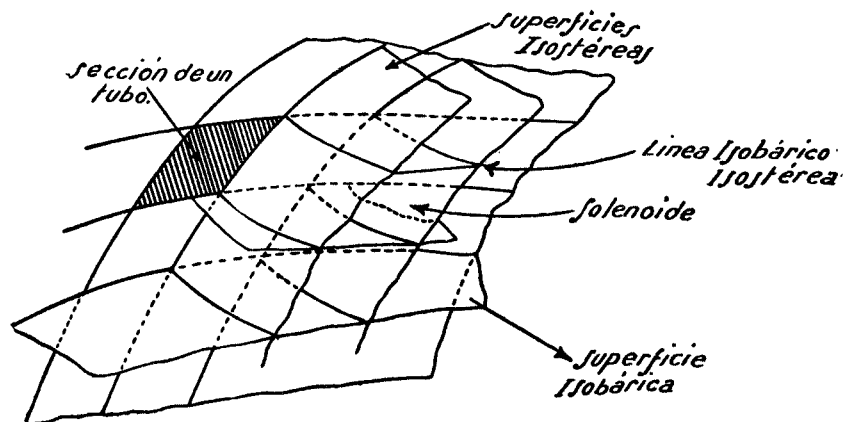


Fig. 1.

de marcada significación dinámica, ya que indica la dirección de las masas de mayor inercia, por tanto, menos móviles hacia las de menor inercia, y por consiguiente, más móviles, llamándose por esta causa *vector de movilidad*.

Si se imagina una línea cerrada cualquiera trazada en el fluido, envolverá un cierto número N de dichos solenoides, que se podrá contar algebricamente considerando una superficie cualquiera en la que esté contenida dicha línea que cortará a los solenoides según paralelógramos curvilíneos, con lo que la determinación de ese número quedará reducida a hacer una integración de superficie.

Pues bien, se demuestra, sin que nosotros nos detengamos en ello, pues exigiría, como antes hemos indicado, grandes desarrollos, que la va-

riación de circulación a lo largo de una línea flúida cerrada arrastrada por el movimiento general, es, por unidad de tiempo, igual al número de solenoides isobárico-isostéreos encerrados por esta línea, siendo esta variación positiva en el sentido de rotación de los solenoides que va del vector B de movilidad al gradiente de presión A .

Es decir, que se verifica

$$\frac{d c i}{d t} = N,$$

siendo $c i$ la circulación.

El alcance de esta propiedad, cuya existencia se comprende con fijarse en que el número N da idea del grado de separación con el estado de equilibrio, quedará completamente aclarado cuando recordemos lo que se entiende por circulación a lo largo de una línea.

Es un concepto debido a lord Kelvin y que representa la suma de los productos $V s \cos. \alpha$ (fig. 2) de la velocidad del flúido por el elemento de línea y por el coseno del ángulo que forma la velocidad con el citado elemento o la tangente a la línea, es decir, $\Sigma V s \cos. \alpha$.

Así, si el flúido tuviera por trayectorias de sus partículas circunferencias

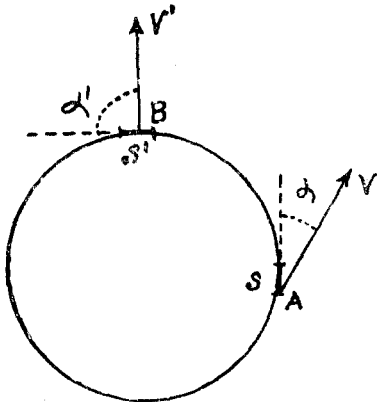


Fig. 2.

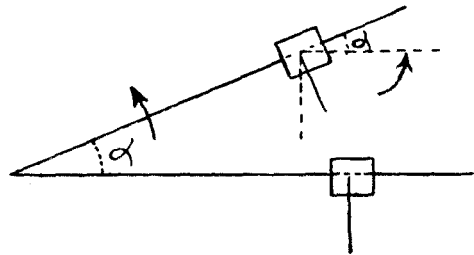


Fig. 3.

recorridas con movimiento uniforme y se considerase la circulación a lo largo de una de esas circunferencias, el ángulo α sería constantemente nulo, su coseno igual a la unidad y como V es constante, valdría la circulación,

$$c i = v \Sigma s = V \times 2 \pi r.$$

Esta circunstancia se relaciona con otra que también aparece en la teoría de los flúidos, que es lo que se llama *torbellino*; entendiéndose por tal, el vector que representa la rotación de una partícula flúida si al mo-

verse ésta girase como si toda la materia que la rodea fuese suprimida y la partícula solidificada; cuya definición dada por Stokes, indica que si en la partícula flúida se trazasen tres ejes fijos con relación a ella, la orientación de estos ejes variaría cuando el movimiento fuese con torbellino, denominándose *líneas de torbellino* las líneas de vectores del campo de éstos que resulta al considerar los de todas las partículas del flúido y *rotacional e irrotacional* el movimiento del flúido en las regiones que haya o no vectores-torbellino.

De manera que estas líneas de torbellino no coinciden, en general, con las *trayectorias* de las partículas (1), viéndose a veces en el estudio del viento que son normales precisamente a éstas.

Por ejemplo, en un cuerpo sólido en movimiento de rotación, las líneas de torbellino son rectas paralelas al eje del sólido porque todos los *vectores-torbellino* de cada punto son paralelos al eje, lo que resulta evidente según la figura 3, mientras que las trayectorias son circunferencias normales a los torbellinos y, por lo tanto, estando la Tierra que habitamos en este caso, en los movimientos sobre ella habrá que tener en cuenta el efecto de ese campo de *vectores-torbellino*, que en el movimiento relativo será, naturalmente, cada uno igual y de signo contrario a la rotación terrestre.

La consideración de los movimientos con torbellino cuya influencia en los fenómenos meteorológicos fué ya iniciada por Helmholtz y cuya teoría ha dado lugar a numerosos e importantes trabajos de los sabios de más nota, llegándose, por lord Kelvin, hasta dar una explicación mecánica del Universo por medio de los torbellinos que, según los teoremas de Helmholtz deben conservarse, la consideración, decimos, del torbellino, da lugar a una relación también entre la circulación a lo largo de una línea y el flujo de torbellino (vector por sección normal) que en todo campo de vectores puede considerarse.

Efectivamente, según un teorema demostrado por Stokes, se verifica que *la circulación a lo largo de una línea cerrada que limite una porción de superficie, es igual al doble del flujo de torbellino a través de esa porción de superficie.*

El estudio completo del asunto conduce a consecuencias verdaderamente notables de las que no podemos pasar en silencio una analogía electrodinámica que se presenta, pues se demuestra que, en el caso de un tubo elemental de torbellino, la velocidad que determina sobre un punto del flúido es la misma que la acción ejercida sobre un polo

(1) El fenómeno de la vena líquida o salida por un orificio, es un caso analizado por Beltrami, en el que hay coincidencia de los torbellinos con las trayectorias.

magnético que hubiese en dicho punto por una corriente eléctrica que recorriese el torbellino en sentido contrario a éste y de intensidad igual a la suya y, por lo tanto, las líneas de corriente flúida se confunden con las líneas de fuerza magnética (1).

Aplicación a los movimientos atmosféricos.

Veamos ahora, expuestos estos preliminares, cómo se aplica lo dicho a los movimientos atmosféricos.

Consideremos, en primer lugar, como caso elemental, una porción de fluido en reposo contenido en un recipiente (fig. 4), con lo que las

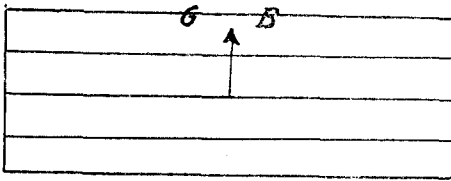


Fig. 4.

superficies isobaras e isostéreas coincidirán y los vectores A y B igualmente, no existiendo solenoides: pero, si por un sistema de calentamiento imaginamos que las superficies isostéreas se inclinan, entonces se forman solenoides, y los vec-

tores B y A son inclinados uno respecto a otro (figura 5), originándose una circulación que lleva el fluido de B a A , determinándose el movimiento que marcan las flechas.

Pues bien, en la atmósfera la insolación hace que su equilibrio sea imposible y que el fluido que la forma tome el carácter de baróclino, pues el calentamiento, que varía de un punto a otro, determina una expansión del aire, el cual tendrá volúmenes específicos iguales a alturas que serán mayores en las regiones frías que en las calientes, es decir, el *primer efecto* de un calentamiento local será un descenso de las superficies isostéreas en la región de mayor temperatura, sin que el calentamiento tenga ningún efecto desde el primer momento sobre la presión, puesto que la masa de aire que insiste sobre cada punto no varía y, salvo los efectos

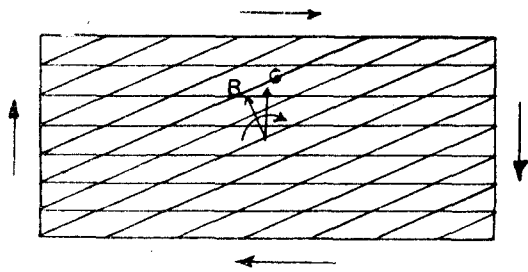


Fig. 5.

(1) Esta analogía ha conducido hasta a dar al coeficiente k de la ley de Coulomb en las acciones eléctricas otro valor y resultar el sistema de unidades eléctricas llamado de Heaviside.

secundarios, debidos a las dislocaciones de las masas que siguen la expansión, las isobaras seguirán horizontales.

Resulta de aquí que las superficies isobáricas son cortadas por las isostéreas a consecuencia de las depresiones que se forman en las regiones más calientes (fig. 6), y esto determina la formación de un sistema

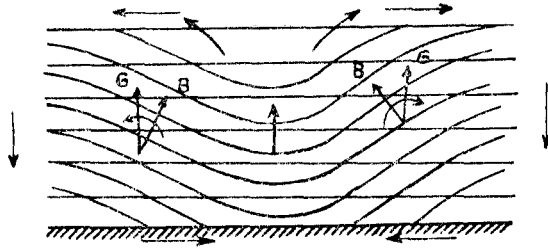


Fig. 6.

de solenoides que rodeará a esas regiones, y como resulta que, debido al sentido de la inclinación de las superficies isostéreas hacia el centro caliente, el vector de movilidad está también inclinado hacia él, quedando, sin embargo, el gradiente de presión vertical, ese sistema de so-

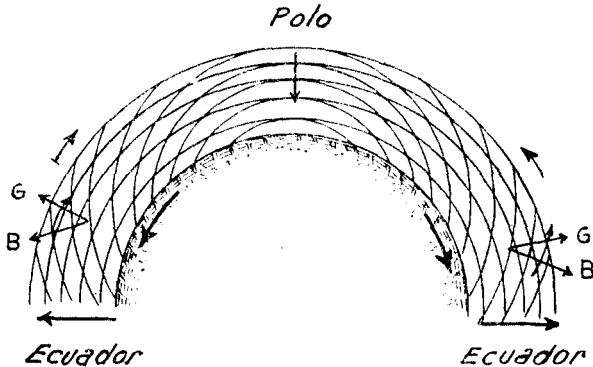


Fig. 7.

lenoides producirá en las secciones meridianas de la masa, que pasan por el eje de la región de calentamiento, una circulación conforme a la igualdad

$$\frac{dc i}{dt} = N,$$

que hará que toda la masa de aire tome un movimiento como si fuese

un toro de eje vertical subiendo el aire caliente por el centro, afluyendo a éste por las capas bajas y refluendo desde él por las altas.

En las regiones frías, el movimiento se establece análogamente, pero en sentido contrario.

Si se considera la atmósfera terrestre, se observan temperaturas bajas en las regiones polares y elevadas en las ecuatoriales, de donde las superficies isostéreas serán inclinadas de los polos al ecuador (fig. 7), cortarán a las superficies isobaras, que son esféricas concéntricas con la terrestre y se formará un sistema de solenoides que rodeará a la Tierra en sentido de los paralelos y que producirá, análogamente, una circulación en los planos meridianos, de los polos al

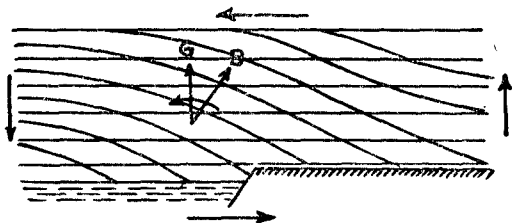


Fig. 8.

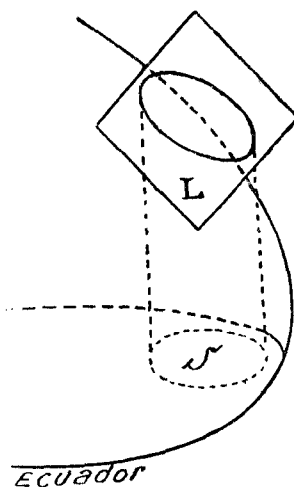


Fig. 9.

ecuador en las capas inferiores, del ecuador al polo en las superiores, resultando así la causa primera de los alisios y contralisios.

Análogamente en las costas, produciéndose las brisas (fig. 8) y considerando el fenómeno en mayor escala, con período anual, dando lugar a los monzones.

Del mismo modo, casos de calentamiento local sea en las grandes llanuras, sea en los océanos, por las corrientes calientes como la del Golfo en nuestras latitudes, originan un sistema de solenoides que rodean a esas regiones de aire caliente y producen la circulación indicada en la figura 6, que puede considerarse como el origen de un *ciclón* o depresión atmosférica.

Otro tanto sucederá en las superficies de discontinuidad de temperatura existentes entre las masas de aire polar que vienen desde los polos hacia el ecuador a consecuencia de la circulación general atmosférica, cuyo origen se ha indicado antes y veremos después cómo la rotación de la Tierra la modifica, y las masas de aire ecuatorial que van en sentido

contrario y cuya superficie de separación constituye lo que se llama *un frente polar*.

Pero todo esto es sin tener en cuenta la rotación de la Tierra, y ésta modifica el fenómeno, puesto que una rotación dijimos que equivale a un campo de torbellinos y, según se indicó, la circulación por esta causa es igual al doble del flujo de torbellino, con lo que, teniendo en cuenta, como se apuntó también, que es movimiento relativo, la circulación a lo largo de una línea L (fig. 9) será, si es $c i_a$ la absoluta,

$$c i = c i_a - 2 \omega S,$$

siendo S la sección normal a las líneas de torbellino, es decir, la proyección de la curva L sobre el ecuador, y ω el valor del torbellino, o sea la velocidad angular de rotación de la Tierra.

De esa fórmula resulta:

$$\frac{d c i}{d t} = \frac{d c i_a}{d t} - 2 \omega \frac{d S}{d t}$$

o sea

$$\frac{d c i}{d t} = N - 2 \omega \frac{d S}{d t}$$

en donde N es el número de solenoides isobárico-isostéreos, como ya se ha dicho.

Resulta, por lo tanto, que la rotación de la Tierra determina una variación de circulación *proporcional a la velocidad* $\frac{d S}{d t}$ *de contracción o dilatación del área* S *limitada por la proyección de la curva sobre el ecuador terrestre*, y de aquí que al iniciarse un movimiento del aire por alguna de las causas explicadas, ocurrirá que en las secciones verticales la circulación dependerá, principalmente, de los términos en N y lo mismo en las secciones horizontales, puesto que el valor del segundo término será despreciable y el movimiento del aire empezará a ser simplemente convergente o divergente; pero desde el momento en que el movimiento se produce, se deja sentir la influencia de ese segundo término.

Así; si en los movimientos generales de la atmósfera se considera una curva situada en las capas inferiores, por ejemplo, un paralelo, como a consecuencia del movimiento todos sus puntos son arrastrados hacia el ecuador, la proyección de la curva se dilata y toma poco a poco una circulación retrógrada, que es la componente Este de los alísios que resultan desviados a la derecha de su trayectoria. En cambio, la misma curva, en las capas superiores, como se va acercando al Polo, su proyección

ecuatorial se contrae y determina una circulación positiva, que es la componente Oeste de los contralísios que resultan también desviados hacia su derecha.

Considerando ahora el caso de una deformación producida en una región caliente, se ve que las curvas situadas en las capas inferiores, se contraen y toman una circulación ciclónica, mientras que en las curvas de las regiones superiores que se dilatan, la circulación es de sentido inverso o anticiclónico, resultando siempre el viento desviado a la derecha de su dirección (1) y como estas últimas curvas se van separando de la región central, que es donde la perturbación tiene más importancia, su circulación no la tendremos en cuenta; pero la de las curvas inferiores, a medida que se acercan a aquella región, su circulación es más y más intensa y llega a suceder que las velocidades correspondientes al torbellino son más y más grandes y éste se convierte en un individuo dinámico de la naturaleza de aquéllos que demostró Helmholtz que se conservan, porque son indestructibles por las fuerzas naturales y aunque se traslade, no pierde su individualidad, si no es a consecuencia de los rozamientos que a la larga, le desvanecen, teniendo así formado lo que se llama un *ciclón* o perturbación atmosférica que se propaga.

Estudio del ciclón teórico.

Para con arreglo a lo expuesto llegar a determinar el régimen de velocidades en cada sector del ciclón sería necesario desarrollar la teoría de los flúidos, cuyos puntos salientes nos hemos limitado a señalar, por lo que ahora echaremos mano de otros recursos más elementales.

Supongamos, desde luego, que el torbellino es perfectamente regular y simétrico, caso naturalmente muy distante de la realidad, pero que nos permitirá establecer consecuencias generales.

Como se ha visto, la circulación en las secciones meridianas determina en las capas inferiores un movimiento afluyente al centro; en las capas medias, apenas se produce movimiento, y en las capas superiores, un reflujo desde el centro; el movimiento estaría representado por la figura 10 en las primeras capas citadas; este movimiento es lo que en hidrodinámica se entiende por un *manantial*, que es *positivo* si hay reflujo como en las capas superiores y es *negativo* si hay aflujo como en las inferiores.

Es claro, que el caso general del *manantial* es cuando las trayectorias irradian en todo el espacio, o sea, siguiendo los radios de una esfera, pero

(1) Nos referimos, como habrá advertido el lector, al hemisferio Norte, pues para el Sur, la consecuencia sería contraria.

en el caso considerado se forma lo que se puede llamar un *manantial plano*.

Veamos como se deduce la ley de velocidades de un modo sencillísimo: en efecto, el fluido se dirige hacia el centro con velocidades iguales en todos los puntos de una misma circunferencia por razón de simetría; el gasto, pues, de fluido a la distancia r , será a través de la superficie cilíndrica que tenga por base esa circunferencia y considerando una altura igual a la unidad, el referido gasto tendrá por expresión,

$$Q = 2 \pi r \times 1 \times v_r :$$

a la distancia r' el gasto que debe ser el mismo, valdrá

$$Q = 2 \pi r' \times 1 \times v'_r$$

luego,

$$v_r r = v'_r r',$$

o sea

$$v_r r = k = \text{const.}^e$$

designando por v_r la velocidad radial, se tendrá, por consiguiente,

$$v_r = \frac{k}{r}.$$

En el plano horizontal, la circulación no depende más que del torbellino, el cual está constituido, en el estado de régimen que suponemos ya establecido, por una sola línea de torbellino en el centro del ciclón, que forma, como se dice en la terminología especialista, un *tubo de torbellino infinitamente desligado*, cuya intensidad es precisamente igual a la circulación a lo largo de una línea cualquiera que envuelva al tubo y que según los teoremas de Helmholtz y Stokes a que antes se ha hecho alusión, *debe tener un valor constante*.

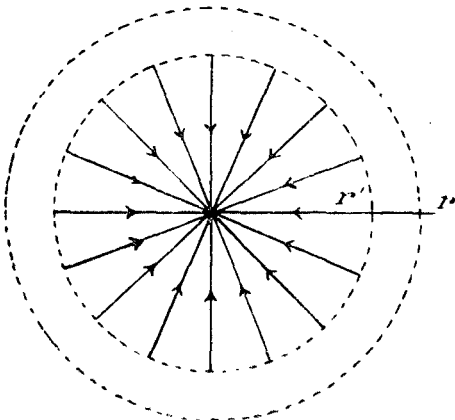


Fig. 10.

Por otro lado, según la analogía electromagnética antes indicada, la trayectoria de cada punto del fluido será la misma que las líneas de

fuerza magnética producidas por una corriente que siguiera el tubo de torbellino y de sentido contrario a éste; por consiguiente, la trayectoria de un punto P (fig. 11) será una circunferencia y la velocidad de circulación se obtendrá fácilmente conociendo la intensidad I del torbellino y apoyándonos en lo establecido.

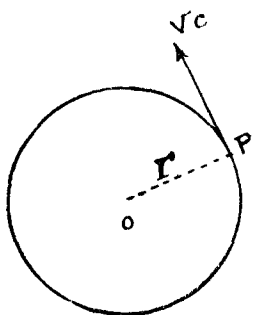


Fig. 11.

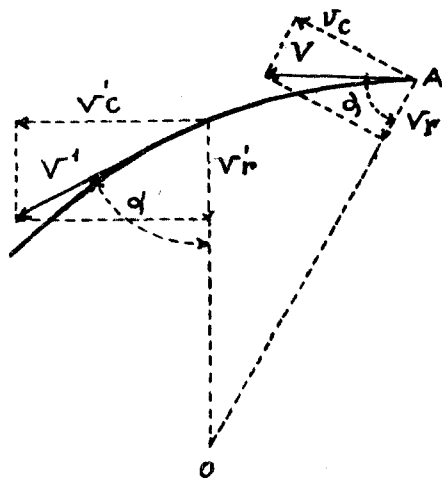


Fig. 12.

Efectivamente; por una parte, hemos dicho que,

$$c i = I,$$

y antes pusimos, en el caso de trayectorias circulares,

$$c i = 2 \pi r \times v_c,$$

luego,

$$2 \pi r v_c = I,$$

y, por lo tanto,

$$v_c r = k' = \text{const.}^{\circ}$$

o sea,

$$v_c = \frac{k'}{r}.$$

El movimiento real, resultará de la composición de ambos y la velocidad v de cada partícula, que será la resultante de la radial y la circular, valdrá (fig. 12),

$$v^2 = v_c^2 + v_r^2 = \frac{k^2 + k'^2}{r^2} = \frac{k''^2}{r^2}$$

y de consiguiente,

$$v = \frac{k''}{r}$$

La velocidad de cada punto es, según esto, inversamente proporcional a su distancia al centro y el viento, por lo tanto, más fuerte en el centro del ciclón.

Por otro lado, los triángulos de velocidades (fig. 12) son todos semejantes en la relación de los radios, luego el ángulo α que la trayectoria forme con el radio será constante y la trayectoria una *espiral logarítmica*.

Esto es fácil verlo, pues, además de ser esa la propiedad característica de la curva citada, se sabe que en coordenadas polares, la tangente del ángulo α , vale

$$\text{tang. } \alpha = \frac{r}{r'}$$

siendo r el radio vector, $r' = \frac{dr}{d\omega}$ y ω el azimut; luego,

$$\frac{dr}{r} = k d\omega$$

e integrando,

$$l r = k \omega - l C$$

o bien,

$$r = C e^{k\omega}$$

que es la ecuación de la citada espiral.

Esto explica la constancia del ángulo de *deflexión* o ángulo que el viento forma con el gradiente en cada punto.

Veamos ahora la repartición de presiones que semejante régimen determina y para ello basta hacer aplicación del teorema de Bernouilli, cuya expresión es

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\pi} + z + j = \text{const.}^{\circ} : (1)$$

si prescindimos por ahora del término j , resulta que como para puntos a igual distancia del centro la velocidad tiene el

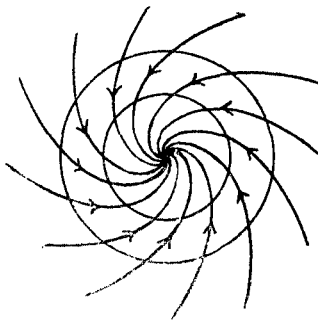


Fig. 13.

(1) Altura debida a la velocidad, más altura debida a la presión, más la de posición, más pérdida de carga, constante.

mismo valor y están a la misma altura, la presión deberá ser la misma, luego las isobaras serán circunferencias (fig. 13).

Resulta así la distribución de isobaras que se tomaba como punto de partida para explicar los movimientos del aire en el ciclón teórico.

Veamos ahora cuál será la distancia relativa de las isobaras, o sea la pendiente de las superficies isobáricas.

Para ello bastará suponer p constante e introducir el valor de $v = \frac{k''}{r}$, con lo que resultará la ecuación de la curva intersección de la superficie isobárica con una meridiana del ciclón, y será

$$\frac{k''^2}{2g r^2} + z = \frac{k''^2}{2g r'^2} + z'$$

o bien,

$$z - z' = \frac{k''^2}{2g} \left(\frac{1}{r'^2} - \frac{1}{r^2} \right) = \frac{k''^2}{2g} \cdot \frac{(r + r')(r - r')}{r^2 r'^2}$$

de donde,

$$\frac{z - z'}{r - r'} = \frac{k''^2}{2g} \cdot \frac{r + r'}{r^2 r'^2}$$

y en esta igualdad se ve que el primer miembro representa la pendiente de la línea en cuestión y el segundo nos hace ver que a medida que r y r' disminuyen, por ejemplo, haciéndose f veces menores, la fracción se hace f^3 veces mayor, luego la pendiente de la línea considerada, aumen-

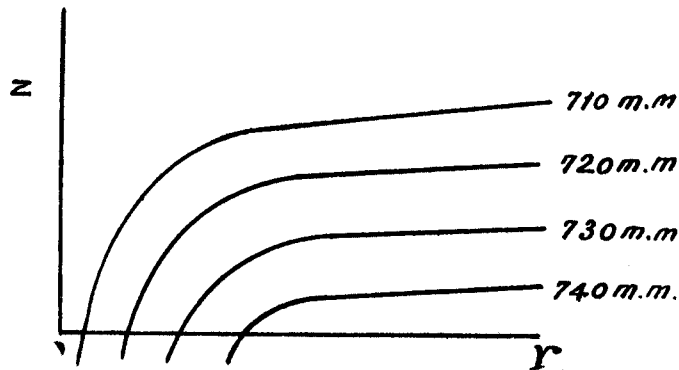


Fig. 14.

ta rápidamente con la proximidad al centro, y en particular, para $r' = 0$, $z' = \infty$ teniendo la curva por asíntota el eje z vertical, es decir, las superficies isobáricas serán como indica la figura 14, en donde se ve que

las isobaras estarán más apretadas en el centro que en la periferia del ciclón.

Así, si suponemos un ciclón que a 1.000 kilómetros de su centro o *vórtice* produzca un viento de 36 kilómetros por hora (escogiendo un punto lejano, el valor de k'' será más próximo al teórico, pues no habrá consumido el ciclón tanta energía en rozamientos), resultará

$$k'' = 10 \times 10^6,$$

luego aproximadamente la pendiente barométrica para otro punto, 100 kilómetros más cerca del centro, será:

$$\frac{z - z'}{r - r'} = \frac{10^{14} \times 2 \times 10^6}{2 \times 10 \times 10^{24}} = \frac{1}{10^4} = \frac{1}{10.000}$$

que coincide con el valor deducido experimentalmente en gran número de ciclones.

Veamos ahora la influencia del término en j , o sea la pérdida de carga.

Si ésta fuese la misma en todos los puntos alrededor del ciclón, o sea que el terreno fuese exactamente el mismo y el aire homogéneo, es claro que no variaría la distribución de velocidades ni la de presiones, sino que únicamente la velocidad del viento no crecería en razón inversa del radio como resulta de la ley expuesta, porque la pérdida de carga depende más especialmente de la pérdida de velocidad por el rozamiento.

Así, en el ejemplo supuesto de 36 kilómetros de viento por hora a 1.000, si se verificase la ley, es claro que a 100 kilómetros debería haber vientos de 360 por hora, cosa que no se ha observado, y es que una gran parte de la energía del ciclón se pierde en rozamientos.

Esto explica también, cómo en los ciclones tropicales que se desarrollan sobre el mar, en cuya superficie el rozamiento es menor que sobre los continentes, llega el viento a alcanzar velocidades mucho mayores.

Para dar idea de la pérdida de energía del ciclón por el rozamiento y comprender que si no hubiese una causa que lo entretuviese, pronto se desvanecería, haremos ahora un cálculo, empezando por decir que esta energía del ciclón, en definitiva, procede del Sol, pues la circulación vertical hemos visto que depende de N , es decir, de las perturbaciones causadas en la distribución de temperatura por la acción del Sol, y a su vez, la circulación horizontal depende de la vertical, puesto que la mayor o menor rapidez de ésta es la causa de que las líneas flúidas horizontales se contraigan con mayor o menor velocidad, y de esta velocidad de contracción, como dijimos, depende la circulación horizontal.

También vemos por este mecanismo de la formación del ciclón, cómo siendo la rotación del remolino debida a la de la Tierra, aun a pesar de la pequeña velocidad angular de ésta ($\omega = 0,000073$) puede ocasionar,

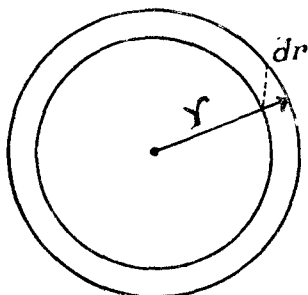


Fig. 15.

sin embargo, un movimiento giratorio intensísimo, puesto que, según se ha dicho, el incremento de circulación y la circulación definitiva a que se llegue, por tanto, depende de la rapidez con que se contraigan las referidas secciones horizontales.

Pues bien, el cálculo a que antes hemos aludido, de la energía del ciclón, le podemos hacer del siguiente modo, teniendo en cuenta solamente el término cinético.

Este, según se sabe, vale $\frac{1}{2} m v^2$ y aplicando esta fórmula a una porción anular de anchura dr y altura unidad (fig. 15), será:

$$\text{masa} = \frac{\delta}{g} 2 \pi r \cdot dr$$

$$\text{velocidad} = v$$

la expresión de la energía elemental será:

$$\frac{1}{2} \frac{\delta}{g} v^2 2 \pi r dr$$

y la total entre dos cilindros de radios r_1 y r_0 , substituyendo v por $\frac{k''}{r}$,

$$\begin{aligned} E &= \int_{r_1}^{r_0} \frac{1}{2} \frac{\delta}{g} v^2 2 \pi r dr = \frac{\pi \delta}{g} k''^2 \int_{r_1}^{r_0} \frac{dr}{r} = \\ &= \pi \frac{\delta k''^2}{g} \log. \text{ nep. } \frac{r_0}{r_1} \end{aligned}$$

cuya expresión nos indica que, partiendo de un radio r_0 grande cuando llegue el movimiento a interesar regiones en las que r_1 sea pequeño, esa energía puede llegar a valores enormes.

Para ver que esta energía se pierde en el ciclón mismo, tomemos, por ejemplo, el ciclón de *Backergunge*, en el que se observó que no habiendo viento a $R = 805$ kilómetros del vórtice, a $r = 161$ kilómetros soplab a

razón de 50 metros por segundo, habiendo 5 milímetros de diferencia de presión entre esos puntos.

La energía cinética de un anillo de un metro de anchura y altura a los 161 kilómetros, valdría,

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{1,293 \times 2 \pi r}{g} \times 2500 = 1667.10^5 \text{ kilogramos}$$

que representa, por tanto, la energía observada.

En cambio, la energía debía haber sido la del anillo exterior cayendo hacia el centro a lo largo de la pendiente isobárica, es decir,

$$E' = \frac{1}{2} m v^2$$

siendo

$$m = \frac{P}{g} = 1,293 \times 2 \pi R, \quad v = \sqrt{2 g h}$$

o sea

$$E' = \frac{1}{2} \frac{P}{g} \cdot 2 g h = P h;$$

que, con los datos expuestos y para un anillo de iguales condiciones, habría sido:

$$h = 5 \times 10,516 = 52,6 \text{ metros;}$$

$$E' = P h = 4126 \cdot 10^5 \text{ kilográmetros.}$$

luego la relación entre la energía observada y la teórica, en este ejemplo, vale:

$$\frac{E}{E'} = \frac{1667}{4126} = \frac{2}{5} \text{ próximamente:}$$

los $\frac{3}{5}$ restantes se han perdido en efectos secundarios y resistencias pasivas.

Se ve, por todo ello, cómo, efectivamente, hay una gran pérdida de energía en el ciclón; pero ocurre preguntar: esa pérdida de energía, ¿se dirigirá a la velocidad solamente, o también a la presión? Es decir, ¿cómo se distribuye esa pérdida de carga?

Esta es una pregunta que el cálculo no está en condiciones de responder, puesto que el teorema de Bernoulli sólo representa una relación entre la velocidad y la presión y sería necesario el conocimiento de otra

relación o de la ley de velocidades como anteriormente, o bien la repartición de presiones, para resolver la cuestión.

Por otro lado, el conocimiento de la pérdida de carga también había de ser muy imperfecto, puesto que el rozamiento real en las proporciones de un fenómeno de esta clase será muy distinto del que pudiera ensayarse en un laboratorio.

Bastará, por consiguiente, considerar lo expuesto como para formarnos idea del por qué ocurren las cosas, puesto que en la realidad el estado de adelanto de la Meteorología, aunque es grande, no ha llegado aún, y creemos le falte mucho tiempo para eso, a poder introducir la dinámica en la práctica de los fenómenos en la forma que se presenta esta teoría.

Veamos ahora cómo es posible explicar también algunas particularidades. Si el rozamiento no fuese el mismo en todos los sectores del ciclón, es claro que faltaría la simetría que se ha supuesto y las líneas flúidas se apartarían tanto más de la perfecta espiral cuanto mayores fuesen esas irregularidades.

Supongamos un sector en el que el rozamiento es menor; entonces la velocidad de convergencia causante de todo el fenómeno, será mayor, y como la de contracción del área de una curva que se considere, será también mayor, pero en más proporción, puesto que el área depende del cuadrado de la dimensión lineal, resultará que la circulación horizontal, aumentará más que la radial y el viento soplará más próximo a la isobara.

Otro tanto ocurrirá en las capas medias de la atmósfera, en las que la circulación radial convergente va siendo menor y, por lo tanto, el movimiento del aire es solo el circular, corriendo el viento paralelamente a las isobaras.

Parecería que para estas capas medias en las que el movimiento es, como hemos dicho, paralelo a las isobaras y, por tanto, circular en el caso teórico, las velocidades y presiones no habían de repartirse con arreglo al teorema de Bernouilli, porque este se aplica a un solo filete flúido y ahora, cada uno de éstos que corre circularmente es independiente de los demás; pero según se demuestra en la teoría de los flúidos, cuando, como ahora, suponemos régimen permanente, con potencial de fuerzas (la pesantez) y con potencial de velocidades (la función potencial sería en el caso analizado, $a \log. r + b \omega$, en coordenadas polares) la constante del teorema de Bernouilli es la misma para todos los filetes y, por tanto, análogamente a lo dicho para un filete espiral de las capas inferiores, en las capas medias, en cada filete circular, la presión irá disminuyendo con el aumento de velocidad hacia el centro, variando en una misma altura con arreglo a las leyes conocidas.

Siguiendo con nuestro análisis diremos que, por otro lado, en los sectores de menor rozamiento resultará también que la menor pérdida de carga producirá, no sólo un aumento de velocidad, sino un ligero aumento de presión, como si el menor valor de la referida pérdida procediese

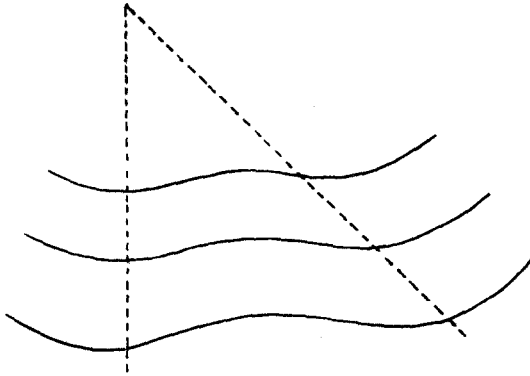


Fig. 16.

de un aumento de cada uno de los otros dos términos contenidos en la expresión del teorema de Bernoulli y, por consiguiente, la pendiente isobárica será menor en estas regiones haciendo que las isobaras se acerquen en ellas al centro, como indica la figura 16.

Otras particularidades en los movimientos del aire.

Ahora bien, lo expuesto es sólo una primera aproximación en el conocimiento del fenómeno y se comprende que, en la realidad, estarán más o menos modificadas las circunstancias dichas por las irregularidades, tanto del terreno como de las causas ocasionales, y antes de llegar a la descripción del fenómeno real, hemos de ver aún algunas modificaciones simplemente teóricas.

El movimiento de manantial convergente que hemos dicho, es uno de los componentes del ciclón, es claro que no puede llegar hasta el centro, puesto que ello exigiría que la velocidad fuese infinita en ese punto y que llegado a él, el fluido desapareciese; como ésto no es posible, la continuidad se verifica gracias a la componente vertical del movimiento del aire que, según dijimos, en su conjunto, se movía como un toro de eje vertical.

En este caso, la asimilación teórica que puede hacerse del fenómeno real es el de un campo vectorial que produjera líneas de corriente como las que contiene la figura 17, que representa una sección meridiana del

movimiento convergente-ascensional y en donde las trayectorias son hipérbolas asimétricas que tienen por ecuación

$$r^2 z = C$$

de modo que se acercan más rápidamente al eje horizontal que al vertical.

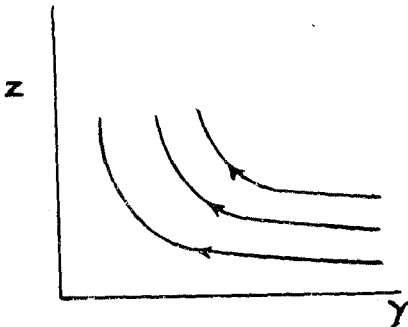


Fig. 17.

Es claro que la composición de este movimiento con el del torbellino producirá trayectorias *espirohelicoidales* ascendentes (fig. 18).

Pero para comprender todas las particularidades de un ciclón real, o más generalmente, de una situación atmosférica dada (lo que más adelante veremos que se llama la *diagnosís*), precisa conocer otras circunstancias o modalidades que puede presentar el movimiento del aire.

Puede haber *líneas de convergencia* o de *divergencia*: las primeras, son como indica la figura 19, con trayectorias convergentes hacia una recta singular y ascendentes al mismo tiempo; las segundas, son vientos divergentes a partir de una línea también singular y descendiendo simultáneamente.

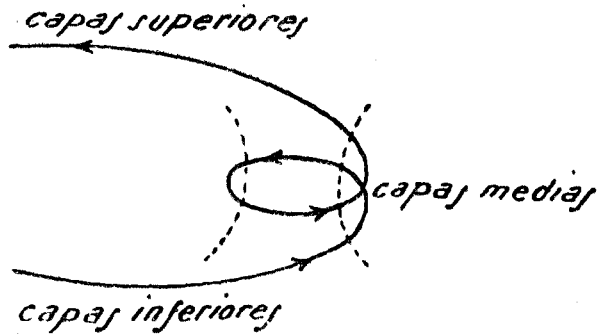


Fig. 18.

Pueden existir también *puntos neutrales*, en los que las trayectorias son hipérbolas, contenidas en los ángulos formados por dos corrientes que se cortan (fig. 20), que son los que corresponden a los *collados* en el sistema de isobaras, es decir, puntos que separan cuatro comarcas, dos

de altas presiones y dos de bajas, opuestas entrambas; asimismo, situaciones complejas resultantes de la composición o coexistencia de varias

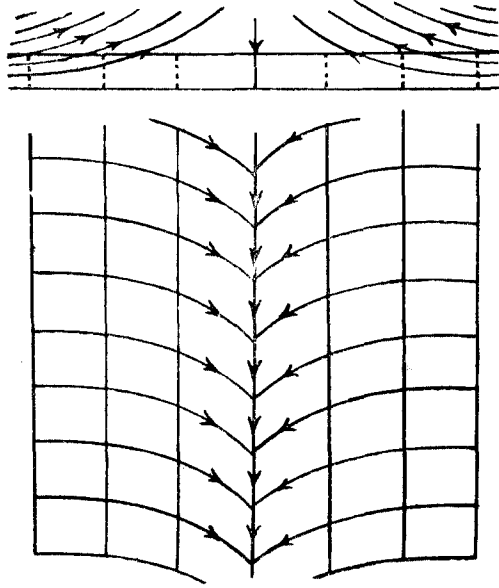


Fig. 19.

de estas particularidades (fig. 21). Uno de estos frecuentes casos es el de la influencia de los movimiento de *oleaje* del aire.

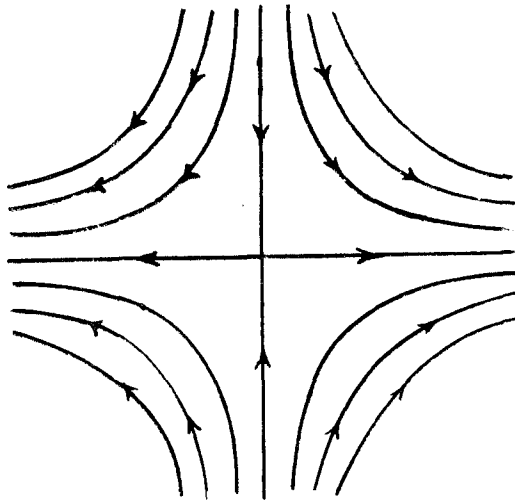


Fig. 20.

Efectivamente, un fluido sometido simplemente a su peso, tiene mo-

vimientos de oleaje, como se estudia en hidráulica para el agua con las olas llamadas *trocoidales* de Gerstner, en cuyo movimiento las superficies

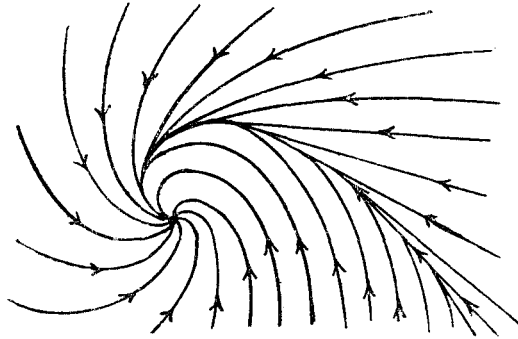


Fig. 21.

de igual presión son de forma sinusoidal (en realidad cicloides acortadas), resultantes de que cada partícula tiene un movimiento circular o elíptico,

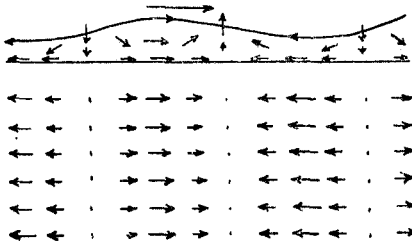


Fig. 22.

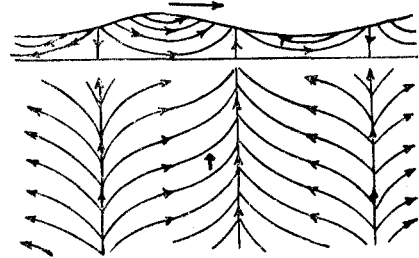


Fig. 23.

movimiento que es producido por líneas horizontales de torbellino y que representado en la figura 22 se compondrá con los que pueda tener el aire, dando lugar a las particularidades de que hablamos.

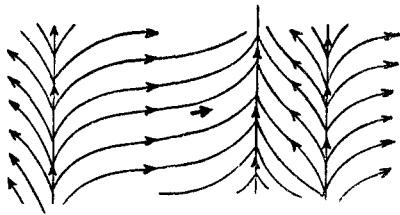


Fig. 24.

Si se componen por la regla del paralelogramo, las velocidades de cada punto, marcadas en la figura 22, con una traslación general paralela a las crestas del oleaje, se obtiene

la figura 23, que representa líneas de convergencia y divergencia alternadas, coincidentes con los movimientos ascendentes y descendentes.

Si ahora el viento general se inclina y sopla oblicuamente al oleaje, la

componente normal modificará las velocidades de cada punto del torbellino, que dejarán de ser simétricas, y la componente paralela, al componerse como antes, dará lugar al régimen de la figura 24.

Si la componente normal del viento crece y llega a ser igual a la ma-

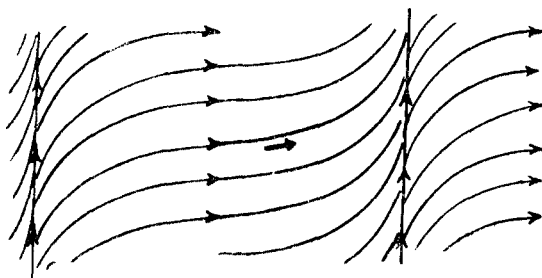


Fig. 25.

yor de las velocidades aisladas del oleaje, se formarán trayectorias onduladas que se tocan a lo largo de líneas singulares (fig. 25) y si llega a ser aún mayor la referida componente, desaparecen las líneas singulares, como indica la figura 26, en donde las trayectorias serán tanto menos onduladas cuanto más intensa sea la corriente general.

Cosa análoga ocurre cuando están en contacto masas de aire de desigual temperatura.

Si estas masas están al mismo nivel para que se restablezca el equilibrio, la masa fría se ve obligada a descender extendiéndose sobre la superficie terrestre y empujando a la masa caliente ante ella, la que a su vez inicia el movimiento necesario para ocupar el sitio que la primera deja libre, en la forma que indica la figura 27, resultando también una línea singular de convergencia un poco delante de la ola fría que avanza.

Del mismo modo, si una capa caliente está sobre otra fría de poco espesor y limitada, el equilibrio se mantendrá, pero si se inicia un movimiento de la capa caliente, ésta obliga a la fría a entrar en remolino, siendo empujada también esta masa fría y subiendo sobre ella la caliente, lo que produce una línea de convergencia (fig. 28) un poco por delante de la ola caliente.

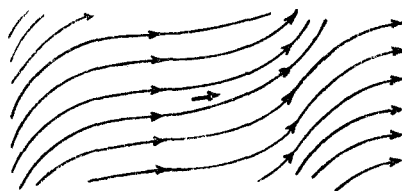


Fig. 26.

En este caso, los fenómenos de presión, no guardan la relación sencí-

lla que en los otros examinados de líneas de convergencia y divergencia existen.

Efectivamente, en todos los casos examinados antes, una línea de convergencia supone un movimiento ascensional del aire, puesto que, como hemos dicho, es el modo, como el aire que afluye a ella tiene salida y ese movimiento ascensional ocasiona una baja de presión; mientras que en las de divergencia, existe un máximo de presión, ya que esa divergencia

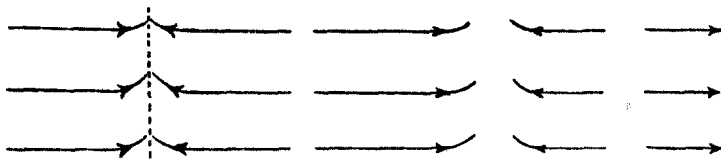
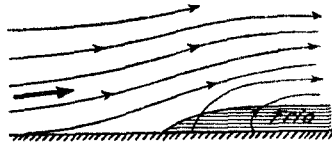
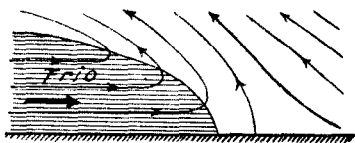


Fig. 27.

Fig. 28.

acusa la continuidad del movimiento del aire que desciende: por consiguiente, podemos establecer que, *las líneas y zonas de convergencia de vientos, corresponden a movimientos ascendentes y consiguientes mínimos de presión, mientras que las líneas de divergencia indican descensos de aire con máximos barométricos.*

Pero en los dos casos últimamente examinados se comprende, por su mecanismo, que no existirá mínimo ni máximo de presión, sino simplemente un cambio brusco de presión así como de temperatura, circunstancias todas, que veremos aparecer al considerar el ciclón en el caso real.

Por fin, antes de considerar este caso, réstanos indicar la modificación, teórica también, y confirmada por la práctica, que en la forma de las trayectorias de las partículas del aire en el ciclón, introduce la circunstancia de no ser fijo el eje del remolino.

Prescindiendo de la causa de ese movimiento, es un hecho que los ejes de las depresiones se trasladan.

Si el remolino que constituye la depresión fuese absolutamente simétrico, es decir, que el aire en movimiento tuviese las mismas condiciones por todas partes, con perfecta homogeneidad, y asimismo las velocidades fuesen también exactamente simétricas, el eje del torbellino no se

trasladaría, como se demuestra en hidrodinámica, y permanecería en el mismo sitio; pero, por distintas causas, sin que ninguna de ellas sea perfectamente conocida, el *eje del torbellino se traslada*, no todo el conjunto, sino *solo el eje*; resultará entonces que cinemáticamente el asunto es de

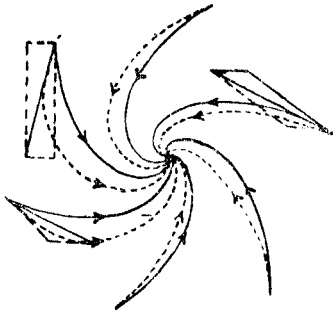


Fig. 29.

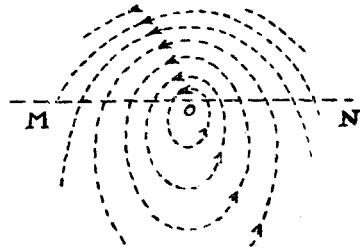


Fig. 30.

inmediata resolución, puesto que en cada momento, el movimiento del aire alrededor de dicho eje será el resultado de componer el movimiento del aire con relación al eje si éste permaneciera en reposo, o sea como se ha analizado antes, con uno igual y de sentido contrario al propio del eje. El efecto de esta composición será fácil de deducir aplicando la regla del paralelogramo en los distintos puntos de las trayectorias de las partículas del aire, según indica la figura 29, y el resultado es, como se aprecia, una *extensión*, por decirlo así, de las espirales en la parte anterior del ciclón

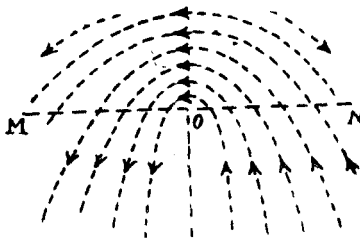


Fig. 31.

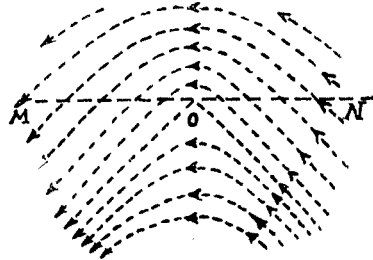


Fig. 32.

(anterior con relación al desplazamiento) y una *compresión* en la posterior, como si las primeras hubiesen disminuido su curvatura, tendiendo más a ser radios, y las segundas la hubiesen aumentado, aproximándose más a circunferencias.

Consecuencia de esto, será que el ángulo de deflexión del viento será

menor en los sectores anteriores del ciclón que en los posteriores; resultados que están de acuerdo con la observación directa.

En las capas medias, en las que el movimiento es según las isobaras, que en el caso teórico son circunferencias, al componer este movimiento con el que hemos dicho igual y contrario al del eje, resultan transformadas las circunferencias en elipses, parábolas o hipérbolas, según la relación de magnitud entre las velocidades de las partículas del aire y la del eje: (figs. 30, 31 y 32).

Constitución de un ciclón real.

Con este rápido examen de las condiciones teóricas del movimiento del aire, estamos en situación de abordar la constitución que tiene un ciclón real.

El aire que afluye al vórtice del ciclón no es homogéneo y si consideramos el ciclón dividido en cuatro sectores por la trayectoria de su vórtice y la normal a ella, el aire de los dos sectores del Sur, es caliente, mientras que el aire de los sectores del Norte, es frío; de esto resulta que con arreglo a los tipos de particularidades que antes hemos examinado en los dos últimos casos (figs. 27 y 28) la separación entre las masas frías y calientes del ciclón estará constituida por dos líneas de convergencia.

Según muestra la figura 33, ambas líneas de co convergencia están situadas en los sectores Sur, a la derecha en el sentido de la marcha del ciclón y constituyen, la primera, la que se llama *línea directriz*, y, la segunda, *línea de turbonadas*, entre las cuales queda comprendida la masa de aire caliente, que forma una como a modo de lengua, que entra en la masa de aire frío.

La *línea directriz* (fig. 34) es del tipo de la ola caliente de que últimamente hablamos (fig. 27), puesto que ahora es el aire caliente el que empuja al aire frío, y al ascender el primero y ocasionar en el segundo el movimiento de remolino de eje horizontal, resultará, a su vez, la particularidad examinada en la figura citada, de donde se formará una línea de divergencia, precursora de la inmediata de convergencia que la sigue.

La *línea de turbonadas* (fig. 35) es del tipo de ola fría y generalmente no está precedida de línea de divergencia.

Si profundizando más el examen, consideramos ahora lo que ocurre en el espesor del ciclón, se observa que la sección vertical de la línea directriz es la que muestra la figura 34, en donde se ve el aire caliente ascender lentamente sobre el frío y la porción de éste que entra en remoli-

no, siguiendo después la masa fría el movimiento general de llamada del ciclón, estando separadas las dos masas fría y caliente por una superficie inclinada que constituye lo que se llama *superficie directriz*, cuya intersección con el suelo es la línea del mismo nombre (fig. 36).

Esta línea, como hemos dicho, está precedida de otra de divergencia que, a veces, desaparece cuando el ciclón está estacionario.

En la línea de turbonadas ocurre análogamente; no obstante que el movimiento de llamada del ciclón no lleva el aire caliente sobre el frío en esta zona, por lo explicado al tratar de la ola fría, el aire caliente sube sobre el frío, pero en poca extensión, siendo la superficie de separación de las dos masas más inclinada sobre la horizontal que lo es la superficie directriz, y a consecuencia de esos dos movimientos contrarios del aire, se forma un repliegue con movimiento de remolino de eje horizontal en el aire caliente, como indica la figura 35, que representa el detalle de la línea de turbonadas, la cual no es otra cosa que, lo mismo que la directriz, la intersección con el terreno de la superficie dicha de separación que se llama también *superficie de turbonadas*.

La reunión de esta superficie con la directriz, tiene lugar en el vórtice del ciclón y, juntas, constituyen la superficie de discontinuidad entre las masas de aire fría y caliente que se mueven.

Es claro que lo dicho representa un ciclón tipo, pues además de las líneas dichas de convergencia pueden presentarse otras secundarias, que si los observatorios meteorológicos fuesen muy numerosos serian acusa-

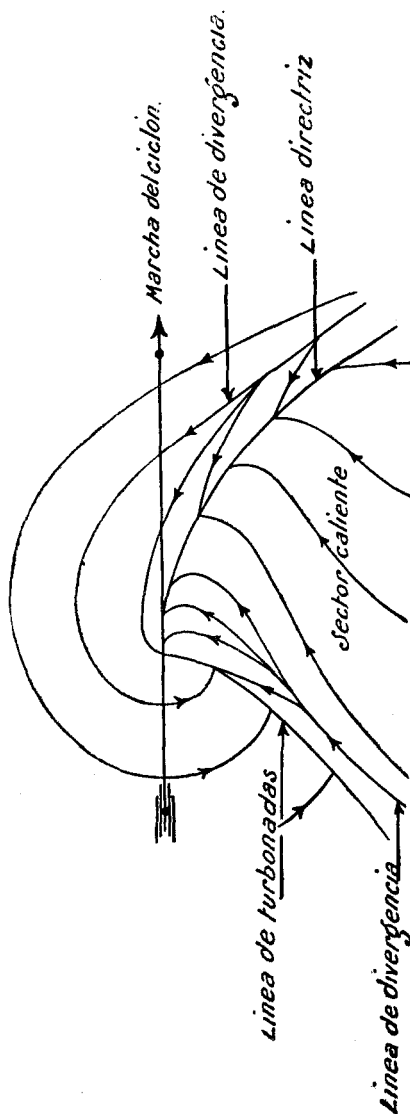


Fig. 36.

das, cuyas líneas secundarias y zonas de convergencia forman los núcleos de nebulosidad y lluvias que aparecen en la cola del ciclón.

Así, muchas veces se presenta en el interior del ciclón (fig. 38) una

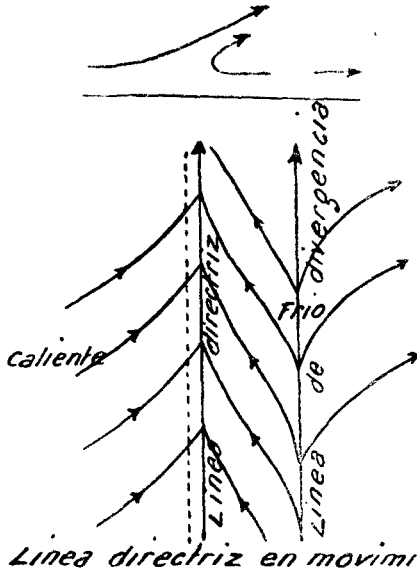


Fig. 34.

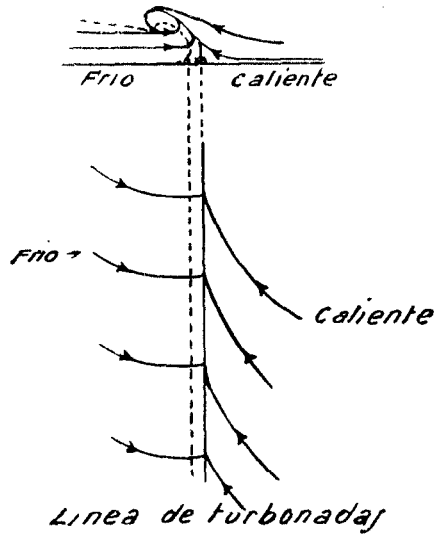


Fig. 35.

línea de convergencia circular, con su centro de divergencia consiguientemente en el vórtice mismo, lo que acusa un ligero movimiento descendente

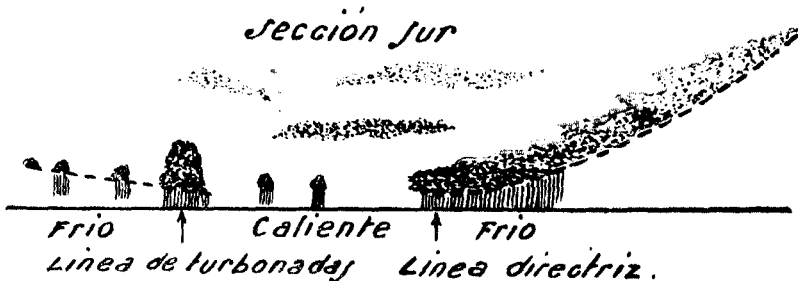


Fig. 36

del aire en el centro del ciclón, constituyendo lo que se llama *ojo del ciclón*, en donde el cielo está claro y hay calma casi absoluta, calma bien temida por los navegantes, puesto que en seguida es substituída por la

terrible violencia de los ciclones tropicales, que es donde suele presentarse este fenómeno.

Esto se explica porque en estos lugares, siendo la base del ciclón el mar, en su mayor parte, el aire adquiere velocidades muy grandes por el poco rozamiento, y cerca del vórtice, en donde el movimiento conver-

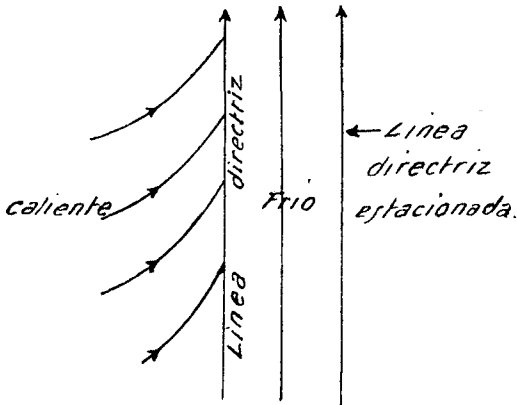


Fig. 37.

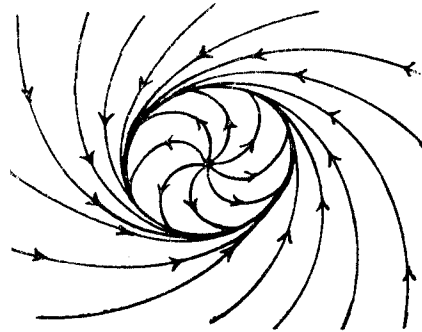


Fig. 38.

gente desaparece, no queda más que el circular del torbellino y la fuerza centrífuga repele el aire produciendo un vacío que es llenado por el aire de las regiones superiores que desciende y después diverge, resultando el mínimo barométrico en la citada línea circular de convergencia.

Método cinemático de análisis del ciclón.

Veamos ahora cómo se hace la completa *diagnosis* del ciclón y a este respecto indicaremos que la *Meteorognosia* o previsión del tiempo, tal como la desarrolla Bjerknes y los meteorólogos noruegos la practican, consta de dos partes: es la primera lo que se llama la *diagnosis*, es decir, representar, atendiendo a unas u otras de las circunstancias meteorológicas el estado atmosférico en un instante dado, y la segunda, la *prognosis* o previsión, es decir, deducir de la diagnosis actual, la que representará el estado de la atmósfera en un plazo determinado de tiempo.

Así, el método que hasta ahora era usado de representar el estado atmosférico por la presión, se llama *diagnosis isobárica*, existiendo también la *diagnosis isalobárica* y *diagnosis nubosa*, correspondientes a las representaciones de *isalobaras* y *sistemas nubosos* usados en Francia, mientras que el método noruego, o sea la representación que hemos ex-

puesto del movimiento del aire, se denomina *diagnosis cinemática*, habiéndose únicamente dado los primeros pasos en el camino de la *diagnosis dinámica* o determinación de las aceleraciones de cada partícula de

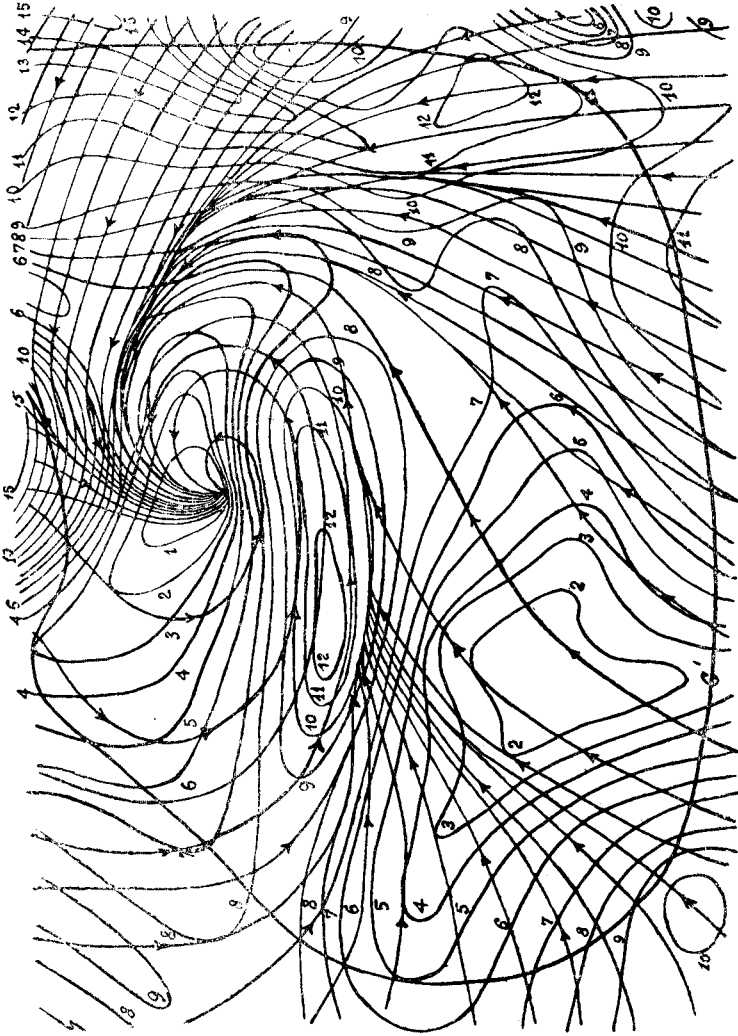


Fig. 39.—Líneas de flujo e intensidad.

aire para llegar así a la *prognosis dinámica*, que sin duda será la más perfecta.

Pues bien, como decimos, la completa diagnosis del ciclón requiere tener conocimiento de los movimientos verticales del aire con los fenómenos o meteoros acuosos a que estos movimientos darán lugar.

Como nosotros no hacemos, según al principio dijimos, sino un breve apuntamiento del estado actual de la meteorología, prevenimos que es muchísimo el trabajo y estudio necesarios para llegar a establecer las consecuencias que aquí ponemos y que por eso, seguramente, el lector encontrará en esta exposición muchas lagunas, a pesar de nuestro propósito de presentar un resumen completo del asunto.

En general, los movimientos verticales del aire existirán principalmente en las líneas singulares que hemos indicado, siendo ascendente en las de convergencia y descendente en las de divergencia, pero como vamos a exponer, es posible precisar, con una gran exactitud, la importancia y extensión de las zonas de movimiento vertical.

A este efecto, una vez trazadas las líneas de flujo de aire o trayectorias que, según las observaciones meteorológicas representen el movimiento medio del aire en una capa atmosférica de espesor dado, (figura 39), como asimismo, las curvas que unen puntos de *igual intensidad* de viento, se dibuja una curva C que envuelva al vórtice del ciclón y se escoge un producto de intensidad de viento por anchura de bandas de flujo de aire, que tenga un valor constante, por ejemplo: siendo v la velocidad del viento y n la anchura de las bandas limitadas por las trayectorias, que sea $vn = k$; se divide la curva en partes tales que se verifique esa igualdad y por los puntos de división se trazan nuevas trayectorias, escogiendo el producto dicho de modo que la figura así obtenida no sea confusa, resultando otra figura que nosotros, por abreviar, suponemos la misma y en la cual están también dibujadas las curvas de igual intensidad.

Entonces se mide la anchura de las bandas en sentido normal a las trayectorias, lo cual se efectúa por medio de sencillos instrumentos apropiados y se trazan las curvas de *igual anchura*, uniendo los puntos en los que esa magnitud tenga igual valor y así se dibuja otra carta; multiplicando gráficamente (lo cual es también operación rápida) el campo de curvas así trazado por el de curvas de igual intensidad de viento, resulta otro campo de curvas en las que la cantidad vn , tendrá igual valor, ... $k + 2, k + 1, k - 1, k - 2, \dots$ etc. (fig. 41); estas curvas representan los lugares de igual *transporte horizontal*, si el movimiento del aire fuese plano, puesto que el gasto es la sección normal por la velocidad, cuyos productos son precisamente las cotas de esas curvas de igual transporte, y de aquí vamos a ver que se deduce muy sencillamente el transporte vertical.

Efectivamente, si se imagina una superficie paralela al terreno en la que la presión sea una misma cantidad menor, por ejemplo, *un deci-*

bar (1), lo que equivale a 750 metros de altura, próximamente, y si suponemos paredes verticales a lo largo de las trayectorias, estas paredes dividen a la capa atmosférica comprendida entre el suelo y esa superficie dicha en *tubos*, en los que el *transporte* de aire tiene igual valor nú-

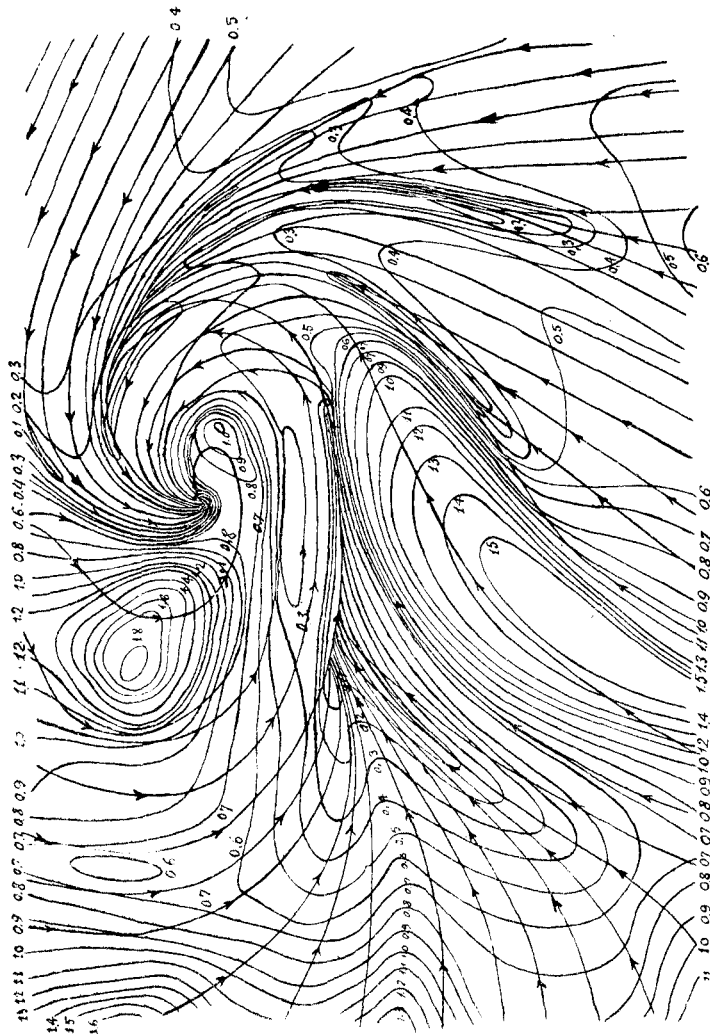


Fig. 40 — Curvas de igual anchura.

(1) Se recuerda que la unidad C. G. S. de presión es la *baria*, o sea (dinadina = $\frac{1}{9.81}$ gramos) por centímetro cuadrado; una *megabaria*, es decir, 10^6 *barias*, es el *bar*; el *decibar* es su décima parte: 1.000 *milibares* equivalen a 750 milímetros de mercurio.

mérico que el señalado por las curvas anteriores, con tal de expresarlo en las unidades correspondientes; así, en el caso citado, si fuese $k = 5$, a

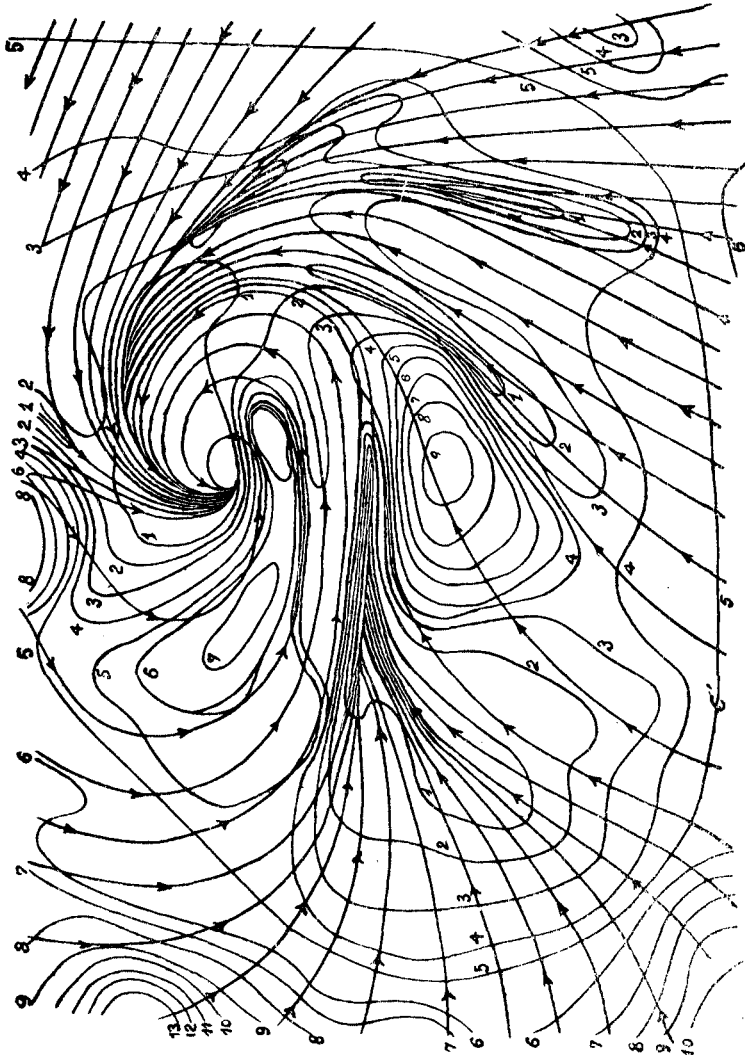


Fig. 41.—Líneas de igual transporte.

través de cada sección de tubo en la superficie cilíndrica vertical que tiene por base la curva C primeramente dibujada y por la escala del dibujo, debiera ser cada centímetro = 10^5 metros; como la altura de 750

metros supuesta, equivale a un metro dinámico de agua (1), cada unidad serán 10^5 toneladas métricas, luego el transporte horizontal sería de $5 \cdot 10^5 = 500.000$ toneladas de aire por segundo; al pasar de esa curva a otra de las de igual transporte, por ejemplo, la acotada con 4, el transporte horizontal sería de 400.000 toneladas métricas por segundo; luego en la zona comprendida entre ambas curvas, hay un transporte vertical de 100.000 toneladas métricas por segundo; por consiguiente, las áreas limitadas por las curvas de igual transporte horizontal señalan lugares en los que el transporte vertical es de 100.000 toneladas métricas por segundo, estando dirigido este transporte, como fácilmente se comprende por el mecanismo explicado, *hacia arriba* o *hacia abajo*, según que al recorrer las trayectorias en sentido del movimiento, vaya *disminuyendo* o *aumentando* la graduación de dichas curvas. Se ve que resultan marcadas con *absoluta precisión* las zonas en las que existen movimientos ascendentes o descendentes del aire.

Por consiguiente, conociendo el estado higrométrico del aire que se mueve y la temperatura de las zonas en cuestión, se podrá precisar con casi exactitud matemática, las zonas de nebulosidad y de lluvia, puesto que ambos fenómenos están en dependencia inmediata y completamente conocida con los movimientos ascendentes del aire y del mismo modo las zonas de movimiento descendente serán el lugar de cielo claro o nebulosidad mínima.

La investigación puede llevarse más adelante y llegar a trazar las superficie que limitan las capas de aire en movimiento en el espesor del ciclón, hasta alturas tanto más elevadas en la atmósfera, cuanto que el trazado del movimiento horizontal esté hecho con más exactitud.

Repartición de meteoros.

Pues bien, aplicando este procedimiento se ha venido a dar la siguiente repartición media de la nebulosidad y lluvia en el ciclón teórico-real (fig. 42).

En la figura indicada, se marcan esquemáticamente las zonas de lluvias y nebulosidad, que se extienden en áreas a lo largo de las líneas de convergencias citadas, siendo más extensa el área de lluvia en la diretriz que en la línea de turbonadas y estando ambas zonas en la parte del

(1) Se llama unidad dinámica de altura, aquélla que supone un incremento de una unidad al *potencial gravitatorio*; esa unidad es, suponiendo igual a 10 la aceleración de la gravedad, un *decímetro*, el cual se llama *decímetro dinámico*; el *metro dinámico* es 10 veces mayor: el *bar* es la presión de un *decímetro* dinámico de agua; el *decibar* es por lo tanto, un *metro dinámico* de agua.

sector frío del ciclón; asimismo existen otras zonas aisladas de lluvia y y nubes en el sector caliente y en la parte de cola del ciclón, en el sector frío, que corresponden a movimientos ascendentes poco intensos.

La nebulosidad rebasa extensamente la zona de lluvias, sobre todo, en la parte anterior del ciclón, que es donde el aire caliente sube sobre el frío, principalmente como se ha explicado.

Para precisar más, admitiendo con Bjerknes, que la inclinación de la superficie de discontinuidad del aire frío y caliente sea de 0,01, como los *nimbos* empiezan a formarse a 500 metros de altura, estará la zona de esas nubes a 50 kilómetros por delante de la línea directriz y admitiendo los 2.000 metros como límite superior de las citadas nubes, se extenderá su zona hasta 200 kilómetros por delante de la referida directriz, precediendo a esta zona las nubes elevadas escalonadas por su orden; *estrato-cúmulos*, *alto-estratos*, *cirro-cúmulos*, *cirro-estratos* y *cirros*.

Como por los procedimientos indicados se puede precisar la situación de las zonas de movimientos ascendentes, se puede anunciar a corto plazo, la extensión de las zonas de lluvias.

En la línea de turbonadas es mucho menor la extensión lluviosa, pues se limita a una faja estrecha que ciñe a la referida línea, ya que, según se explicó, el movimiento ascensional es de poca profundidad, pero, en cambio, como la superficie de discontinuidad es más próxima a la vertical, la ascensión del aire es más rápida y los fenómenos de condensación

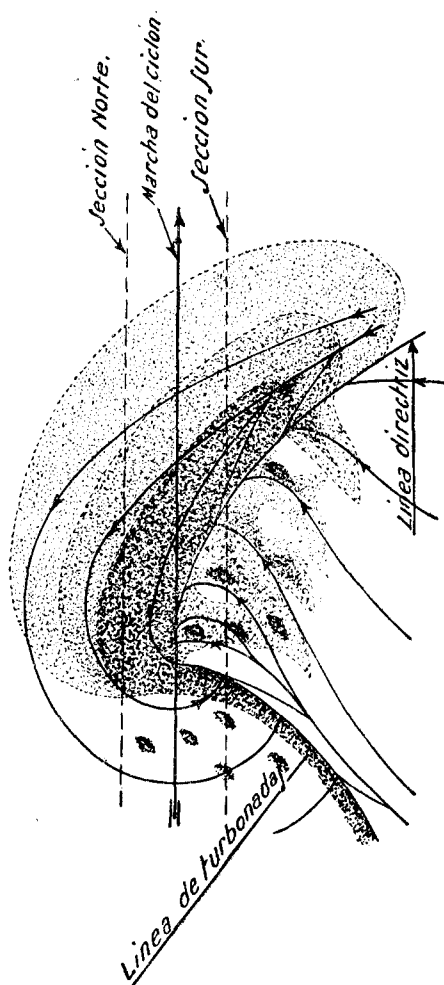


Fig. 42

más intensos y enérgicos, dando lugar a fuertes chubascos que caen de los *cúmulo-nimbos* que se forman, y como en esta zona el aire caliente entra en remolino sobre el frío, resultan torbellinos de eje horizontal y se explica así la formación del granizo en diversas capas, pues el granizo antes de caer ha dado, a veces, más de una vuelta arrastrado por el enérgico impulso del aire, recógiendo en cada vuelta, una capa de hielo procedente de las condensaciones del vapor de agua.

El efecto del movimiento de remolino citado es, además, producir una subida rápida de la presión coincidente con la rama descendente del remolino recobrando en seguida la presión su valor normal; por consiguiente, el paso de la línea de turbonadas será acusado en el barómetro por un brusco descenso que coincidirá con la línea de convergencia y parte ascendente del remolino; una subida rápida causada por lo antes dicho, y después recuperará el barómetro su altura normal dentro del régimen de la depresión.

La *diagnosis* o representación *isobárica* acusará, también la línea de turbonadas con una inflexión de las isobaras, pues (fig. 43), la conver-

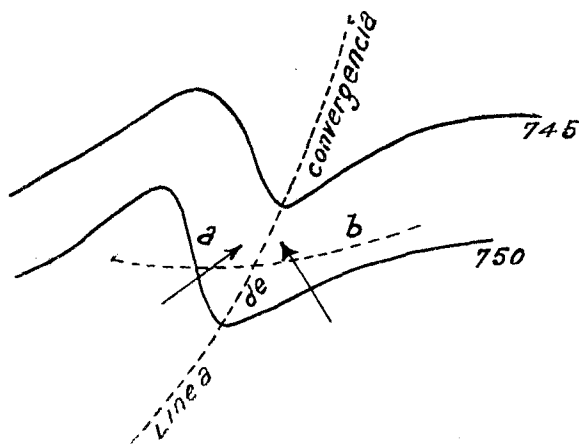


Fig. 43.

gencia de viento supone una v en esas líneas dispuesta de modo que los puntos tal como el a , cuya presión debía ser la misma que en b por el régimen normal del ciclón, tengan una presión mayor, como consecuencia del descenso del aire que hemos explicado.

Se vé, por esto, cómo la representación por isobaras no permitía explicar la causa de la línea de turbonadas (*grains*) y de la inflexión que tenían las isobaras en ella, conformándose con decir, cuando se conten-

taba con estas curvas, que tenían un, como a modo de repliegue y, en cambio, con la teoría cinemática resulta, como se ha visto, completamente aclarado el fenómeno.

Finalmente, las figuras 36 y 44 representan dos cortes verticales del ciclón por planos paralelos al de su marcha y al Norte y Sur del vórtice, con lo que dichos cortes serán también los esquemas de los fenómenos que el paso del ciclón determinará en un lugar, cuya situación sea también al Norte y Sur de la trayectoria del ciclón.

La teoría expuesta no solo explica perfectamente todos los fenómenos de lluvias, vientos, líneas de turbonadas, etc., de los ciclones, sino, además, según veremos después, aclara también, como a veces no existe línea de turbonadas y otras, ésta avanza más que el ciclón, es decir, no



Fig. 44.

permanece en el mismo radio del ciclón, sino que este radio gira en sentido de la marcha, buscando encontrar la línea directriz y fundiéndose entonces las dos líneas de convergencia en esa última.

Desplazamiento de los ciclones.

Veamos ahora las causas del desplazamiento de los ciclones.

La distribución de lluvia que se ha expuesto es una de las explicaciones que pueden darse del entretenimiento y traslación de los ciclones: en efecto, hemos visto la enorme fracción de su energía que el ciclón consume a causa de los rozamientos y, por lo tanto, si no hubiese un nuevo manantial de ella pronto se desvanecería el remolino que constituye el ciclón; y como se ha visto por su formación, que el origen de él es el movimiento de convergencia producido por la llamada del aire que asciende en las proximidades de su vórtice, todo aquello que entretenga esta llamada será una causa de persistencia del ciclón. Pues bien, si el aire que asciende procedente del sector caliente contiene humedad, su enfriamiento al subir es menor que si estuviese seco y, por lo tanto,

sigue teniendo menor densidad que el aire que le rodea no oponiéndose la gravedad a su movimiento ascensional y después, cuando la lluvia comienza, al condensarse el vapor de agua cede al aire grandes cantidades de calor, que son las que proceden de la *licuación* del vapor de agua iguales a las que este líquido absorbe para evaporarse y que es lo que se llama en física, el calor latente de vaporización, con lo que este calor entretiene la ascensión del aire y como la zona principal de lluvias, según se ha visto, está situada al Este del vórtice del ciclón, la nueva llamada de aire se irá verificando desde puntos cada vez más en esa dirección; por esta causa como el desplazamiento del ciclón es en dirección tangente a la línea que hemos llamado *directriz*, ésta ha recibido dicho nombre; siendo también digno de notar que el punto de mínima presión *no coincide* con el vórtice del ciclón y, por lo tanto, que la regla de que el viento va del sitio de mayor presión al de menor presión, *no siempre se verifica*.

Lo anterior se ve confirmado también por el hecho de que pequeñas depresiones tormentosas locales sigan muchas veces, de modo perfectamente apreciable, el curso de los ríos, que es donde el aire que asciende está con mayor grado de humedad.

Además, se observa que, cuando la provisión, por decirlo así, de aire caliente y húmedo del ciclón se agota, éste empieza a perder vitalidad y pronto se desvanece.

Esa transformación ocurre al entrar las depresiones sobre los continentes, en cuyo caso avanza la línea de turbonadas y retrasándose la *directriz* llegan a reunirse, y en este momento que se llama *oclusión* del ciclón, el ciclón *cerrado* que resulta, tiene ya una discontinuidad de temperatura muy pequeña en sus distintos sectores y siendo todo el aire casi homogéneo y frío y de pequeño estado higrométrico, los movimientos ascendentes son en seguida contrariados por la gravedad, pues el aire al no recibir el calor procedente del vapor de agua condensado, sufre un gran enfriamiento al subir y aumenta de densidad, lo que se opone al movimiento ascensional que pronto cesa.

Si la causa citada es casi la única de entretenimiento del ciclón, no puede decirse lo mismo respecto al desplazamiento del vórtice.

En este desplazamiento han de influir las corrientes generales de la atmósfera en cuyo seno se forma el ciclón, puesto que estas corrientes generales intervendrán en el sentido de que, aportando mayor masa de aire en el lado del ciclón atacado por esas corrientes y, en cambio, estorbando la llegada de aire por el lado opuesto, resultará una propagación de la depresión inicial en el sentido de la corriente atmosférica.

Esto está corroborado por la *diagnos cinemática* en la capa de *cirros*,

pues, a pesar de lo diseminadas que están las observaciones atmosféricas en esa zona elevada, se ha visto que trazadas las líneas de flujo de los *cirros*, el vórtice de la depresión sigue, casi exactamente, una trayectoria del campo de líneas dibujado.

En el fondo, este razonamiento quizá no sea otra cosa que la consecuencia de la teoría general del movimiento de los *tubos de torbellino* en un fluido ilimitado, pues en esta teoría se demuestra que en el caso de un tubo rigurosamente simétrico estaría inmóvil, pero en el caso de dos, se verifica que cada uno de ellos describe una circunferencia cuyo centro es el de gravedad del sistema de los dos ejes como si fuesen puntos materiales con un peso igual a la intensidad de torbellino de cada eje y recordando que, según la circulación general atmosférica, en los polos terrestres existe una depresión cuya línea circular de convergencia central está a la altura casi de los círculos polares, un ciclón dado y el polo constituyen un sistema de dos torbellinos cuyo movimiento se regirá por las leyes dichas, y como la depresión polar es la más importante y de posición estable, el centro de gravedad del sistema de los tubos estará cerca del polo y la trayectoria de un ciclón cualquiera que, como vemos, no es otra cosa que una depresión *satélite* de la polar, deberá ser dirigida hacia el Este.

Claro es que el caso teórico citado supone que el movimiento sea paralelo a un plano y en el caso real es paralelo a la superficie terrestre que es esférica y además supone también la teoría, que los ejes de los torbellinos son *rectas* normales al plano base y en la realidad tampoco son *rectas* los ejes de los ciclones, puesto que trazando el dibujo del movimiento del aire a distintas alturas, resultan los centros de convergencia corridos hacia el sector frío y adelante de la marcha del ciclón, lo que indica que el eje del remolino, es por lo menos inclinado, siendo realmente una línea curva de diferentes inclinaciones, por consiguiente, todo lo cual hará, como es lógico, que no pueda aplicarse exactamente la referida teoría, pero al menos será un reflejo de lo que ocurra en la realidad.

Por otro lado, como no existe un solo ciclón ni un solo eje-torbellino, sino varios simultáneos, ya de ciclones, ya de anticiclones, el movimiento de cada uno, aun dependiendo principalmente del torbellino polar, estará influenciado por la presencia de los demás, lo cual complicará extraordinariamente el problema; pero de todos modos, esa teoría sea quizá también el fundamento de la explicación que puede darse de cómo en las familias de ciclones, la trayectoria de cada uno sea más meridional que la de su anterior.

Se sabe, en efecto, que las depresiones aparecen por tandas o *familias*, como si en el lugar de origen del ciclón, una vez formado el primero y

constituyendo un individuo dinámico que emprende su marcha en la forma expuesta, persistiendo la discontinuidad de temperatura causante del fenómeno, apareciese otro y otros sucesivos, los cuales es claro que se influirán mutuamente.

Aunque como hemos dicho, esa teoría es muy complicada, podemos

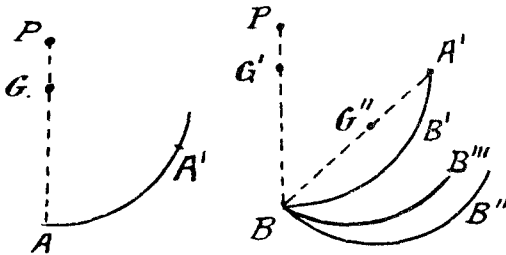


Fig. 44'.

Fig. 45.

formarnos una idea aproximada, observando (fig. 44') que si es P la de presión polar, A un ciclón y G el centro de gravedad del sistema $P-A$, la trayectoria de A será la circunferencia, $A-A'$, que tendrá la dirección general W. S. W. a E. N. E., puesto que G no es el polo.

Si el primer ciclón está

en A (fig. 45), un segundo ciclón B , tendería a seguir, por la acción de P , la circunferencia $B-B'$ de centro G' , mientras que, por la acción de A , había de seguir la $B-B''$, de centro G'' y, por consiguiente, seguirá una trayectoria $B-B'''$ más meridional que la seguida por el ciclón A , el cual, a su vez, tendrá su trayectoria modificada por el B , cuyo influjo será, principalmente, disminuir la velocidad de A .

Cuando desaparece la discontinuidad en el lugar de origen, cesa la producción y termina una familia, hasta que, originándose nueva discontinuidad de temperatura, empieza otra serie.

La depresión polar no se moverá mucho, puesto que simultáneamente estará solicitada a moverse por el conjunto de ciclones repartidos en totalidad, con cierta regularidad en el hemisferio terrestre.

Finalmente, en todo lo expuesto, hemos partido de la teoría térmica para explicar el origen del torbellino la cual es, sin duda, la causa principal de formación de los ciclones; pero se puede admitir también otro origen puramente mecánico, que es el resultado del rozamiento entre dos masas de fluido separadas por una discontinuidad de velocidades.

En este caso que se presenta, por citar un ejemplo, en los remolinos que forma el agua en las zonas tranquilas detrás de un obstáculo puesto en la corriente, se comprende la formación de remolino (fig. 46), porque una partícula de fluido cogida en a por la corriente general y arrastrada por la viscosidad del fluido, es en seguida abandonada en b , y por la poca cohesión del medio, con facilidad penetra en la masa colindante, perdiendo velocidad y siendo rechazada hacia atrás, volviendo otra vez hacia adelante por el ir flujo de la corriente, con lo que describe una tra-

yectoria *espiraloide* y repitiéndose el fenómeno una y otra vez, acaba por tener la circulación horizontal valor apreciable para constituir un eje-torbellino.

Y además de esta explicación física, está el que, el cálculo demuestra que sólo por la continuidad del fluido y las fuerzas de rozamiento, se origina un remolino en el que, a diferencia del que hemos examinado al principio, que se llama remolino de *primera especie*, «vortex» o de espiral libre, con la ley de velocidad



Fig. 46.

$$V = \frac{k''}{r}$$

en éste, la ley de velocidad es otra que no representa un aumento tan rápido como la anterior cuando disminuye el radio, y que es

$$V = \frac{k''}{r} + \frac{A r}{2} \log. \frac{r}{B},$$

siendo *A* y *B* otras dos constantes.

Este caso indicado, se presentará en la atmósfera entre dos corrientes inmediatas, polar y ecuatorial, animadas de movimientos contrarios, por consiguiente.

Por otro lado, si los dos fluidos separados tienen distinta densidad, se verifica que las líneas de corriente experimentan una *refracción* que pudiéramos decir, quebrándose en la relación

$$\frac{\text{tang. } i}{\text{tang. } r} = \frac{\epsilon}{\epsilon'} \text{ (fig. 47)}$$

en donde *i* y *r* son los ángulos que forma la corriente con la normal a la

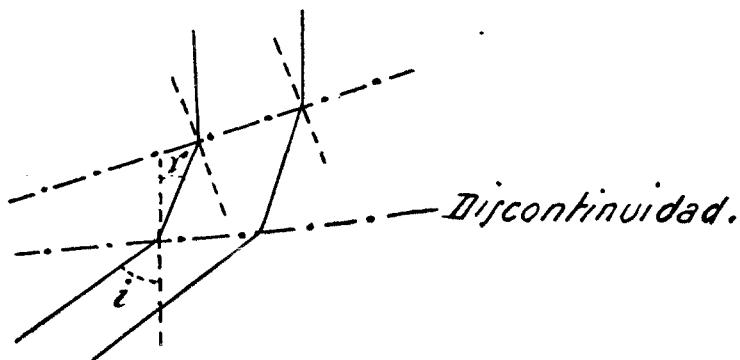


Fig. 47.

superficie de separación, ϵ y ϵ' los volúmenes específicos a un lado y otro

de ésta; exactamente como la refracción de las líneas de fuerza magnética en medios de distinta permeabilidad, y esta refracción contribuirá a acentuar el movimiento espiraloide antes señalado.

Por fin, la desviación hacia la derecha de su marcha de dos corrientes

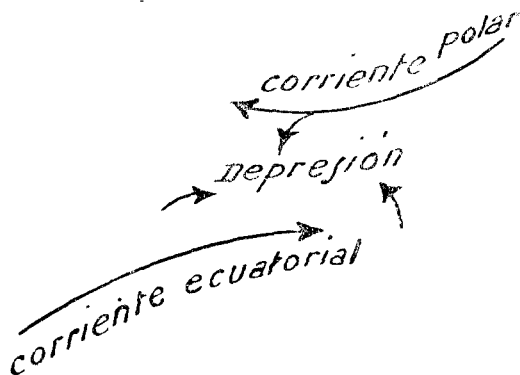


Fig. 48.

polar y ecuatorial puede crear, en su límite común, un vacío relativo que tendiendo a ser llenado por el aire circundante, determina la convergencia ocasional del ciclón (fig. 48).

Ideas sobre la previsión del tiempo.

Expuesto cuanto antecede, réstanos decir algo sobre los procedimientos de *prognosis* o previsión del tiempo.

Resumiremos antes los datos preliminares que sirven para hacer la *diagnosis* de la situación en el momento de la observación.

Se emplean cartas del país, especialmente preparadas para el caso, trazadas con arreglo a la proyección cónica, que facilita los dibujos posteriores y con una topografía *ideal* suprimiendo aquellas circunstancias del terreno que no han de influir sensiblemente en los movimientos, sobre todo verticales, del aire.

En ellas se dibuja la *diagnosis isobárica* representada *topográficamente*, es decir, marcando curvas que indican, no igual presión, sino altura a la que sobre cada punto la presión tiene un valor fijo, por ejemplo: 1.000 m b r; estas líneas se dibujan sencillas y, en el mismo plano, otras, dobles para distinguirlas, que representan la *topografía relativa* a la anterior de la superficie de 900 m b r; todas estas curvas vienen a ser la representación por *curvas de nivel* de las superficies isobáricas de las pre-

siones citadas, por lo tanto, que su disposición nos dará idea también de las regiones de máxima y mínima presión.

No es caprichosa esta representación; se escoge, no solo porque tiene su particular razón de ser en los ulteriores trabajos de presión, sino porque con este procedimiento, se representa además del campo de *presión*, el de la *masa*, puesto que, como es sabido, la ley hidrostática nos da como diferencia de presión entre dos puntos de un fluido de peso π , separados por la altura h ,

$$p' - p = \pi h,$$

luego

$$\frac{p' - p}{h} = \pi;$$

por lo tanto, si por una elección conveniente de presiones, es $p' - p$ igual a una cierta unidad, será:

$$\frac{1}{h} = \pi = \text{peso específico},$$

y de consiguiente,

$$h = \frac{1}{\pi} = \varepsilon = \text{volumen específico};$$

como se vé, es posible conocer el peso y volumen específico del aire con la representación citada.

Después, en otra carta se marcan flechas en el lugar de cada observatorio, con dos números al lado, que indican: uno, la dirección del viento, otro, la intensidad en metros por segundo (fig. 49).

Esta carta es la primera en la que se trabaja para conseguir una representación continua del movimiento, mediante las curvas llamadas *isógonas* y las de igual intensidad (fig. 50).

De ésta se comprende inmediatamente su significación, y en cuanto a las primeras, son el lugar de puntos en los que el *viento tiene igual dirección*, a lo que deben su nombre, se trazan fácilmente y existen aparatitos sencillísimos para dibujar sobre ellas, de trecho en trecho, pequeños trazos con la inclinación del viento en toda la *isógonas*, respecto al meridiano. El aparato, consiste en una regla compás que en uno de sus extremos lleva una punta para fijarla en el polo (de aquí la conveniencia de usar la proyección cónica en los mapas) y en el otro extremo montado en corredera, un diafragma que por la parte inferior tiene la montura de un lápiz de punta plana, al cual se le da inclinación determinada fijándola por un circulito graduado que va en la parte superior de la corredera.

El dicho diafragma es una de las caras de una caja a la que llega aire comprimido, con intermitencias, por lo tanto, que paseando el compás de modo que la corredera siga la isógona, el lápiz marca automáticamente-

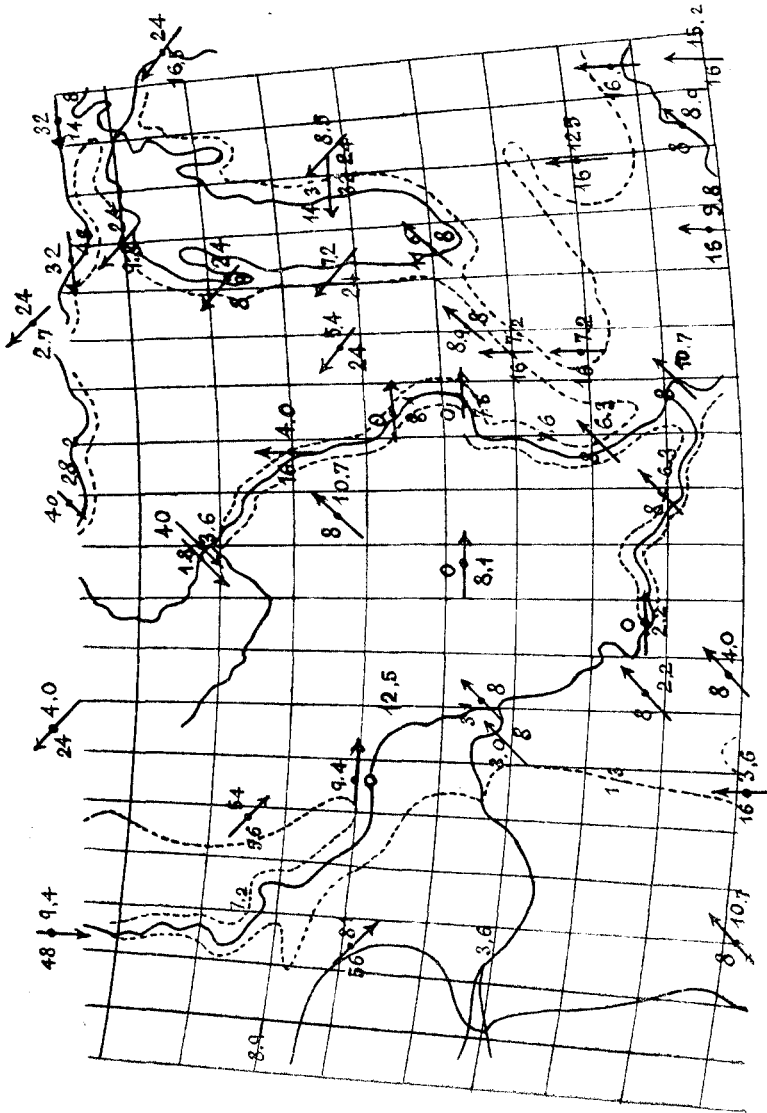


Fig. 49.

te, por los golpes de aire comprimido, los trazos con la inclinación del viento a lo largo de toda la curva.

Estas curvas isogónicas son importantísimas, porque los puntos en

donde convergen son centros de convergencia o divergencia de vientos o puntos neutrales: los primeros, serán precisamente los vórtices de los ciclones que existan en la región; los segundos, anticiclones; distingúen-

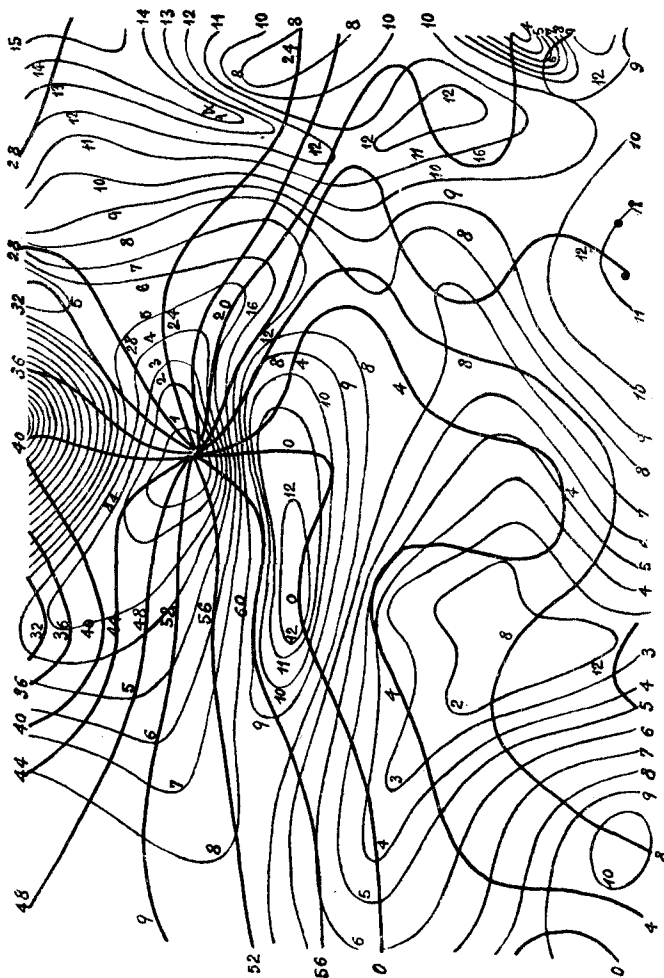


Fig. 50.—Isógonas y de igual intensidad.

dose fácilmente unos de otros por la marcha de los vientos, y los últimos, *collados* o zonas de separación de altas y bajas presiones.

Representado así el movimiento, se pasa a dibujar las *líneas de flujo de aire*, lo cual es ya sencillísimo, pues no hay más que unir los trazos correspondientes de las isógonas.

Se tiene así una carta en la que el movimiento del aire está represen-

tado por líneas de flujo o corriente y curvas de igual intensidad (figura 39).

Suponiendo que de los tres métodos de *diagnosis cinemática* de Bjerknes: el de *superficies de igual transporte vertical*; el *método topográfico* y el de la *componente vertical de la cantidad de movimiento específica*, nos limitamos al primero, pues los otros dos necesitan mayores desarrollos que los que nos hemos propuesto, resta ya para hacer la diagnosis, lo que antes indicamos al estudiar el ciclón: trazado de una curva cualquiera que envuelva al vórtice; división en partes; trazado de nuevas líneas de flujo; curvas de igual anchura; multiplicación de este campo por el de la intensidad y trazado de las curvas de igual transporte horizontal que a su vez determinan las áreas de igual transporte vertical (figuras 40 y 41).

Pudiera creerse que tal cantidad de operaciones exigiría mucho tiempo, pero como la mayor parte de las mismas se hacen por medio de sencillos instrumentos apropiados y gráficamente, siguiendo teorías sumamente simplificadoras y notables de su autor, resulta que en un tiempo tan breve como empleando la diagnosis isobárica corriente, se tiene hecho un trabajo de una precisión infinitamente mayor.

Como decimos, el procedimiento reseñado, con ser exacto, no lo es tanto como cualquiera de los otros dos, siendo el último el mejor de todos y el preconizado especialmente por M. Bjerknes.

La *prognosis* se realiza después con base cinemática o con fundamento dinámico en cierto modo.

Daremos sucinta idea de ambos métodos.

La *prognosis cinemática pura*, consiste en aplicar la propiedad pronóstica que tiene en sí la velocidad por su misma esencia, pues es evidente que, si se conoce la situación actual de una partícula de aire y su velocidad, se podrá determinar una nueva situación de esa partícula al cabo de un plazo determinado de tiempo; por lo tanto, aplicando la misma determinación a todas las partículas de aire, será posible conocer la situación atmosférica futura, de la cual se deducirá, por los procedimientos de diagnosis antes expuestos, los meteoros que se presentarán en ese tiempo futuro con el grado de precisión que hemos visto puede conseguirse.

Pero esto que parece tan seductor, es claro que tiene por base la persistencia de la velocidad de cada punto de la masa fluída, tanto en dirección como en intensidad, y esto es precisamente lo que en la realidad no ocurre, pues la velocidad de todos los puntos del aire cambia con el tiempo.

Ahora bien, escogiendo un plazo de tiempo en el cual, según aconseje

la experiencia, las circunstancias dichas no varían sensiblemente, se podrá despreciar la influencia de esos cambios y considerar la prognosis como suficientemente exacta, y esto es lo que ocurre limitándose a un lapso de tiempo de una a seis horas; por término se fija el de *tres* horas, que ofrece la ventaja de estar representado aproximadamente por 10.000 segundos y resultan fáciles las multiplicaciones necesarias por ese número de las velocidades de cada partícula.

Se señala ahora cada situación inicial de punto con un circulito negro y la final con otro circulito en blanco y se unen por pequeñas rectas los circulitos que corresponden a situaciones inicial y final del mismo punto, con lo que el dibujo resultará claro y para que, todavía sea mayor la comodidad de ejecución, se pueden escoger los puntos iniciales en curvas determinadas, por ejemplo: en curvas de igual intensidad, con lo que todos los desplazamientos serán iguales, o bien en isógonas, y entonces todos los desplazamientos tendrán la misma dirección.

Podría ocurrir que resultase confusión en algunos sitios del dibujo, donde se entrecuzaran las rectas que unen los circulitos, pero esto puede evitarse también, escogiendo los puntos de otra manera: que la situación final de uno sea la inicial del siguiente, con lo que se obtienen cadenas de puntos que se asemejan a líneas de flujo y se evita toda confusión.

Por cualquiera de los procedimientos citados, la situación final de cada punto, con su correspondiente velocidad, equivaldrá a lo datos obtenidos en esas situaciones finales por observatorios que estuviesen en ellos situados, de donde se deduciría la diagnosis como antes se expuso: así, si se aplicase la determinación de la traslación a las isógonas y curvas de igual intensidad, se tendría la situación de los campos de ambos sistemas de curvas en el plazo de tiempo fijado, y de ellas se deducirían las líneas de flujo y curvas de igual transporte, etc., que representarían la diagnosis del tiempo en la hora correspondiente al intervalo escogido.

Este procedimiento de prognosis solo sirve, como hemos dicho, para un plazo de tres horas, pero nuevo perfeccionamiento, o sea la *prognosis dinámica*, permite hacer pronósticos para intervalos de seis horas.

Se suponen conocidas las situaciones de movimiento en dos instantes, inicial y final, y comparando ambas, se deduce la variación de movimiento habida en el intervalo, es decir, se determinan las aceleraciones por *medios cinemáticos*, que es lo que hasta ahora ha podido hacerse, pues si la determinación fuese estrictamente dinámica, entonces se deducirían las aceleraciones, no como hemos dicho, sino por *las fuerzas* que entrasen en juego.

Las aceleraciones definitivas se determinan como resultantes de las aceleraciones *locales* y de las aceleraciones del movimiento *permanente*,

siendo las primeras las que resultan en cada punto por la comparación de las cartas del tiempo sucesivas, por ejemplo, con intervalo de una hora, y las segundas, las que tendría cada partícula si el movimiento diagnosticado en el primer tiempo, persistiera o fuese permanente.

Ambas aceleraciones se representan por isógonas y curvas de igual intensidad y se componen ambos campos, resultando el pronóstico representado igualmente por la misma clase de curvas, de donde se deduce la diagnosis futura por el procedimiento de curvas de igual transporte que hemos explicado o por los otros dos que preconiza Bjerknes.

Y no decimos más acerca de la evolución de los ciclones y su producción general porque eso sería ya un tratado de meteorología y no fué nuestro propósito éste, sino solo dar un botón de muestra, malo como salido de nuestras manos, pero que fuera un pálido reflejo del estado actual de una rama del saber humano tan útil para tantísimas cosas de la vida y muy especialmente para la misión del Ejército y de la que tan poco caso se hace en general.



LOS MODERNOS GLOBOS DE OBSERVACION

FELIX MARTINEZ SANZ
ANTONIO G.^{CIA} VALLEJO
-CAPITANES DE INGENIEROS -

LOS MODERNOS GLOBOS

DE OBSERVACIÓN

DESCRIPCION DE LOS TIPOS CAQUOT Y AVORIO PRASSONE

ADOPTADOS EN EL EJERCITO ESPAÑOL



MADRID.—IMPRESA DEL «MEMORIAL
DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».—1925.



ESDE el año 1899 empleaba nuestro Servicio de Aerostación el globo cometa alemán (*Drachen ballon*), debido al capitán bávaro von Parseval y al teniente von Sigsfeld, que había sustituido al esférico, cuyos inconvenientes para el empleo como cautivo son harto conocidos.

El *Sigsfeld-Parseval* no alcanzaba altura superior a 700 metros sobre el terreno, por término medio, y con un solo observador en la barquilla y vientos superiores a 35 kilómetros-hora, su empleo era punto menos que imposible, siendo la estancia en la barquilla siempre desagradable, aun en las mejores condiciones. Esto, no obstante, su invención fué un paso de gigante, ya que el empleo del esférico cautivo no podía conducir jamás a resultados positivos en la observación aerostera.

Estalló la guerra mundial en el verano de 1914, y parece ser que los franceses, que aún utilizaban el esférico, hubieron de recurrir forzosamente al tipo empleado por el contrario, que ofrecía sobre el suyo innumerables ventajas. Pero no se conformaron aún con ellas, y de un sinnúmero de trabajos, experiencias y estudios conducentes a modificar ventajosamente el *Drachen*, nació el primer tipo *Caquot*, que lleva el nombre de su autor, comandante de Ingenieros del ejército francés. Verificóse entonces la recíproca, y los alemanes usaron un tipo, casi exacta copia del nacido en Francia.

El primer tipo, el «M», empleaba en su cordaje los guardacabos que emplea el *Drachen*, en vez de nudos. Ofrecía también la válvula en uno de los costados y la forma era fusiforme, pero no tan pronunciada como la de los actuales, pues el diámetro de la máxima sección transversal era mayor, y menor el eje longitudinal. A éste siguió el que, suprimiendo los guardacabos, establecía los nudos para lograr así mayor estabilidad. También modificaba la disposición y situación de la banda de desgarre, facilitando la operación del rasgado desde la barquilla.

Los actuales tipos «R» son fabricados en distintas naciones: Francia,

Inglaterra, Estados Unidos, etc., y las fábricas suelen añadir a la «R» sus iniciales (1). Presentan ya la forma fusiforme perfecta y la válvula en cabeza, existiendo tipos con cordaje adecuado para la suspensión de dos barquillas para lo cual en su parte anterior hay un orden más de patas de ganso.

Se construyen para el uso de la Marina de guerra tipos análogos con algunas diferencias, siendo más fuertes las telas y cuerdas empleadas en la confección.

En agosto de 1917 apareció el globo italiano, debido al mayor de Ingenieros Avorio, jefe del Servicio Aerostático italiano, y al ingeniero Prassone, de la Sociedad de Construcciones Aeronáuticas de Italia, que aunque tiene muchos puntos comunes con el *Caquot*, presenta diferencias esenciales. Existen dos tipos: de forma elipsoidal y de forma ovooidal, ambas con un apéndice cónico para darle la forma de mínima resistencia a la penetración. Los tipos primitivos ofrecían la particularidad de que la barquilla se enlazaba a la retención, lo que era un inconveniente para el uso de los paracaídas y aumentaba las oscilaciones de aquélla. Los actuales han corregido este defecto, suprimiendo el enlace indicado. El tipo *Avorio-Prassone* ha sido adoptado por nuestra Marina de guerra.

Ambos tipos, *Caquot* y *Avorio-Prassone*, se emplean en el Servicio Aerostático español desde los años 1918 y 1922, respectivamente, habiendo trabajado, en el polígono de Guadalajara y otros puntos, con velocidades de viento de 80 kilómetros-hora.

Relegado al olvido el antiguo *Sigsfeld-Parseval*, admirablemente estudiado y descrito por el coronel Rojas en su obra *Servicio Aerostático Militar*, no existe en la actualidad obra ni folleto en español donde pueda adquirirse idea de cómo están constituidos estos aeróstatos, con el consiguiente trastorno para el personal, de todas clases, que acude a nuestro Servicio de Aerostación, y se vé forzado a adquirir su conocimiento ante el material y con explicaciones verbales. Y si ello no es cómodo para la instrucción de los oficiales, mucho menos lo es para la de las clases de tropa que, sin aptitudes para traducir el francés, inglés e italiano, carecen de todo recurso para solventar sus dudas.

No pretendemos con nuestro trabajo, exclusivamente descriptivo, otra cosa que presentar, con todo el detalle que nos ha sido posible, la constitución y funcionamiento de los distintos órganos, tratando de continuar la labor que llevó a cabo el ilustre jefe que antes citamos, conseje-

(1) Nuestro Servicio Aerostático posee los tipos «S R» (Spencer Hermanos) y «N R» (National Company).

ro imprescindible de nuestros aerosteros durante doce años en el Servicio de Aeronáutica Militar. Si ello resulta de utilidad y facilita la labor a los que han de emplear el material, nuestras aspiraciones se verán harto satisfechas.

I

Descripción y funcionamiento del globo «Caquot», tipo «R».

El globo francés *Caquot*, tipo «R» (1), aparece en las fotografías de las figuras 1 y 2, que presentan sus vistas laterales, derecha e izquierda, y en las de las 3 y 4, en las que se aprecia la cabeza y la popa.

Las figuras 5, 6 y 7, muestran tres proyecciones verticales del mismo, presentando la primera la cabeza, la segunda la popa y la tercera el conjunto en sentido longitudinal.

El peso total del aeróstato, con el equipo completo, es de unos 400 kilogramos. La altura media que en nuestro país puede alcanzar sobre el terreno, es de 1.600 a 1.700 metros.

Para la descripción detallada que efectuamos, dividiremos el conjunto del aeróstato en tres partes:

- 1.^a Envuelta o cuerpo del globo.
- 2.^a Cordajes.
- 3.^a Barquilla.

Cada una de las cuales comprende, a su vez, distintas porciones y elementos que, por separado y por el orden más conveniente, iremos tratando.

Primera parte: Envuelta o cuerpo del globo.—La envuelta o cuerpo del globo representada en corte vertical en la figura 8, afecta la forma fusi-forme, tiene una longitud de 28,50 metros y presenta su máxima sección transversal, de 8,50 metros de diámetro, a unos 7 de distancia de la cabeza.

Todas sus partes están formadas por la unión de piezas de tela cauchotada, de formas convenientes y variadas, según el lugar, y de colores verdes y terrosos, con objeto de que el conjunto no destaque fácilmente cuando se proyecta sobre el terreno. También se emplean de un color uniforme parecido al del aluminio, pero más bien parece conveniente este colorido para las telas de los aeróstatos destinados al uso de la Marina. Las distintas piezas de tela, llamadas *paños*, se unen entre sí por

(1) Se describe el tipo exacto que emplea el Servicio Aerostático español.

sus bordes con costura doble, cubierta por ambos lados con cinta de tela cauchotada fuertemente adherida, lo que asegura la estanqueidad.

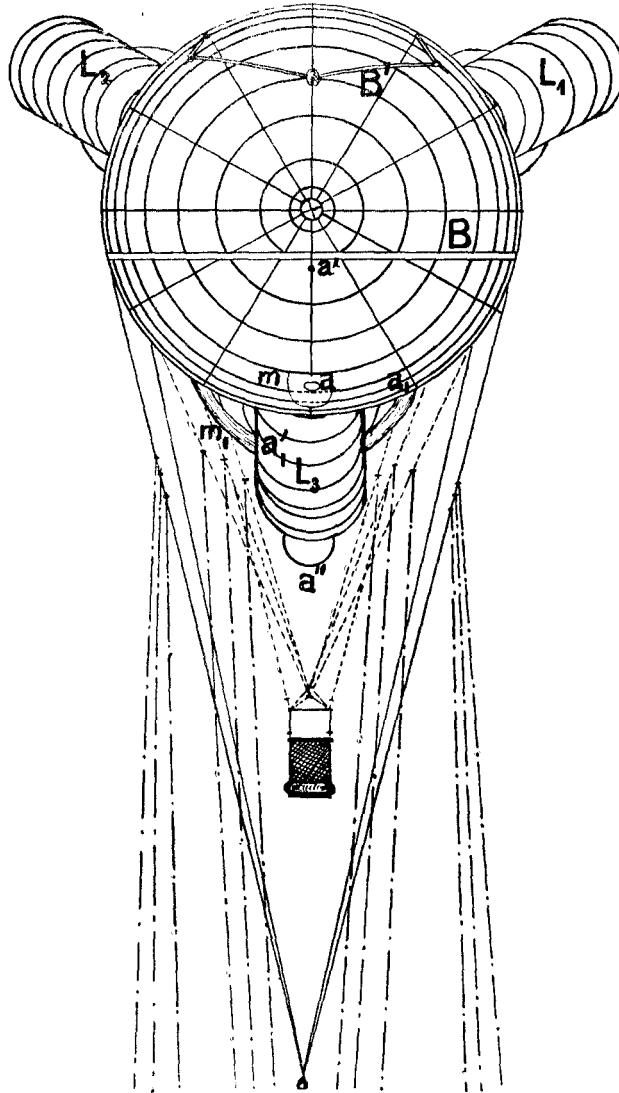
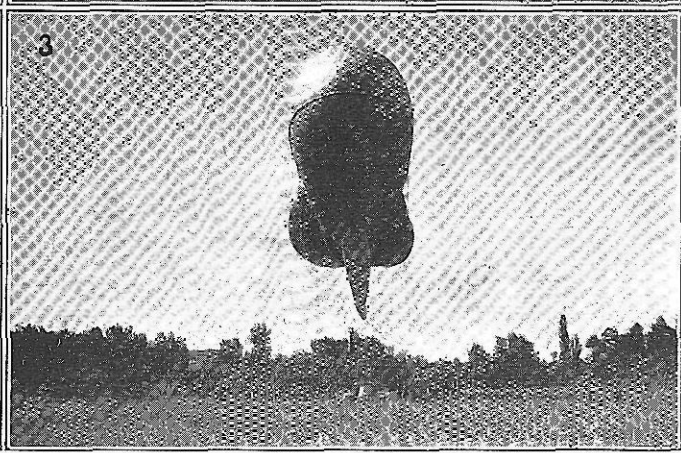
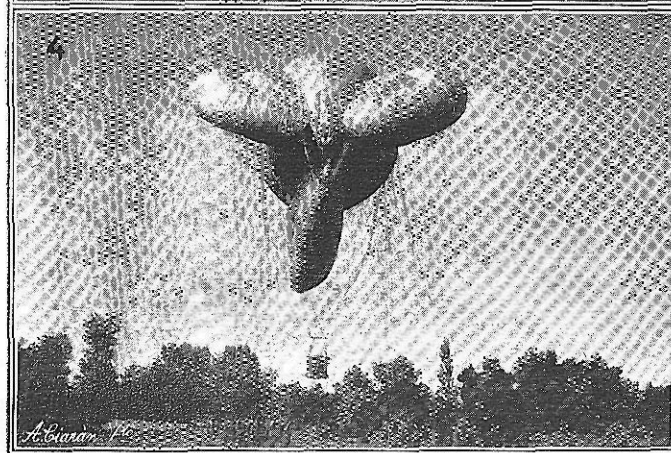
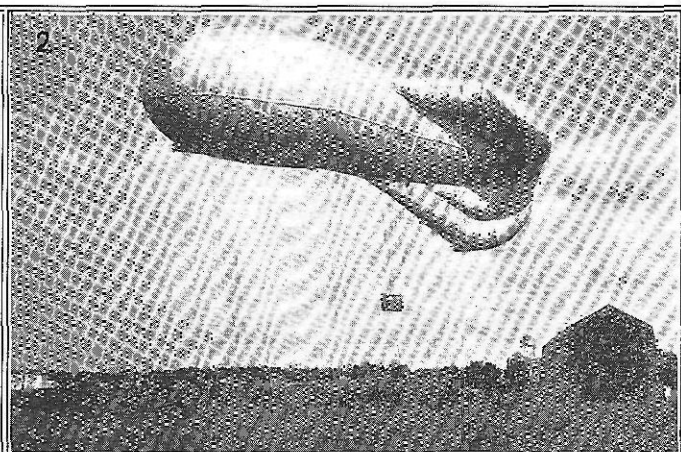
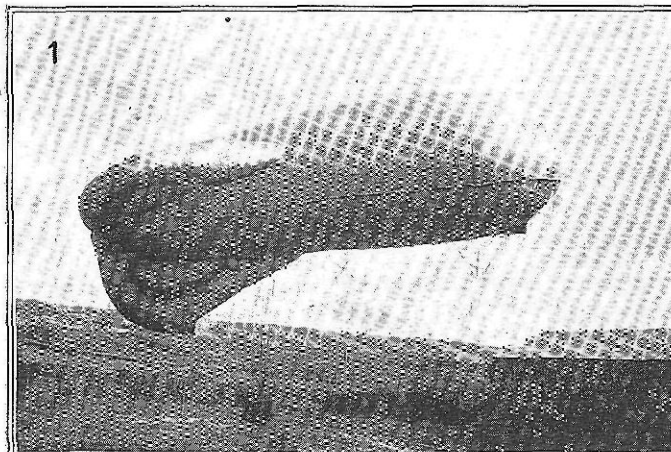


Fig. 5.

Comprende el cuerpo del globo tres partes principales:

- 1.^a La cámara de gas.
- 2.^a La ídem de aire.



A. Curran, Inc.

3.^a El sistema estabilizador.

Sucesivamente vamos a ocuparnos de ellas, indicando los elementos de cada una, su objeto y su modo de funcionar.

1.^a *Cámara de gas.*—El cuerpo del globo C o envuelta (fig. 8), está dividido en dos porciones por una membrana que lleva en su interior, cuyo perímetro está unido, de manera perfecta, a la tela del mismo, siguiendo el contorno que proporcionaría la intersección con la envuelta, de un plano perpendicular al vertical del eje longitudinal LL' de la

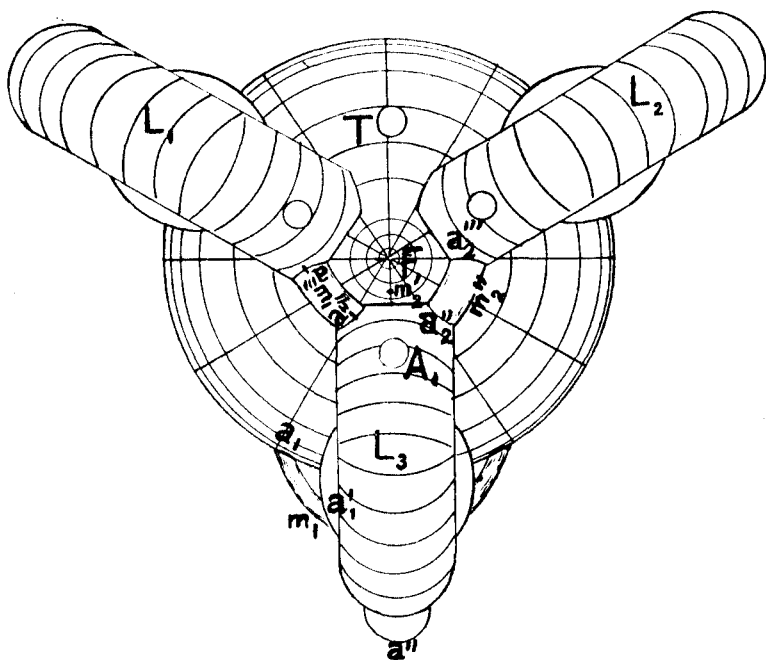


Fig. 6.

misma (es decir, al vertical de simetría) y que estuviera determinado por una recta contenida en este último, cuyos extremos E y E' , situados en la envuelta, distasen, respectivamente, 1,10 y 2 metros de los extremos L y L' del citado eje longitudinal. Esta membrana, de tela cauchotada, se llama *diafragma* y afecta forma análoga a la porción inferior, de las dos en que divide a la envuelta, pudiendo, por tanto, oscilar libremente y hacer así variable el volumen de los dos compartimientos en que el cuerpo del globo C queda dividido. En la figura 8 se señala el diafragma D en sus dos posiciones límites, superior D' e inferior D'' y en una cualquiera, la D , de las infinitas intermedias que puede adoptar.

En la posición límite inferior D'' del diafragma, la máxima distancia

que puede medirse entre su superficie, y la inferior de la envuelta es de 10 centímetros.

El compartimiento superior G , de los dos en que el diafragma D di-

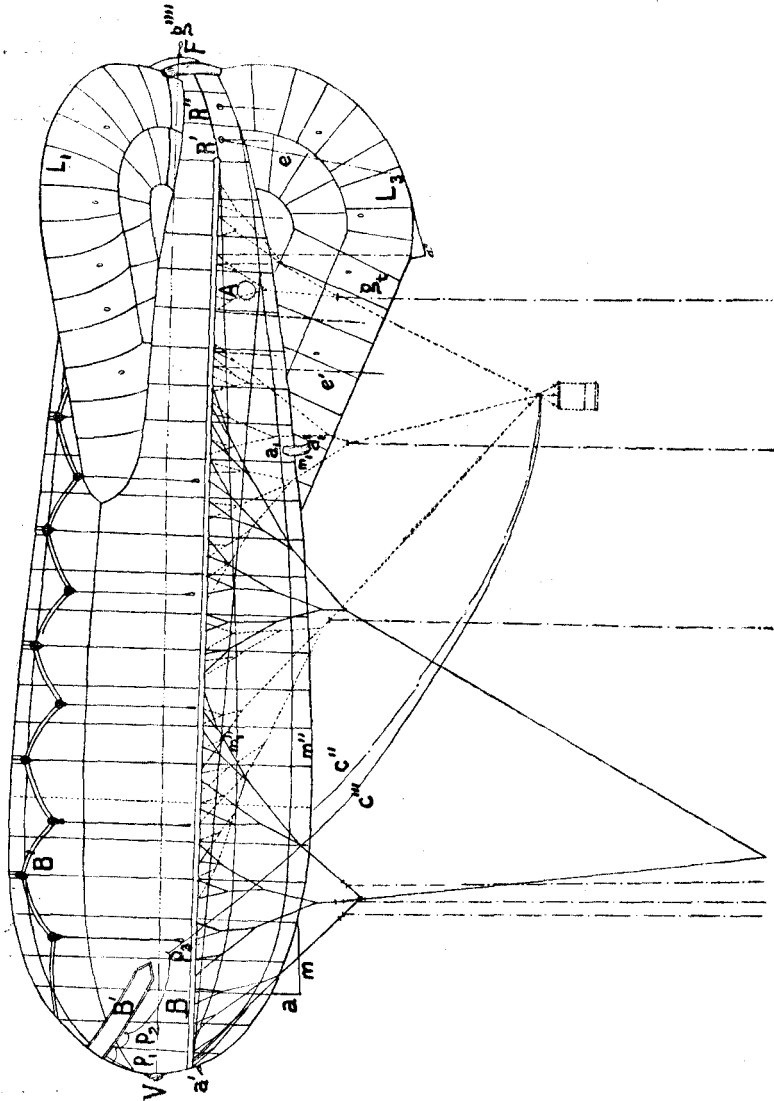


Fig. 7.

vide al cuerpo del globo, está destinado a contener el gas, y toma, por esta razón, el nombre de *cámara de gas*, siendo su volumen aproximado de 1.000 metros cúbicos.

Toda la envuelta de la cámara de gas, es decir, la porción del cuerpo de globo que de ella forma parte y el diafragma, está formado de tela doble cauchotada, de 1.000 kilogramos de resistencia a la tracción por

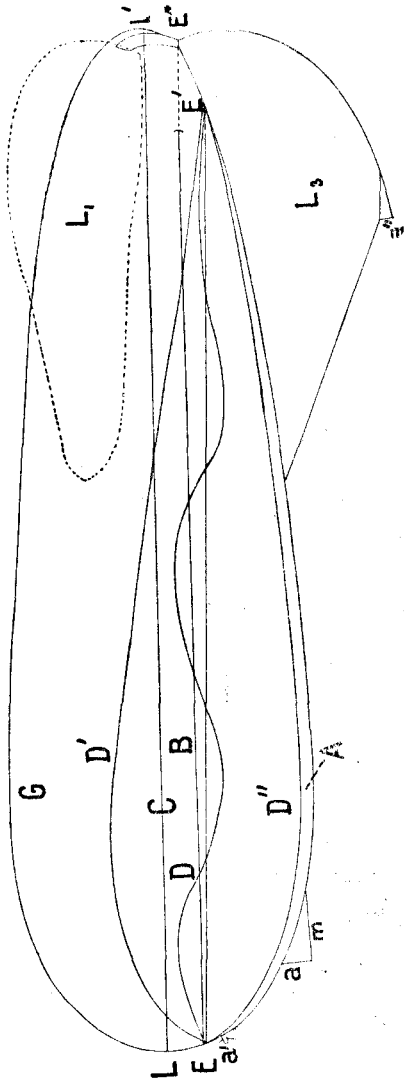


Fig. 8.

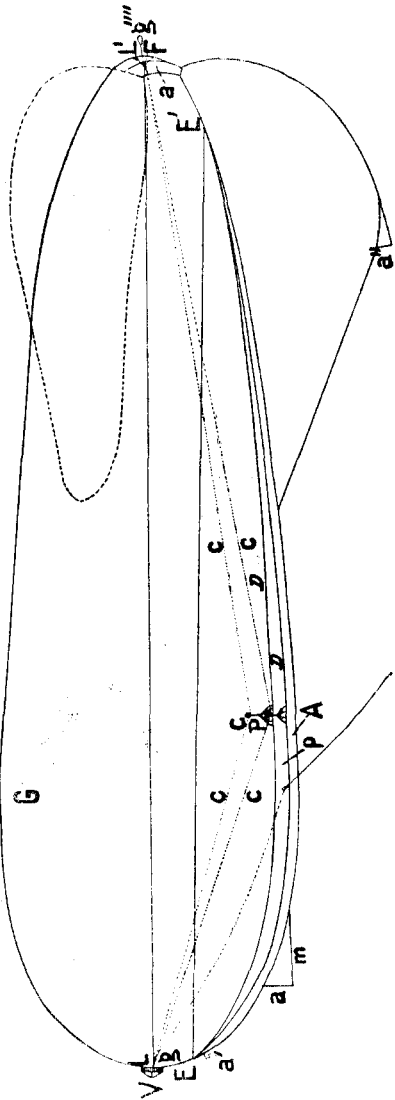


Fig. 9.

metro lineal, de unos 350 gramos de peso por metro cuadrado, suficientemente impermeable para no dejar escapar el gas o aire a 0,4 atmósferas de presión, y capaz, también, de resistir presiones hasta de 0,6 at-

mósferas sin romperse. En los extremos *L* y *L'* del eje longitudinal del cuerpo del globo (comprendidos ambos en la porción de envuelta que

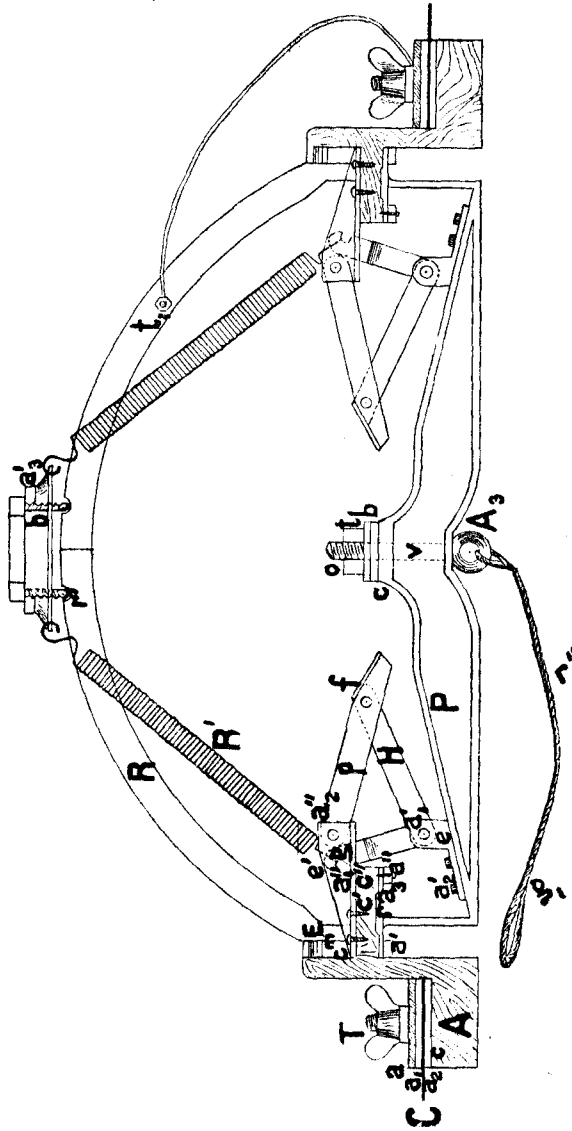


Fig. 10.

forma parte de la cámara *G* de gas), están situadas la *válvula V* (fig. 9) y la *falsa válvula F*.

La *válvula V* está situada en cabeza, teniendo por centro el extremo

anterior L del eje longitudinal; es del tipo de platillo y está representada en corte vertical en la figura 10, siendo la 11 una fotografía del conjunto y forma en que está dispuesta en el globo. Se compone de un aro A de madera, cubierta de tela cauchotada, de la sección, de forma especial, que en la figura puede apreciarse. Entre su cara anular plana c y un aro a de aluminio, se aprisiona fuertemente, por medio de 12 tornillos T con tuerca de mariposa, el borde de la abertura circular, que la envuelta presenta sólidamente reforzado por una banda anular de tela cauchotada y agujereado convenientemente para el paso de los tornillos T , corona reforzada que recibe el nombre de *collar de la válvula*, C en la figura, y que apoya, tanto en el aro a como en la cara c , por intermedio de aros de goma a_1 y a_2 . Un platillo P , constituido por dos chapas circulares de aluminio, de la sección que indica la figura, apoya fuertemente sus bordes sobre un rebajo r que ofrece la cara c' del aro A , por intermedio de un aro de goma a_3 , análogo a los a_1 y a_2 , que se mantiene adaptado a la superficie de la cara c' , gracias a dos aros metálicos a' y a'' , sólidamente atornillados al aro A en ese lugar. Cuatro horquillas metálicas H , de ramas acodadas, y cuyas patas terminan en pequeños ganchos g , se unen al platillo P por medio de escuadras e , de forma conveniente, a cuyas alas a'_1 van articulados los codos de sus ramas, estando las otras alas a'_2 , sólidamente atornilladas al platillo P .



Fig. 11.

Las citadas horquillas H se unen al aro A , también por intermedio de análogas escuadras e' , atornilladas por sus alas a''_1 a la cara c'' de éste, y articuladas por las a''_2 a los extremos de piezas p , que por sus otros extremos lo son, asimismo, a los f de las ramas de las horquillas. En la parte superior existe una cruceta metálica de ramas R curvas, retorcidas en sus extremos para formar escuadras E , cuyas alas se atornillan a las caras c'' y c''' del aro A , y cuyas ramas presentan, a 2,5 centímetros del punto de cruce, unos pequeños rebajos r' , donde encaja un cilindro hueco de bronce b , de 4 centímetros de altura y 5 de diámetro en su

base, roscado exteriormente, sobre el que atornilla un aro a_3 , también metálico, del que parten cuatro resortes R' de 18 centímetros de longitud, de alambre de acero de 1,5 milímetros de diámetro, en espiral de 1,5 centímetros de diámetro de espira, que enganchan por sus otros extremos en los ganchos g , antes citados. El platillo P presenta en el centro un orificio o , de unos 3 centímetros de diámetro, bien reforzado; en el que ajusta un vástago v de hierro, que termina roscado por su parte superior, sobre la que ajusta una tuerca t que apoya sobre las arandelas de bronce b y goma c , y por su parte inferior, en un anillo A_3 , al que está unido un ramal de cáñamo r'' , que termina en gaza g .

La disposición que acaba de explicarse, pone bien de manifiesto el funcionamiento del aparato que nos ocupa. La tensión de los resortes R' ; que tiran de los ganchos g , poniendo en juego el sistema articulado ya descrito, mantiene los bordes del platillo P fuertemente apoyados sobre la cara c' del aro A , no logrando el gas encontrar salida hasta que se ejerce sobre el anillo A_3 la tracción necesaria para vencer la acción de dichos resortes, en cuyo caso el sistema articulado actúa en sentido contrario y el platillo se separa del aro A , sin bascular, volviendo a su primitiva posición apenas cesa el esfuerzo de tracción sobre la gaza g .

La válvula pesa unos 8,5 kilogramos, siendo 0,40 metros el diámetro del platillo. En condiciones normales, lo que depende principalmente del estado de los resortes, la válvula comienza a abrirse con un esfuerzo en

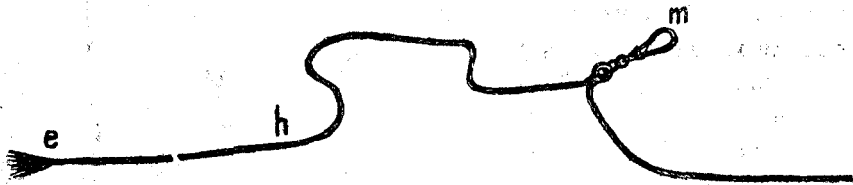


Fig. 12.

la gaza de 8 kilogramos, siendo 3 centímetros la separación del platillo y aro para un esfuerzo de 25 kilogramos.

En una de las ramas de la cruceta, existe un pequeño juego de tornillo y tuerca que la atraviesa t_1 , y sirve de casquillo para la unión del *pararayos*. Este (fig. 12), consiste en un hilo metálico recubierto h , que establece la unión eléctrica de la cruceta y el aro a , por los tornillos t y uno de los T . El hilo h se prolonga unos 6 metros, terminando en una escobilla e de gran número de hilos de cobre (o en un peine de gran número de púas), y presenta en m un mosquetón para unirlo a otra de las ramas de la cruceta, impidiéndose con ello, que el peso pueda desconec-

tar el hilo en alguno de los contactos. Los dos aros metálicos a' y a'' , se unen eléctricamente entre sí y con el aro a , por alambres conductores embutidos en la madera de A (1).

Gracias a esta disposición, todas las partes metálicas de la válvula están unidas eléctricamente a la escobilla e y cuando el globo descende, se descarga progresivamente por ella, adoptando el potencial eléctrico de las capas porque va pasando, hasta tomar el de tierra al llegar a ésta.

La figura 13 es una fotografía de la *caperuza*, armazón de alambre, forrada de tela cauchotada, en forma de paraguas, y que termina inferiormente en una parte cilíndrica que se adapta al aro de la válvula. El metal de la armadura se prolonga horizontalmente y presenta unos agujeros por donde se pasa una cinta o cuerda, que sujeta la caperuza a la válvula. Se emplea cuando el globo se acampa y para conservar la válvula en el almacén o parque.

A la gaza g (fig. 10) se enlazan, respectivamente, la *cuerda de maniobra voluntaria de la válvula* y el *cable de funcionamiento automático de la misma*, por medio de otras g' y g'' en que terminan ambas.

La primera, es una cuerda de cañamo de 1 centímetro de diámetro, pintada de color azul, para impedir su confusión con ninguna otra, y atraviesa la tela de la cámara de gas para salir al exterior, haciéndolo por la llamada *pieza de paso de la cuerda de maniobra voluntaria de la válvula*. Está consti-

tuida esta pieza de paso, por un cilindro hueco c , de aluminio (fig. 14), de unos 5 centímetros de diámetro de base, que atraviesa la tela del globo y termina por el interior de la cámara de gas en un platillo P de unos 10 centímetros de diámetro, y por el exterior ofrece una parte roscada, donde atornilla un anillo a , también de aluminio, que com-

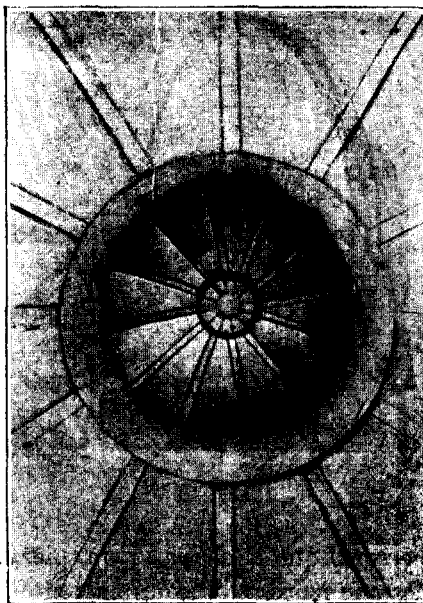


Fig. 13.

(1) Esta disposición ha sido adoptada en nuestro Parque Aerostático, pues, sin duda, no han tenido los fabricantes en cuenta los aros a y a' al efectuar la unión eléctrica de todas las piezas metálicas de la válvula.

prime contra el platillo *P*, y por intermedio de una arandela de goma *g* y otro platillo *P'*, análogo al *P*, el borde de la abertura practicada en la tela. Un tapón de goma *T*, agujereado en toda su altura para dar paso a la cuerda de la válvula, a rozamiento fuerte, tapona el cilindro *c*, y la cuerda de la válvula presenta una pinza *p* que se introduce en un asa *a'* que con ese objeto lleva el anillo *a*. De esta manera, se evita que la cuerda pueda accionar involuntariamente la válvula, ya que para ello precisará desprender la pieza *p* mediante un esfuerzo preliminar de tracción, maniobra, por otra parte, fácil de efectuar desde la barquilla, hasta la que se prolonga la cuerda *c''* que está siempre al alcance del

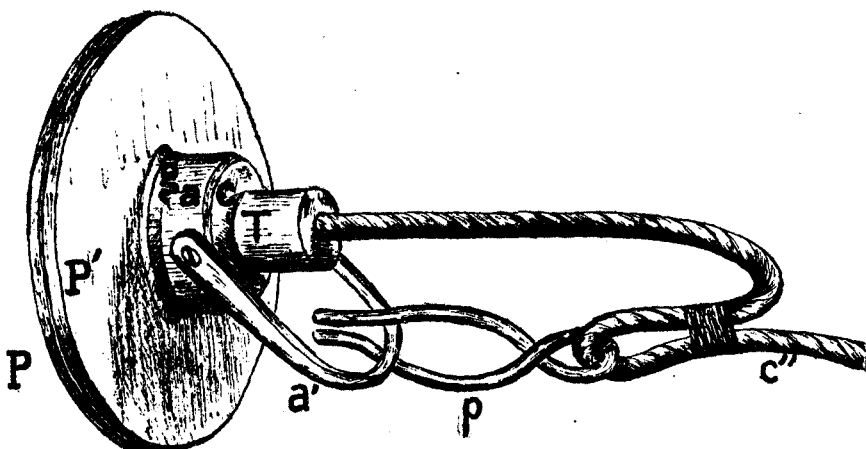


Fig. 14.

personal que la ocupa. Esta pieza de paso está situada en *p* (fig. 9), al costado izquierdo, próximamente en el centro, y en dicho lugar se halla la tela reforzada en un círculo de 15 centímetros de diámetro.

El cable de funcionamiento automático de la válvula *c* (fig. 9) es de acero, recubierto de cáñamo alquitranado, y pasa por una pequeña polea *p* (figs. 9 y 15), de aluminio, de unos 3 centímetros de diámetro, sujeta por un estribo *e*, también de aluminio, que a su vez, es *guardacabo* de un cable de 50 centímetros de largo, idéntico al *c*, que se empalma por una gaza *g* a otra *g'* de cáñamo, de la que parten ocho cuerdas de cáñamo de 6 milímetros de diámetro y 25 centímetros de longitud, formando pirámide y uniéndose sus extremos a cazonetes *c''* que entran en ojales *h*, practicados en una banda *B*, doble circular de 0,7 metros de diámetro, y cosida fuertemente al diafragma, cuyo centro se halla sobre el eje longitudinal del mismo y a 9 metros de su extremo anterior. Continúa el ca-

ble *c*, pasando por un anillo *a* (fig. 16) de aluminio, de 1,5 centímetros de diámetro, cazonete de una gaza de cáñamo *g*, de la que parten ocho cuerdas de cáñamo *c'*, de 6 milímetros de diámetro y 16 centímetros de longitud, que con los cazonetes *c'* y la banda reforzada *B*, de 70 centíme-

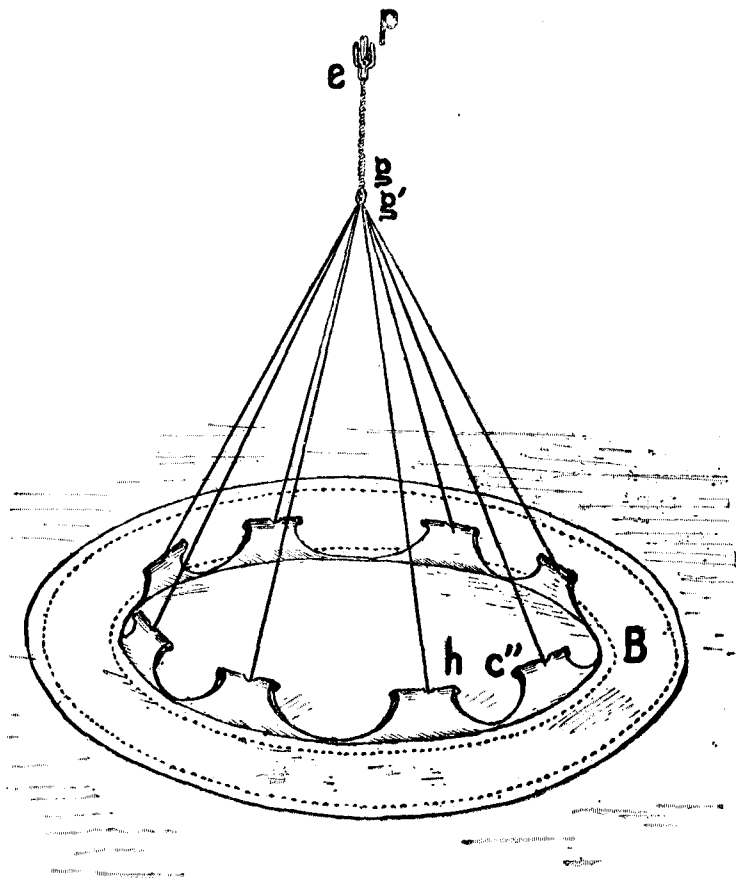


Fig 15.

tros de diámetro, constituyen un sistema llamado la *falsa válvula*, que es análogo al que se acaba de describir para unir la polea *p* al diafragma. Después de su paso por el anillo *a*, sigue a lo largo de una pieza de plomo *h* (fig. 17), cilíndrica, de 3 centímetros de largo por 2 de diámetro, fija a él, merced a dos tornillos *t* y *t'* de presión, y que tiene por objeto impedir que el cable se salga del anillo *a*. Por último, el cable *c* sale al exterior por una pieza de paso *p* idéntica a la descrita para el paso de la

cuerda de maniobra voluntaria de la válvula (fig. 17), terminando finalmente en una gaza g''' . La figura 18 presenta el detalle de la unión llamada por *bastoncillo* de las cuerdas a la tela.

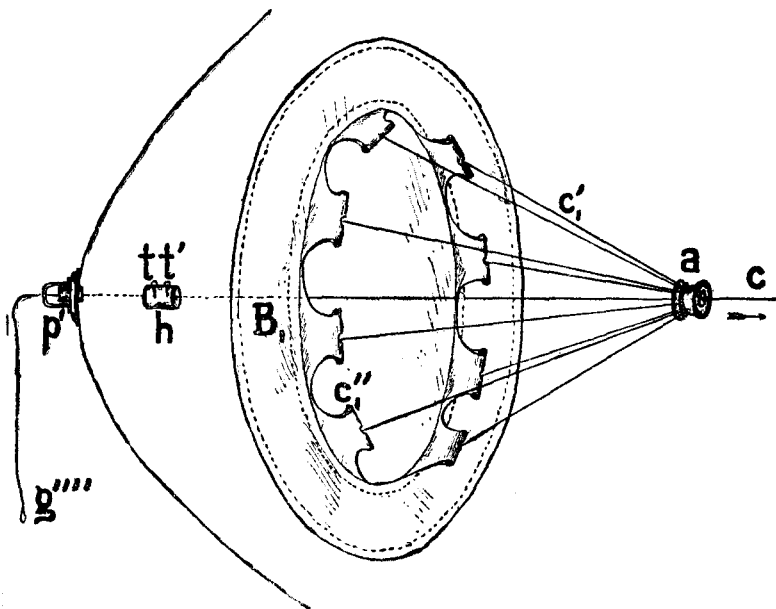


Fig. 16.

El funcionamiento de la válvula V , es automático gracias a este ca-

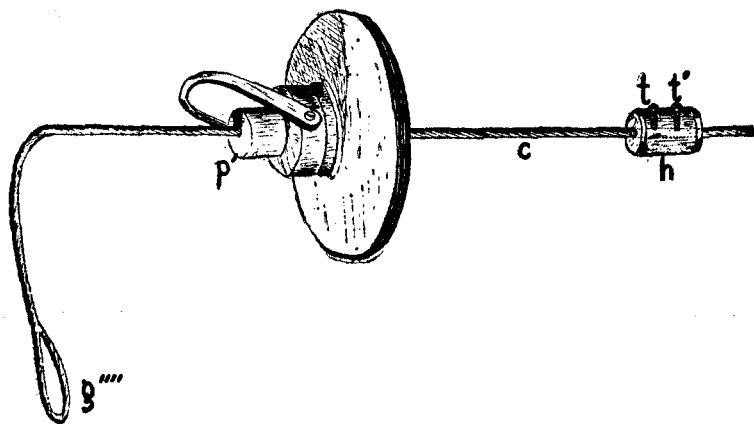


Fig. 17.

ble c . En efecto, cuando el aeróstato sube y por disminuir la presión exterior, aumenta la que en el interior de la cámara de gas se ejerce, el dia-

fragma D (fig. 9) que, por efecto de dicho aumento de presión, habrá ido tendiendo cada vez más a adaptarse a la porción inferior de las dos en que divide a la envuelta, arrastrará tras sí la polea p , haciendo disminuir el ángulo gpa y aumentar, por tanto, la tracción que se ejerce en g , hasta ocasionar la apertura de la válvula. Se comprende que, asignando conveniente longitud al cable c , podrá lograrse que la apertura de la válvula tenga lugar en el momento en que la presión llegue a un límite que la seguridad de la tela aconseje no exceder. Conseguido esto, el gas escapará por la válvula, disminuyendo la presión hasta que, funcionando el sistema indicado de modo contrario y perdida la tensión del cable c , los resortes R' (fig. 10) de la válvula atraerán el platillo y la cerrarán.

Es, pues, muy importante el fijar antes de la ascensión la longitud adecuada al cable c , para el funcionamiento automático de la válvula en el momento conveniente, lo que se consigue efectuando varios tanteos, pudiendo tener lugar esta operación antes o después de llenar de gas la cámara G , como después indicaremos.

Siguiendo, a lo largo de la envuelta, el contorno que proporcionaría la intersección de la misma con un plano perpendicular al vertical de simetría del globo y paralelo al eje longitudinal del cuerpo del globo LL' , a una distancia de 1 metro por debajo del mismo, se encuentra fuertemente cosida una tira, muy reforzada, de tela cauchotada, de 15 centímetros de anchura, de la que parten los sistemas de cordaje más importantes, según después veremos. Esta tira se llama *banda de amarre* o *ralinga*, y está protegida por otra de tela sencilla, que la cubre y va suelta por su lado inferior, impidiéndose así que puedan sufrir enganches, mojaduras, etc., los elementos de que la primera es portadora. A cada lado de la envuelta y en la prolongación de la banda de amarre se encuentran, espaciados en 0,75 metros, dos refuerzos circulares de 0,15 metros de diámetro, destinados al arranque de algunos elementos del cordaje, que al tratar de éste especificaremos. En las figuras 5, 7 y 8 aparece la banda de amarre B y en la 7 los refuerzos circulares R y R' .

A 1 metro por debajo de la relinga y 6,70 metros de distancia de la falsa válvula, presenta la cámara de gas, en su costado izquierdo, una abertura A circular, de 0,65 metros de diámetro, reforzados sus bordes por una corona de 15 centímetros de anchura, de la que parte una manga de 1 metro de longitud, llamada *apéndice de inflación* (fig. 7). Al apéndice de inflación se empalma la manga de inflación cuando se procede a

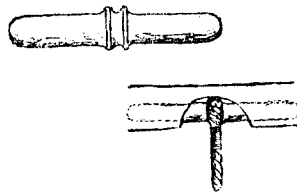


Fig. 18.

llenar la cámara G (fig. 8) de gas o de aire, y cuando dicha cámara está inflada, se estrangula el apéndice valiéndose de una cinta o correa, y se cubre con un tapabocas circular, de tela doble cauchotada, que se une por medio de correas y hebillas a la corona de refuerzo.

La figura 19 presenta con detalle la disposición del apéndice de inflación abierto y cerrado.

En el mismo meridiano que la falsa válvula y 3 metros por encima de la misma, se encuentra el *apéndice de transvase* T (fig. 6), idéntico en magnitud, forma y disposición al de inflación (1).

Unos cuatro metros por encima de la válvula e inclinada próximamente 45 grados sobre la banda de amarre, presenta la cámara de gas una abertura rectangular B' (fig. 7) de 5,50 por 0,25 metros, reforzada por sus bordes en una anchura de 20 centímetros. A estos bordes se cose cubriendo la costura con cinta de tela cauchotada bien pegada, la llamada *banda de desgarré*, que es también de tela doble cauchotada. Su extre-

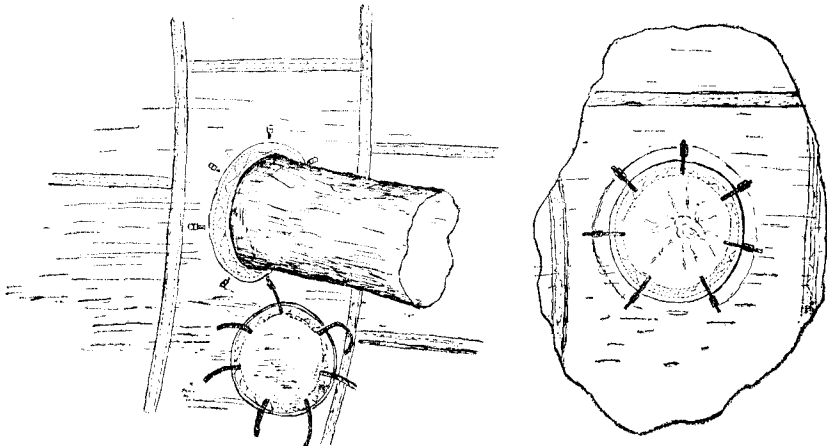


Fig. 19.

mo e (detalle en la figura 20) se afianza por medio de una pequeña cinta c , que se pega en cruz y ofrece un ojal o donde entra el cazonete c'' de un ramal r que se empalma, por medio de gazas g y g' , a la *cuerda de maniobra de la banda de desgarré* c''' , que es de cáñamo, de 1 centímetro de diámetro y de color rojo, para que sea difícil confundirla en cualquier momento. Espaciadas convenientemente, lleva tres pinzas, como la p_1 , que se unen a otros tantos anillos de aluminio A_1 , que están sujetos por

(1) Esta disposición ha sido introducida en los globos *Caquot* que posee el Parque de Guadalajara, por las dificultades que ofrece la operación de transvase, cuando se efectúa por el apéndice de inflación.

dos gazas cruzadas, como las g_1 y g_1' , que por medio de círculos de refuerzo c_1 , de 0,15 metros de diámetro, se unen a la tela de la envuelta. Los anillos están situados en la dirección de la banda de desgarre, y a 0,50 y 1 metro, respectivamente, delante de ella los dos primeros, y 0,10 detrás el tercero. La cuerda de maniobra c''' continúa hasta la barquilla, constituyendo las pinzas una triple seguridad de que no ha de producirse un desgarre involuntario, puesto que para actuar en la banda precisará anteponer tres esfuerzos preliminares capaces de zafar dichas pinzas de sus anillos correspondientes.

Para hacer posible su vigilancia interior posee la cámara de gas dos mirillas m'_1 y m'_2 (figs. 7 y 6), cuyo detalle se aprecia en la figura 21. En

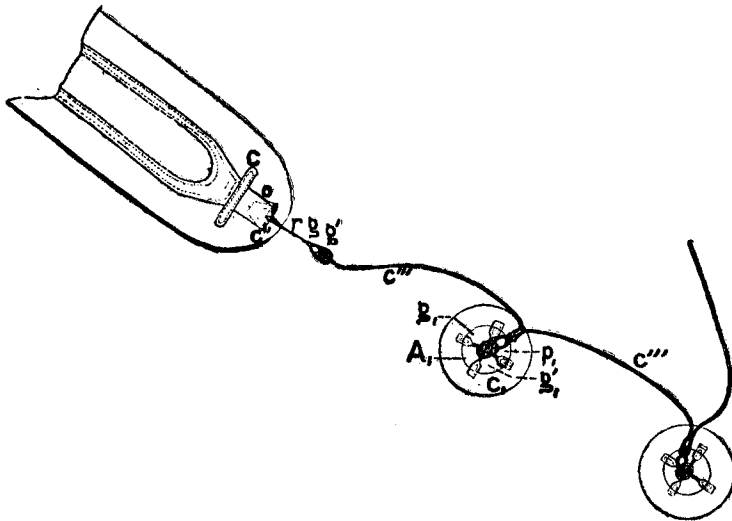


Fig. 20.

un círculo de refuerzo de 15 centímetros de diámetro existe una abertura circular cubierta con talco t , estando éste y los bordes de la tela aprisionados por dos aros de aluminio A , de 5 centímetros de diámetro interior, que se adaptan fuertemente por seis tornillos t .

La mirilla, cuando no se usa, está cubierta por una tapa T de tela doble cauchotada que se abotona en a .

De las dos mirillas, una, la m'_1 , está situada al lado izquierdo, a 11 metros de la válvula y a 40 centímetros por debajo de la banda de amarré. La otra, la m'_2 , lo está en popa, 60 centímetros debajo de la falsa válvula y 15 centímetros desviada hacia la derecha.

Al lado derecho y a 16 metros de distancia de la válvula y 20 centí-

metros sobre la banda de amarre, existe una pieza de paso idéntica a las

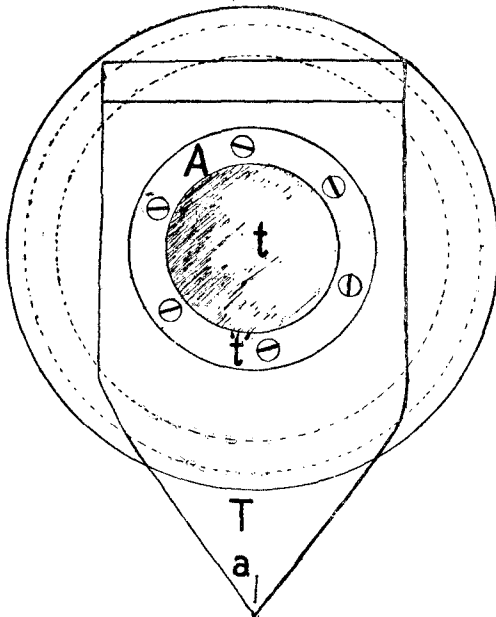


Fig. 21.

p y p' que ya hemos visto (detalle en la figura 22), en la que enchufa un tubo t acodado, de aluminio, terminal de un tubo manométrico de goma t' que se prolonga hasta la barquilla.

Sobre la parte superior de la cámara de gas y formando (figs. 5, 7 y 23) un polígono simétrico con respecto al plano de simetría del aeróstato y de la forma que en dichas figuras aparece, va una banda de lona B' bien reforzada, cosida y con las costuras cubiertas por cinta-tapajuntas. En cada uno de los 16 vértices del polígono, presenta círculos de refuerzo de 20 centímetros de diámetro, con el ob-

jeto que veremos al tratar del cordaje. Este polígono se llama *banda de anclaje*.

2.^a *Cámara de aire*.— El compartimiento inferior A (figs. 8 y 9) de los dos en que el diafragma D divide al cuerpo del globo, está destinado a contener aire y es llamado por esto *cámara de aire*.

La porción de envuelta que forma parte de esta cámara, está formada de tela cauchotada sencilla, de 120 gramos de peso por metro cuadrado, suficientemente impermeable para no dejar escapar el aire a 0,1 atmósferas de presión y capaz de resistir sin romperse presiones hasta de 0,3 atmósferas.

En el plano vertical de simetría del cuerpo del globo y a 3 metros de

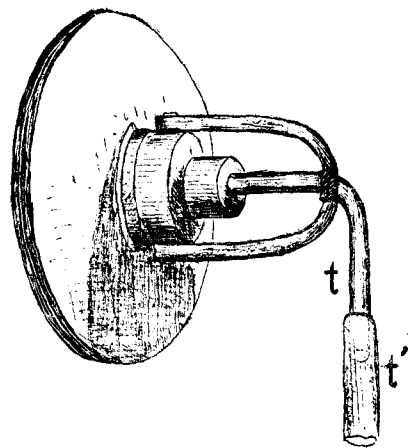


Fig. 22.

distancia de la banda de amarre (en sentido longitudinal), presenta la envuelta de la cámara de aire una abertura circular *a* (figs. 5, 7, 8 y 9) de 0,5 metros de diámetro, reforzada en sus bordes con una corona de refuerzo de 0,10 de anchura. Tiene por objeto, la *entrada automática del*

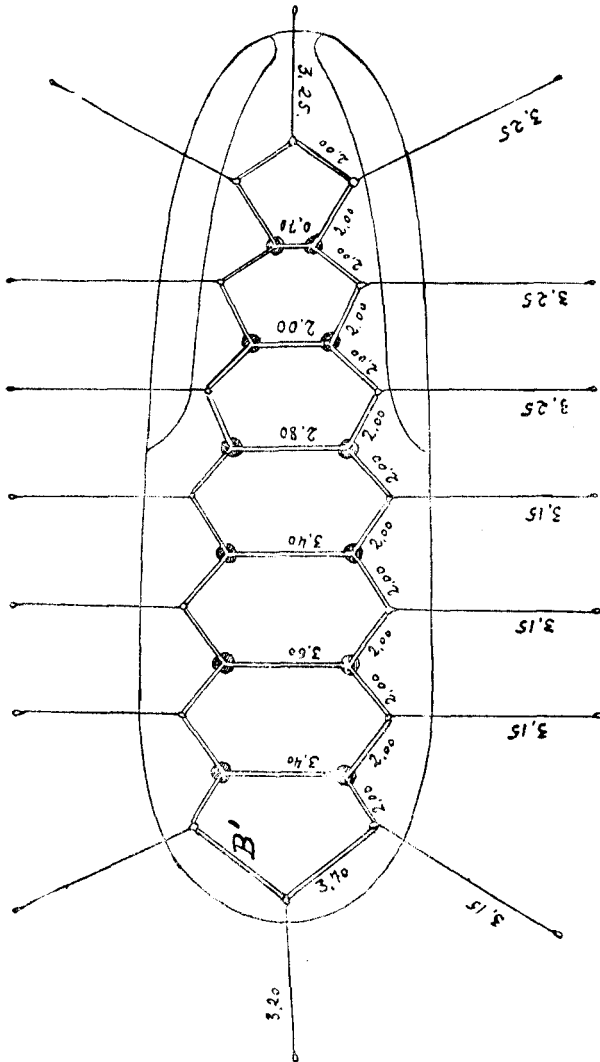


Fig. 28.

aire, que tiene lugar gracias a la orientación que en todo momento presenta el aeróstato, ofreciendo su cabeza a la dirección del viento. Igualmente por ella se efectúa la *salida automática del aire*, cuando por

aumentar la presión del gas que contiene la cámara de gas, tiende a adaptarse el diafragma a la parte inferior de la envuelta, haciendo aumentar la presión interior de la cámara de aire por disminuir su volumen.

La toma de aire se efectúa por una disposición en forma de cangilón, que se ha logrado por la adición de una manga *m* cosida a la tela que rodea la abertura, manga que se recoge cuando el globo está en el aire, valiéndose para ello de un sistema adecuado de cintas o correas. Cuando el globo se ancla, se desatan estas cintas o correas y queda la manga desplegada, obturando la abertura. La figura 24 presenta al detalle esta disposición.

En igual situación y a unos 0,40 metros de la banda de amarre existe otra pequeña abertura circular *a'* (figs. 5, 7, 8 y 9) de unos 6 centímetros de diámetro, con corona de refuerzo y a la que se adapta una pequeña

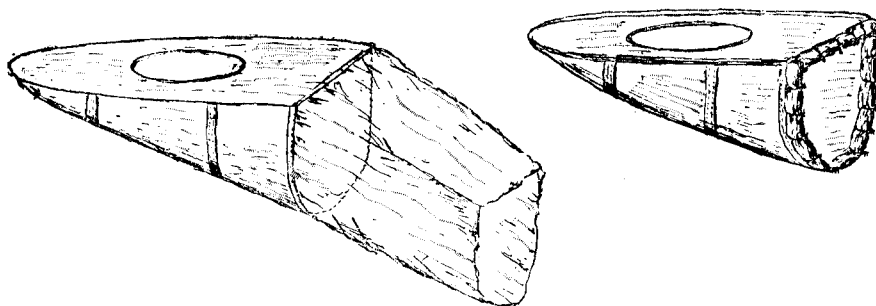


Fig. 24.

manga que puede estrangularse por medio de una cinta cosida ella. Aparece con detalle en la figura 25 y tiene por objeto facilitar la medida de temperatura de la cámara de aire cuando precisa, puesto que permite introducir en su interior un termómetro. Al propio tiempo, constituye un desahogo de dicha cámara con el que puede contarse en caso necesario. La manga permanece cerrada durante la ascensión y abierta en el anclaje.

En el paralelo de la mirilla lateral que hemos visto posee la cámara de gas y a una distancia por debajo de ella de 1,50 metros, se encuentra una mirilla *m''* (fig. 7) idéntica, que desempeña el mismo papel respecto a la cámara de aire que hemos visto desempeña aquella respecto a la cámara de gas.

Situadas, una a cada lado, a 2,50 metros por debajo de la relinga y en el paralelo que dista 10 de la falsa válvula, se encuentran dos aberturas, como la *a*₁ (figs. 5, 6 y 7) de 30 centímetros de diámetro, con sus corres-

pondientes coronas de refuerzo, de las que parten sendas mangas, como la m_1 de 70 centímetros de longitud, que ponen en comunicación la cámara de aire con el sistema estabilizador, en la forma que después veremos.

3.^a *Sistema estabilizador*.—El sistema estabilizador, está formado por tres lóbulos L_1 , L_2 y L_3 de la forma que se ve en las figuras 5, 6 y 7, cuyas proas están situadas en el paralelo, que dista de la válvula 15 metros, y cuyas popas se unen a la envuelta en otro paralelo, que es precisamente el que determinaría el extremo E'' posterior, del eje de la banda de amarre (fig. 8).

Los dos superiores L_1 y L_2 son los *estabilizadores*, y sus planos de simetría forman ángulos diedros de 120° entre sí y con el del lóbulo inferior, que es el mismo que el del globo. Este lóbulo inferior es llamado *timón*.

Los lóbulos están contruídos con tela sencilla, al igual que la cámara de aire, y poseen la forma adecuada a su objeto, gracias a un armazón de cuerdas que llevan en su interior, del que da idea la figura 26, en la que se señalan las cuerdas con trazo lleno e interrumpido, según su diámetro. La figura 27 ofrece el corte transversal de un lóbulo.

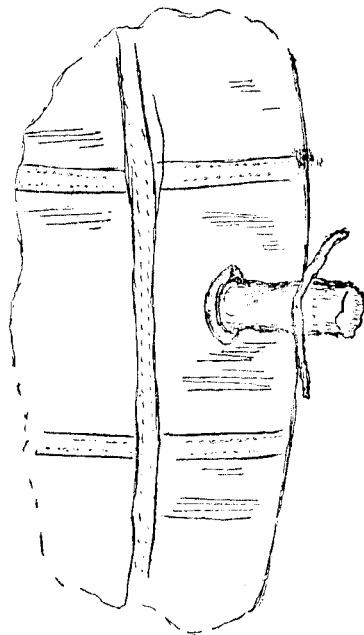


Fig. 25.

Las mangas, como la m_1 de las figuras 5, 6 y 7 de que hemos hablado al tratar de la cámara de aire, terminan en dos aberturas circulares, como la a'_1 , que presenta el timón a , unos 3 metros de la proa del mismo y casi en su unión, por la parte superior, con el cuerpo del globo, aberturas que son de idéntica forma, tamaño y disposición que la a_1 de la cámara de aire.

El timón (figs. 5, 6, 7, 8 y 9), lleva en su parte inferior una abertura para la *entrada y salida automática de aire* a'' , de forma, tamaño y disposición idéntica a la a de la cámara de aire. Presenta, además, dos aberturas circulares, con corona de refuerzo de unos 3 centímetros de diámetro, para el desahogo en caso de necesidad. Una de ellas está situada en la proa y la otra en la parte central en la misma manga de la toma automática de aire a'' . En popa, tiene un apéndice A_1 idéntico en di-

mensionese, disposición y forma al de inflación A que hemos visto al tratar de la cámara de gas, y por encima y a ambos lados del mismo, presenta dos aberturas semicirculares a''_1 y a''_2 , de 0,60 metros de diámetro,

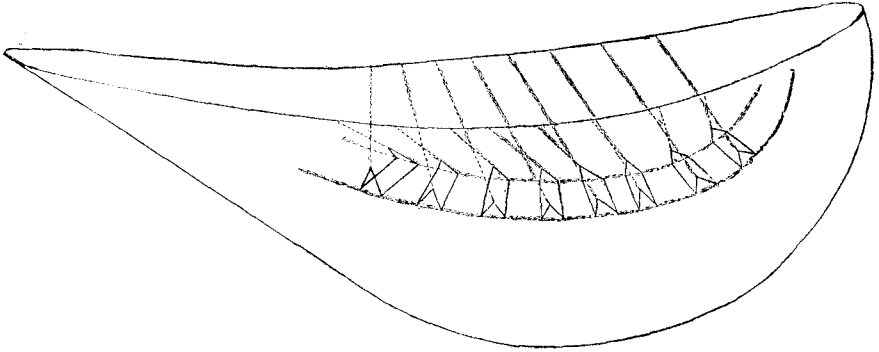


Fig. 26.

con corona de refuerzo, de las que parten dos mangas m''_1 y m''_2 , de 2 metros de longitud, que se adosan a la envuelta y que le ponen en comunicación con los estabilizadores.

Estos poseen al efecto, en sus respectivas popas, dos aberturas a'''_1 y a'''_2 , idénticas a las a''_1 y a''_2 , y en las cuales terminan las mangas m''_1 y m''_2 , siendo ésta y la de no tener toma automática de aire, las dos diferencias únicas que existen entre ellos y el timón.

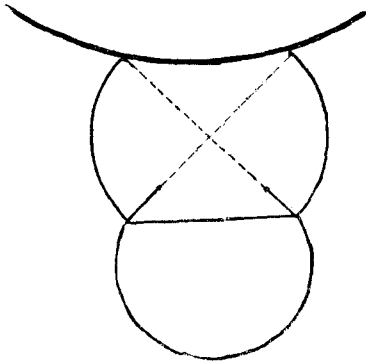


Fig. 27.

Se comprende que durante la ascensión, la orientación que adopta el globo, da lugar al funcionamiento de la toma automática de aire, que llena el timón y, merced a las comunicaciones existentes, los dos estabilizadores.

Para el anclaje, se vacía de aire el sistema estabilizador, lo que se consigue abriendo los apéndices de los tres lóbulos y oprimiendo éstos contra la envuelta, en la forma que al tratar del cordaje veremos. Con dicho objeto, po-

see el timón, a cada lado y espaciadas convenientemente, cinco pequeñas gazas de cáñamo, como la g_t , fijas a la tela en otros tantos círculos de refuerzo, de 15 centímetros de diámetro. Igualmente, los estabilizadores están dotados de disposición análoga, contando cada uno con una

serie de cinco gazas (no visibles en la figura) situadas, precisamente, en sus superficies superiores.

Segunda parte: Cordaje.—El cordaje de este tipo de aeróstato se compone de cinco partes o sistemas distintos:

- 1.^a Cordaje de retención.
- 2.^a Idem de suspensión.
- 3.^a Idem de maniobra.
- 4.^a Idem de anclaje.
- 5.^a Idem de amarre del sistema estabilizador.
- 6.^a Cable de retención; y
- 7.^a Cordaje de transporte y paso de obstáculos, que estudiaremos por este orden.

1.^a *Cordaje de retención.*—Este sistema de cordaje constituye el medio de unión o enlace del cuerpo del globo al cable de retención o a las cuerdas de transporte y paso de obstáculos.

En la banda de amarre anteriormente descrita y espaciadas convenientemente, existen (una a cada lado) dos series de 40 presillas triples, por las que pasan las gazas de otros tantos ramales de cáñamo, de 6 milímetros de diámetro, que de ellas parten. La figura 28 presenta una de estas series, y en ella todo el cordaje de retención se señala con trazo seguido. Las presillas *p* de que hablamos (véase el detalle en la figura 29) son de lona fuerte reforzada con cuerda fina y están sólidamente cosidas a la banda de amarre, ofreciendo la orientación conveniente (distinta para cada una) a la dirección en que obran los ramales que de ellas arrancan.

Cada dos ramales consecutivos, como el r_1 de la figura 28, se unen por medio de nudos, como se aprecia con detalle en la figura 30, constituyéndose así, a cada lado, 20 *patas de ganso*, llamadas *de primer orden*. De los citados nudos parten otros tantos ramales, como el r_2 , de 8 milímetros de diámetro, que a su vez forman de idéntico modo 10 *patas de ganso de segundo orden*, arrancando de sus nudos igual número de ramales como el r_3 , de 12 milímetros de diámetro, que dan lugar a cinco *patas de ganso de tercer orden*, en las que nacen cinco ramales, como el r_4 , de 15 milímetros de diámetro, que terminan en igual número de gazas g_1, g_2, g_3, g_4 y g_5 , destinadas las tres primeras a los cazonetes c_1, c_2 y c_3 de tres ramales de cáñamo, como el r_5 , constituídos como indica el detalle de la figura 31, por cuerda de 20 milímetros de diámetro, quedando hacia su mitad las gazas g'_1, g'_2 y g'_3 y terminando en sus extremos en gazas g''_1, g''_2 y g''_3 . Estas gazas se unen entre sí por el *anillo guardacabos a*, en que termina un cable de acero *C* de 7 milímetros de diámetro. Los dos ramales restantes se unen por un nudo, del que parte el ra-

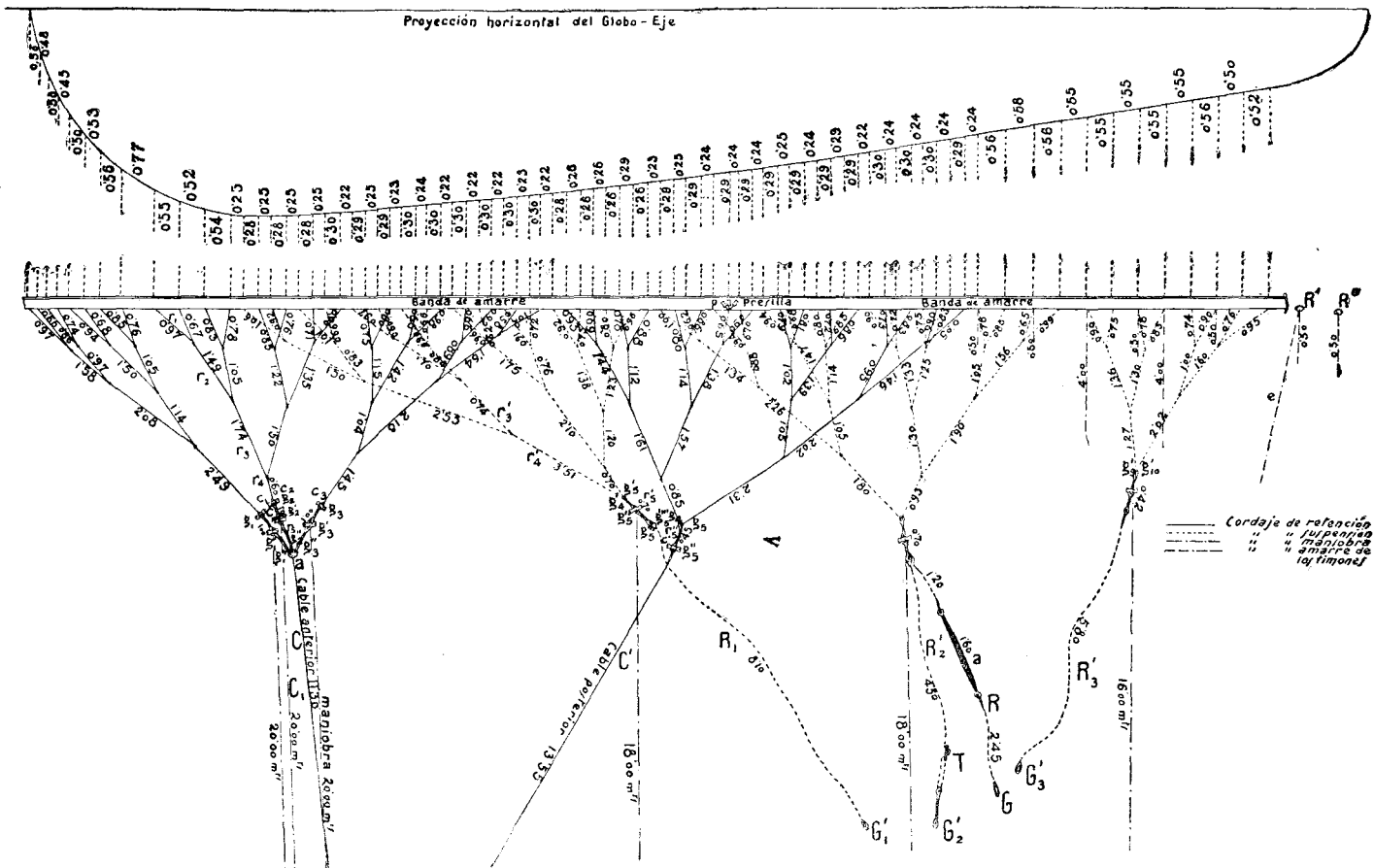


Fig. 28

mal r''_5 , del grueso del r_5 y que termina en gaza g''_5 para el enlace con el cable de acero C' , análogo al C , que presenta un cazonete de bronce c' . Resultan, pues, constituidas así dos patas de ganso de cuarto orden.

La figura 31 presenta también el detalle de la unión de las gazas g''_1 , g''_2 y g''_3 al anillo guardacabos a . Este es de hierro galvanizado y tiene 6 milímetros de diámetro.

Igualmente la misma figura muestra la disposición de unión de gaza

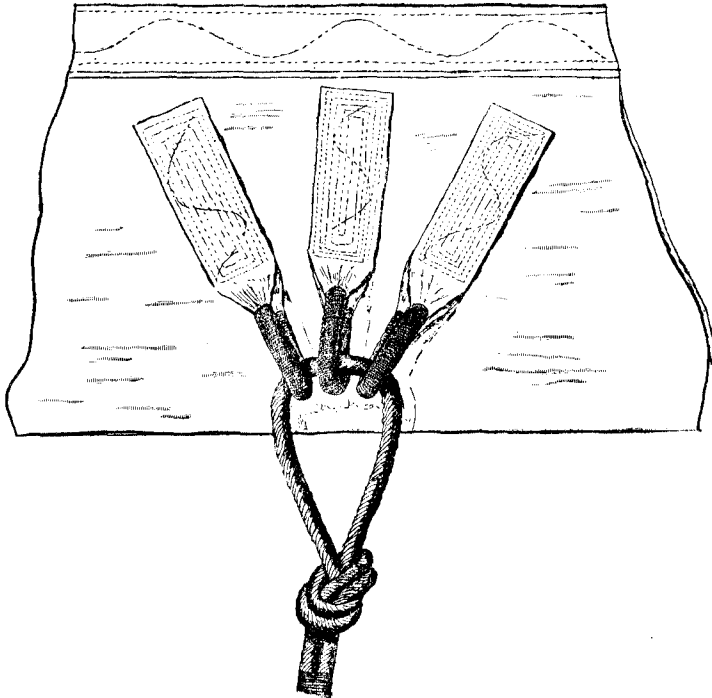


Fig. 29.

g_1 y cazonete c_1 de que hemos hablado. Para impedir que pueda salirse el cazonete de la gaza, se suele cerrar ésta por una ligadura hecha con cuerda fina.

Los cables C y C' terminan en anillos guardacabos, idénticos al a ya citado.

La figura 28 presenta, señalado con trazo lleno, el cordaje de retención de un lado del globo. En ella se indican las distintas longitudes de los diversos ramales que hemos venido citando. En la parte alta aparece el corte horizontal de la banda de amarre del mismo lado, y en él se

aprecia la situación de las presillas y se marcan los valores de las distancias a que van espaciados.

2.^a *Cordaje de suspensión.*—Con igual número de elementos idénticos, y en la misma forma que, hemos visto, se constituían las patas de ganso del primero y segundo órdenes del cordaje de retención, están formadas las patas de ganso de igual orden del de suspensión, arrancando de los nudos de las de segundo orden diez ramales, como el r'_3 (fig. 28) en la que el cordaje de suspensión del lado izquierdo, aparece señalado con trazo interrumpido. Cada dos consecutivos de los ocho primeros se unen entre sí por nudo, constituyéndose así cuatro patas de ganso de tercer orden, y los dos restantes terminan en gazas g'_9 y g'_{10} .

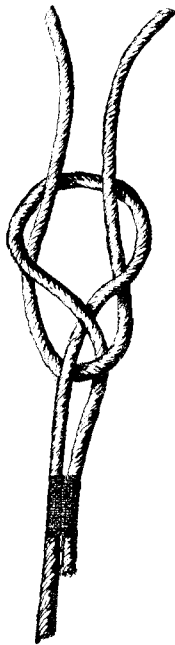


Fig. 30.

De las cuatro patas de ganso de tercer orden, arranca igual número de ramales, como el r'_4 , que terminan en gazas g'_4 . Estas cuatro gazas y las g'_9 y g'_{10} se unen de dos en dos a las de tres ramales de cáñamo como el r'_5 , constituídos como indica el detalle de la figura 32, por cuerda de 20 milímetros de diámetro y que presentan en sus extremos gazas como las g'_5 y g'''_5 y una en su centro como la g''_5 . Las gazas terminales como la g'''_5 de estos tres ramales gruesos se enlazan a otras como la g''''_5 que pertenecen a tres ramales R'_1 ,

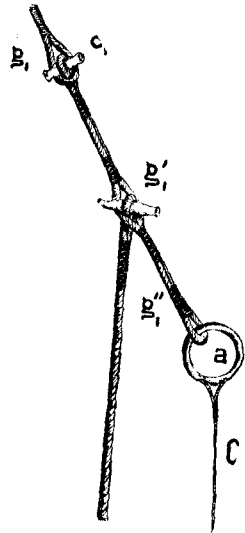


Fig. 31.

R'_2 y R'_3 de cáñamo, de 12 milímetros de diámetro y que terminan en gazas G'_1 , G'_2 y G'_3 .

El ramal intermedio R'_2 es portador de un tensor de madera T , con objeto de acortar o alargar, según convenga, su longitud en cualquier instante. Se presenta con detalle en la figura 33, y consiste sencillamente en un guardacabos alargado, en el que termina el ramal después de pasar por dos orificios circulares que presenta. Cuando el ramal está flojo, el tensor puede correrse a todo lo largo de él haciendo variar así su longitud, y una vez en tensión queda perfectamente fijo e invariable, por tanto, la longitud de dicho ramal. De la gaza que forma el tensor, parte un ramal de cáñamo de 20 milímetros de diámetro, que enlaza en ella

por un guardacabos metálico como el que la figura 34 presenta en detalle, y termina en gaza, la G'_2 de la figura 28, por el otro extremo.

En el enlace de las gazas del ramal intermedio R'_2 y del ramal de quinto orden correspondiente (de triple gaza), enlaza también la gaza G de un ramal R de cáñamo de 12 milímetros de diámetro, que termina en gaza G' por el otro extremo. Este ramal es portador de un *amortiguador a* formado por un haz de gomas, revestido de un tejido de hilo grueso de algodón y terminado en sus extremos por guardacabos metálicos (detalle en la figura 35) que enlazan en gazas que lo intercalan en el citado ramal R . Más adelante indicaremos el objeto de este elemento.

Y al igual que hemos visto al tratar del cordaje de retención, en la figura 28 se encuentran señaladas las longitudes de todos los elementos y la posición relativa de las presillas.

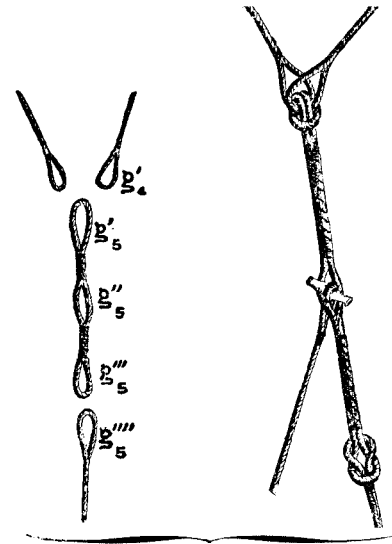


Fig. 32.

3.^a *Cordaje de maniobra.*—A cada lado, y en las gazas intermedias de los seis ramales de los cordajes de retención y suspensión, tales como los r_5 y r'_5 de la figura 28, se unen por medio de cazonetes como el Cm , seis cuerdas de 2 centímetros de diámetro, como la G_1 . Este sistema de cor-

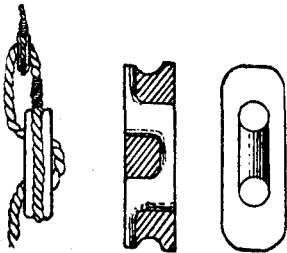


Fig. 33.

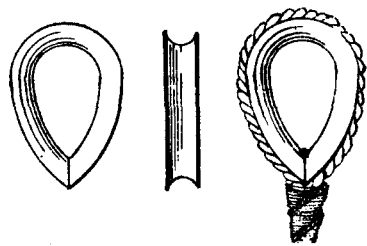


Fig. 34.

daje se emplea para la maniobra en tierra del aeróstato, y a cada una de las 12 cuerdas de que consta, se agarra un cierto número de hombres, variable según la intensidad del viento. Las cuerdas son de algodón, con objeto de dañar lo menos posible las manos de los sirvientes de las mismas.

En la figura 28 se indica el cordaje de maniobra del lado izquierdo, en línea de trazo y punto, señalándose la longitud variable de sus elementos.

4.^a *Cordaje de anclaje*.—En cada uno de los 16 vértices de la banda de anclaje se refuerza la envuelta por medio de un círculo de refuerzo de 2 centímetros de diámetro, sobre el que se cose fuertemente la banda,

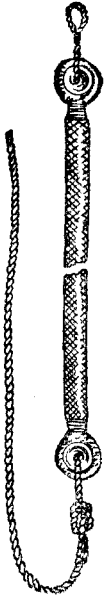


Fig. 35.

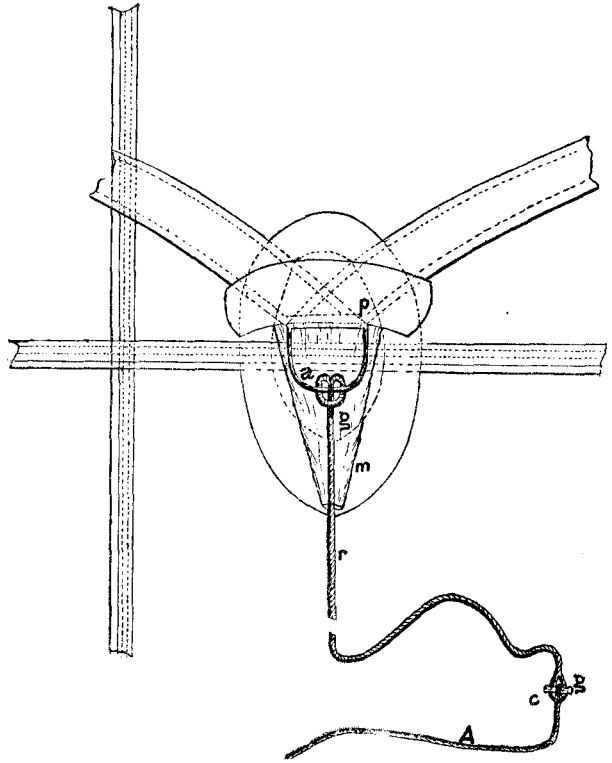


Fig. 36.

formando una presilla *p* (véanse detalles en la figura 36), en la que enlaza un anillo *a* de forma especial, del que, por medio de gaza *g*, parte un ramal *r*. Toda esta unión va cubierta por una pequeña manga *m*, de tela cauchotada, para protegerla de las mojaduras de la lluvia, etc.

Estos ramales *r* (figura 23, que presenta el conjunto de banda y cordaje de anclaje) tienen las longitudes en ella marcadas y terminan en gazas *g'*, para el enlace de cazonetes *c* (fig. 36) que presentan las *cuerdas de anclaje A*, de cáñamo, de 9 milímetros de diámetro y 10 metros de

longitud, cuyo objeto es sujetar el globo fuertemente a piquetes, carros u otros puntos de sólida firmeza.

5.^a *Cordaje de amarre del sistema estabilizador.*—A cada lado parten de los círculos reforzados R' y R'' , de las figuras 7 y 28, respectivamente, uno y dos ramales de cáñamo como el e , de 1 centímetro de diámetro y de las presillas 3.^a, 5.^a, 6.^a, 8.^a, 10.^a y 12.^a (numerando a partir de popa), arrancan igualmente sendos ramales análogos, tal como el e' .

Este sistema de 18 cuerdas constituye el cordaje de amarre del sistema estabilizador, que se emplea cuando el globo va a ser anclado, en cuyo momento se abren los apéndices (como el A_1 , figura 6) de los tres lóbulos del estabilizador para dar salida al aire que contienen, y se adaptan dichos lóbulos a la envuelta, amarrándoles a ella por medio de las citadas 18 cuerdas e igual número de gazas (como la gt de la figura 7) que hemos visto al tratar del sistema estabilizador.

El sistema de cordaje (del lado izquierdo del globo) de que tratamos, se encuentra representado por línea de punto y dos trazos en la figura 28, indicándose en la misma las longitudes de sus elementos y su disposición.

6.^a *Cable de retención.*—El globo en funcionamiento está constantemente retenido por el llamado *cable de retención* que une los anillos guardacabos terminales de los cuatro cables, como el C (figs. 7 y 28), y termi-

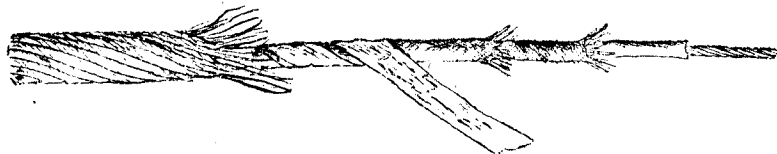


Fig. 37.

na en el tambor de un torno mecánico adecuado, que dejando en libertad mayor o menor longitud de este cable, logra que el aeróstato alcance la altura que convenga.

Existen, para el tipo de globo que se estudia, dos clases distintas de cable, con o sin alma telefónica.

El cable con alma telefónica es de acero de 6,5 milímetros de diámetro, con un peso por metro lineal de 156 gramos, y está constituido por seis torones de 20 hilos de acero cada uno. En su interior posee un alma telefónica formada por tres hilos de cobre, cubiertos por una capa de goma que se recubre, a su vez, por otras dos, una de algodón y otra de seda. Este alma va protegida por una cinta de cobre de 6 milímetros de anchura que se arrolla a ella en hélice. De esta constitución da idea la figura 37.

El cable tiene una longitud de 2.000 metros y termina por un extremo en gaza, gracias a la disposición que se ve en la figura 38. En ella se indican las dos mordazas cuadradas de acero, *m* y *m'*, que presentan interiormente dos ranuras semicilíndricas *r* y *r'*, destinadas a aprisionar el

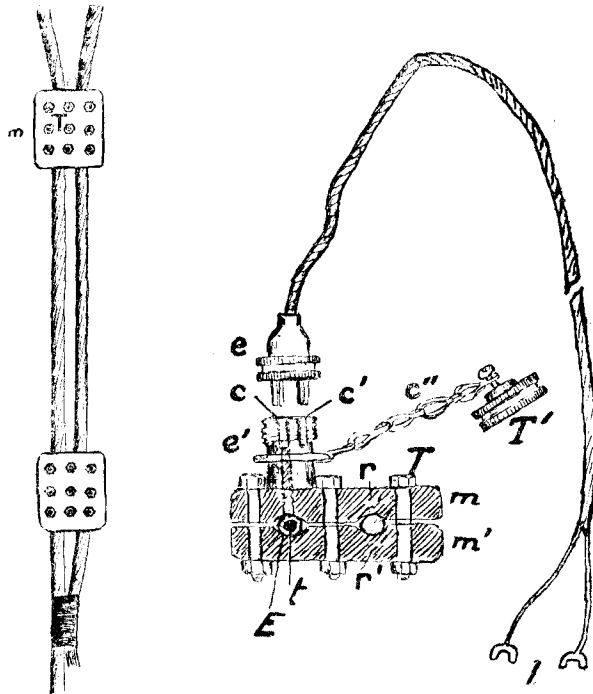


Fig. 38.

cable, merced a los nueve tornillos *T* que unen fuertemente ambas mordazas. La gaza termina en un anillo guardacabo *A*, metálico (fig. 41).

De estas piezas de unión se emplean dos o más en cada gaza, con el fin de dificultar todo lo posible el resbalamiento del cable en las mordazas (1).

Por el otro extremo, y después de su arrollamiento al tambor del torno, termina en gaza corriente, en la que enlaza un gancho adecuado que presenta dicho tambor.

(1) Esta disposición ha sido adoptada por nuestro Servicio de Aerostación para evitar el peligro de rotura del cable, que existe siempre en las gazas corrientes, debido a que en las gazas de cables precisa efectuar la soldadura del ingerido, lo que altera el temple del acero y, consiguientemente, su resistencia.

El cable sin alma telefónica es también de acero, del mismo diámetro que el anterior, de 148 gramos de peso por metro lineal, y está constituido por seis torones de diecinueve hilos cada uno, con una filástica interior de cáñamo, como se aprecia en la figura 39. Termina en sus extremos de la misma manera que el de alma telefónica.

Es condición precisa que deben reunir todos estos cables, la de que su resistencia mínima a la tracción sea de 3.000 kilogramos, aun cuando



Fig. 39.

en la práctica nunca se les hace trabajar a más de 1.000 kilogramos, tracción correspondiente a velocidades de viento de 75 a 80 kilómetros por hora.

El enlace de la gaza que hemos visto en la figura 37 y los cuatro anillos guardacabos terminales de los cuatro cables C (figs. 7 y 28), se efectúa por medio de la llamada *pieza de enlace* que aparece en la figura 40. Consta de un trozo de cable de acero de la misma clase del de retención y de 1,40 metros de longitud, terminado por un extremo en gaza g y por el otro en cazonete de bronce c , destinados a enlazar uno en el otro, encerrando en su interior la gaza y anillos antes citados.

Para que estos últimos no apoyen directamente en el cable de la pieza de enlace, pasa éste por unas guías semicirculares constituidas por dos piezas p y p' de bronce, de forma conveniente y distinto tamaño, destinada la mayor a servir de apoyo a los cuatro anillos, guardacabos de los cables C que se alojan en ella, quedando los de los posteriores, uno a cada lado de los de los anteriores, y la menor, al del A de la gaza del cable de retención.

En el Parque Aerostático de Guadalajara se emplea una pieza de enlace (fig. 41) construida en los Talleres del mismo y que evita el grave inconveniente que ofrece la anteriormente descrita, de ocasionar, al desarrollarse del tambor el cable de retención, una torsión en éste y, por tanto, una disminución de resistencia, que a medida que el desarrollo tiene lugar, se hace cada vez más apreciable. Para ello, está formada por un vástago V , con un ojo o , de acero, roscado a un tronco de cono del mismo metal T , impidiendo una tuerca T' y un fiador f , que puedan desenroscarse. El tronco de cono T , va alojado en la pieza de acero P , en

cuyo interior puede girar, arrastrando el vástago *V*, gracias a las bolas de acero *B*.

Esta pieza *P*, tiene unas orejetas *o* y *o'* y el gancho semicircular *G*

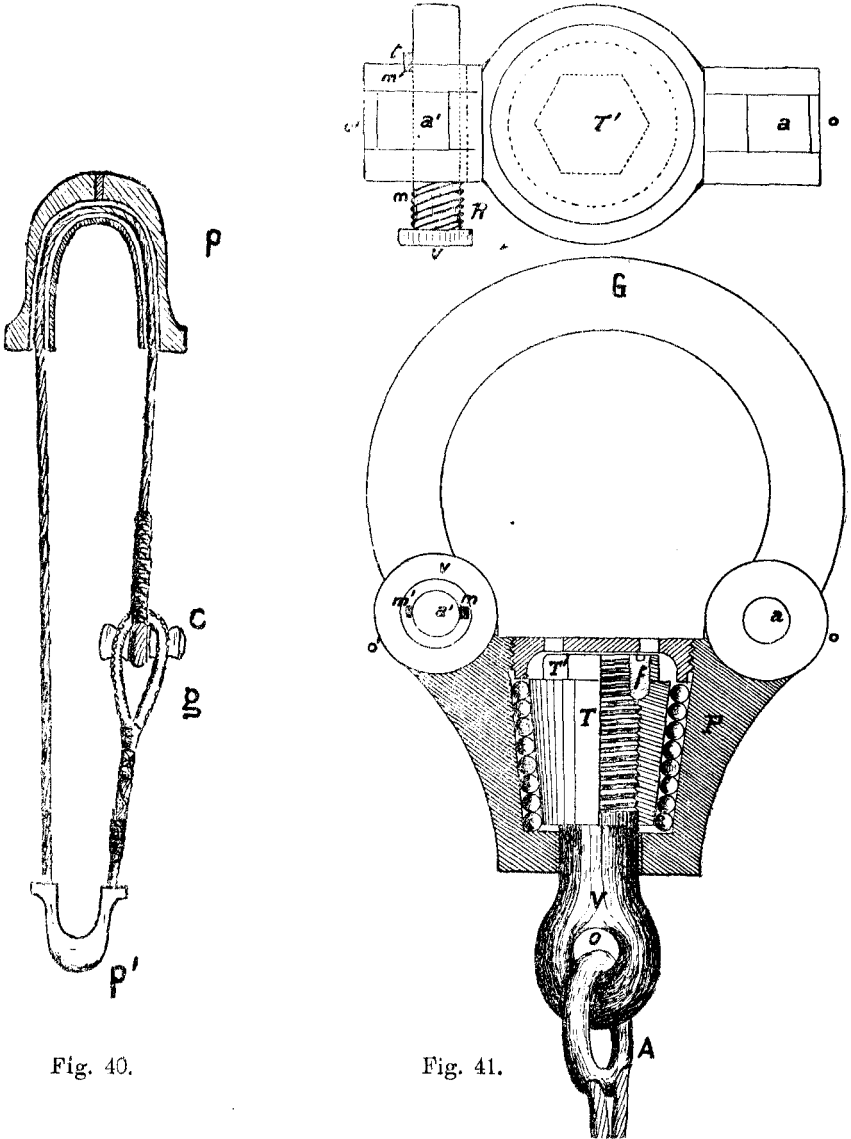


Fig. 40.

Fig. 41.

articulado en *a* y que puede fijarse en *a'*, para lo cual, un vástago *v*, que actúa como pasador, se introduce por *a'* orientado de modo que el tope *t*

entre por la ranura *m*, hasta aparecer por el lado contrario, hecho lo cual y girando el vástago hasta que el citado tope *t* se aloje en la muesca *m'*, se impedirá así que pueda salirse y, además, que quede fijo, merced al resorte en espiral *R*.

Al gancho *G* se unen los cuatro anillos guardacabos de retención del globo en la forma antes dicha, y al ojo *O* el guardacabo metálico *A* de la gaza del cable de retención.

Todavía existen en el Parque Aerostático de Guadalajara, y se em-

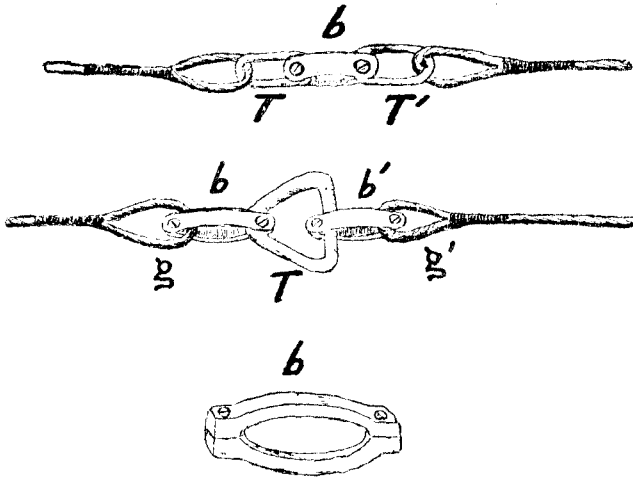


Fig. 42.

plean para efectuar algunas maniobras, elementos del antiguo cable prusiano, que estaba constituido por un número variable de ellos (fig. 42), uniendo de dos en dos sus anillas terminales de acero *T* y *T'* por medio de bridas *b* del mismo metal, cerradas por tornillos *t*, o bien sus gazas terminales *g* y *g'* a un triángulo de acero *T* por medio de dos bridas *b* y *b'*. La longitud de cada elemento es de 100 metros y su diámetro de 7,5 milímetros.

7.^a *Cordaje de transporte y paso de obstáculos*.—Este sistema consta de dos cuerdas de cáñamo de 25 milímetros de diámetro y de un cable de acero de 12 milímetros de diámetro.

Las cuerdas, que sólo difieren en su longitud, de 100 metros la de



Fig. 43.

una y de 50 la de otra, terminan en los dos extremos como indica la figura 43, en la que se ve el de una de ellas, que es una gaza G , reforzada con cuero c , que entra en una anilla terminal de hierro T .

El cable tiene 100 metros de longitud y termina en gazas por ambos extremos, enlazando la de uno de ellos g en un anillo guardacabos de aluminio a (detalle en la figura 44), terminal de un ramal doble de cáñamo, de 25 milímetros de diámetro y 60 centímetros de largo, que termina por su otro extremo en una gaza g' .

Para el transporte se emplea el cable, uniendo el extremo terminado simplemente en gaza a los cuatro anillos guardacabos en que terminan los cables C (fig. 28), por intermedio de la pieza de enlace ya conocida e indicada con detalle en la figura 40. La gaza de cáñamo del otro extremo g' se enlaza al vehículo encargado del transporte mediante la disposición que, al efecto, presente el mismo.

Para las maniobras de paso de obstáculos, que se efectúan con arreglo a las disposiciones que en cada caso señalan los reglamentos tácticos, se emplea el cable unido al aeróstato en la misma forma que acaba de indicarse, pero entonces la gaza de cáñamo g' se enlaza al cazonete C de un ramal doble de cáñamo de 40 centímetros de largo y 2 centímetros de

diámetro (fig. 44), reforzado con cuerda fina y terminado por el otro extremo en una gaza g'' , forrada de cuero, en la que entra un anillo a' de acero forjado, cuyo núcleo tiene 2 centímetros de diámetro, que está enlazado a un gancho doble G del mismo metal, cuyos extremos presentan dos vástagos v y v' que, por medio de una disposición especial, pueden ponerse o quitarse fácilmente. Esta disposición aparece con detalle en la misma figura, en la que se ve que la rama presenta el orificio o de la forma que en (1) se detalla, y que el vástago que aparece en (2) presenta dos dientes opuestos d y d' , así como también que entre el inferior y el mango m (que está estriado para que pueda girarse con facilidad) está suelto un pequeño resorte r de alambre en espiral. Orientando convenientemente el vástago para que los dientes d y d'

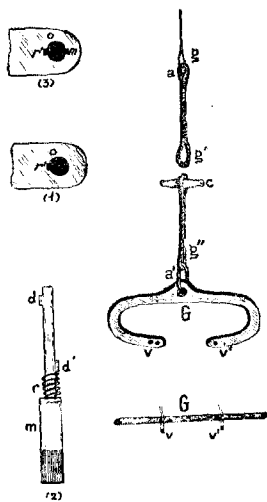


Fig. 44.

puedan entrar por la ranura v' , se consigue hacerle atravesar la rama del gancho, hasta que d' aparece por el otro lado, y haciéndole girar después para que este diente ajuste en la muesca m (3), se logra, por la acción del resorte, que quede sin poder girar ni salirse de su alojamiento.

Durante las maniobras de paso de obstáculos, se hacen entrar en las ramas del gancho doble los dos terminales de las cuerdas de paso de obstáculos de que hemos hablado al principio, colocando después los vástagos v y v' para impedir que dichos terminales se salgan de las ramas del gancho (1). Los dientes d de los vástagos constituyen una seguridad más de que esto no suceda.

Tercera parte. Barquilla.—En la barquilla distinguiremos tres partes principales:

- 1.^a El balancín.
- 2.^a La barquilla propiamente dicha; y
- 3.^a Los aparatos y accesorios de la misma de que, sucesivamente, vamos a ocuparnos.

1.^a *Balancín:* Se compone de una pieza B (fig. 45) de madera fuerte (haya, castaño, olmo, etc.) de 90 centímetros de longitud y 6 de diámetro medio. Esta pieza presenta en cada uno de sus extremos dos escotaduras como las e y e' .

En las escotaduras e y su análoga del otro extremo se alojan dos gazas como la G , que reúnen en su punto medio los tres ramales r , r' y r'' de cáñamo, de 1,2 centímetros de diámetro, ramales que superiormente se entrelazan formando un ramal único R , concurrente con su análogo del otro lado al cazonete C , e inferiormente terminan en las gazas g , g' y g'' . El intermedio r' presenta un sistema de tensor T idéntico al ya descrito (fig. 45). Las longitudes de los ramales R , r , r' y r'' son, respectivamente, 0,65, 0,85, 0,95 y 0,85 metros.

A la escotadura e' , se adapta la gaza G' que el ramal r_1 de cáñamo, tiene en su centro, de 1,2 centímetros de diámetro y 0,80 metros de longitud, cuyos extremos se unen a los análogos del ramal idéntico, alojado en la escotadura análoga del otro extremo, en cazonetes e y e' .

En las escotaduras, como la e' , se alojan también las gazas g'' de pequeños ramales r''' , de 15 centímetros de longitud, que terminan por un anillo guardacabo metálico a .

Es el balancín, el intermedio de unión del globo y de la barquilla propiamente dicha. Para efectuar esta unión, el balancín se enlaza al cordaje de suspensión del globo, gracias a las gazas G'_1 , G'_2 y G'_3 , que hemos visto al tratar del cordaje de suspensión (fig. 28) que se reúnen, cada una con su simétrica del otro lado del globo, respectivamente, por medio de los cazonetes c , C y c' que acabamos de citar, y los ramales

(1) Los franceses emplean esta disposición con los vástagos invariablemente fijos. En nuestro Servicio de Acrostación se ha modificado en la forma expuesta por la dificultad que ofrece el meter y sacar las gazas en el gancho, con el vástago puesto.

como el *R* (fig 28) de ambos lados del globo, portadores de amortiguador, se enlazan por medio de nudos a los guardacabos *a* que acabamos

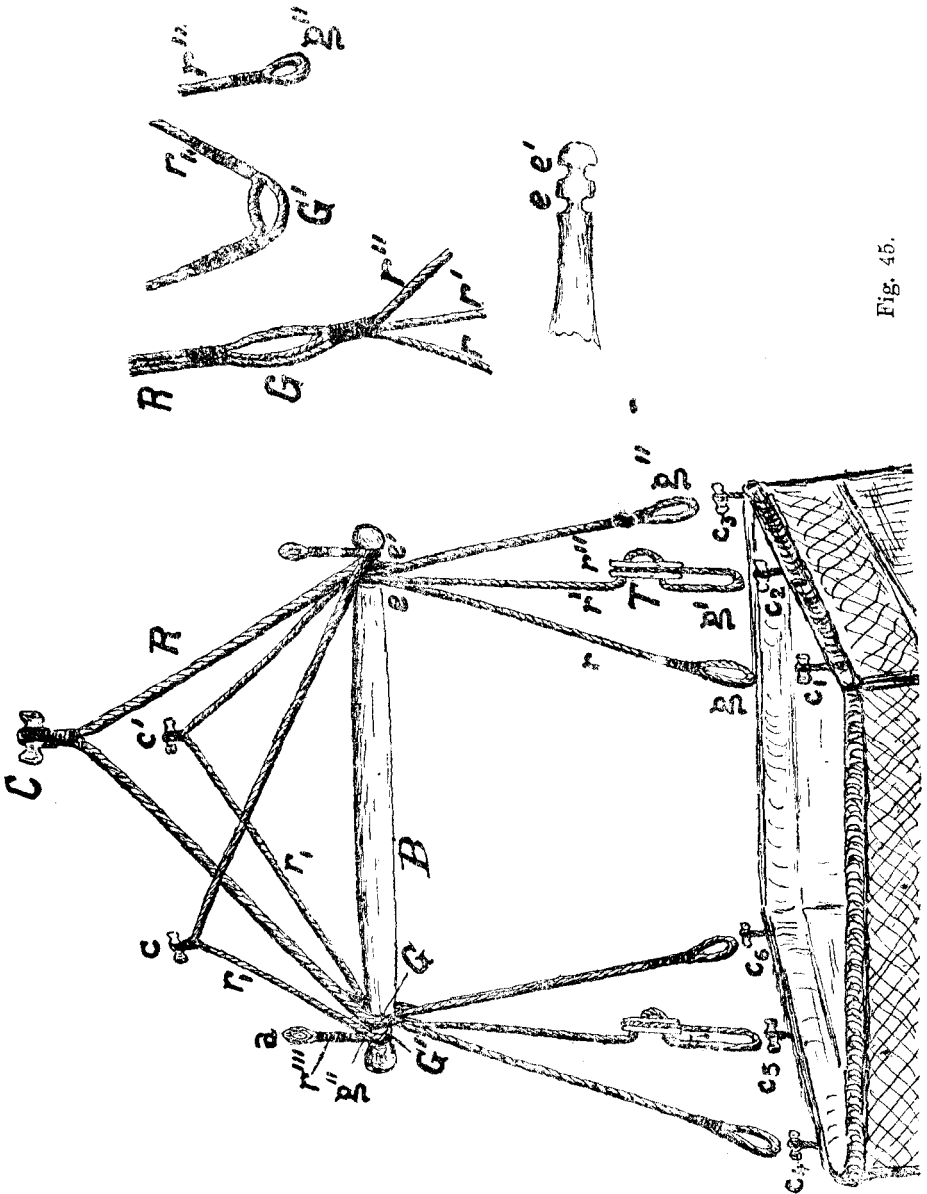


Fig. 45.

de citar. Los amortiguadores tienen por objeto evitar los bruscos movimientos de balanceo lateral de la barquilla, a que da lugar el cabeceo

del globo. Ya se comprende que para que su efecto sea eficaz, es preciso que el ramal del amortiguador se anude al guardacabo metálico a , de manera que dicho ramal esté bien tirante cuando la barquilla está nivelada.

2.^a *Barquilla*.—La barquilla es sencillamente un cesto de mimbre, de construcción esmerada y de gran resistencia y fortaleza.

Son las barquillas de tamaño variable, según sean destinadas a contener uno o dos observadores, y forma, generalmente, paralelepípedo o troncopiramidal. Las figuras 46 y 47 muestran dos tipos de barquilla y

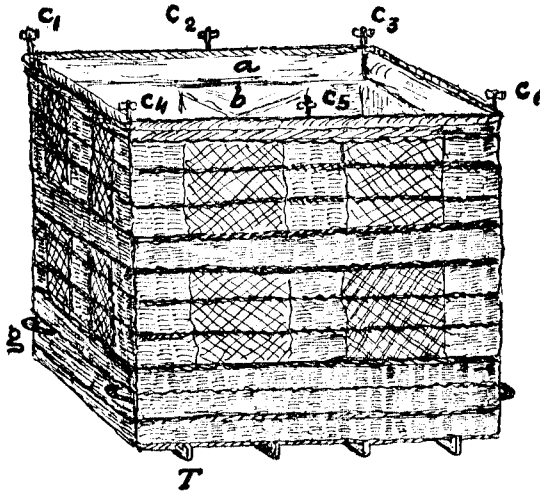


Fig. 46.

la 48 da idea de la disposición que presentan para asegurar su solidez y elasticidad, condiciones en ella tan necesarias por el servicio que prestan y el trato que reciben.

Consiste en un armazón, compuesto de varios travesaños de madera fuerte (como el T) y dos cables C y C' . Los primeros fortalecen la base del cesto situados como se ve en la figura; el segundo, partiendo del punto o , sigue el recorrido que las flechas indican y termina en el mismo punto en el que se unen sus extremos por medio de un ingerido, y por último, el tercero cruza, como se ve, las traviesas y sigue a lo largo de dos paredes del cesto, hasta alcanzar sus extremos el bastidor de madera fuerte B que todavía consolida, más aún, el conjunto.

Los extremos del cable C' y los vértices del C en su unión con el bastidor B , sobresalen de la madera de éste para terminar en seis cazoletes de madera c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 y c_6 , y todos los elementos de esta arma-

zón están completamente ocultos en el tejido de mimbre, así como también se ocultan los trozos de cable que son portadores de los cazonetes citados, que van forrados de cáñamo. Únicamente se exceptúan los travesaños *T*, que presentan al descubierto la parte inferior, así como también sobresalen hacia abajo, del mimbre del fondo, con objeto de que cuando la barquilla está en tierra, apoye sobre dichos travesaños.

En su interior, la barquilla está forrada de lona o tela cauchotada. Este forro presenta un almohadillado *a* en la parte alta y distintas bol-

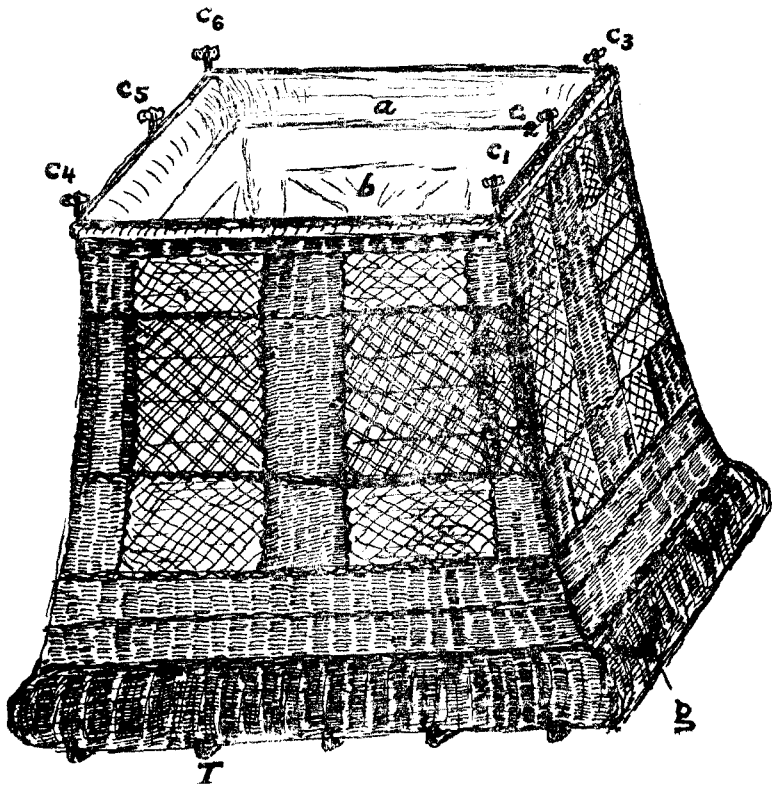


Fig. 47.

sas como la *b* (figs. 46 y 47), destinadas a contener, durante la ascensión, aparatos y efectos. Rodeándola y entrelazada con el mimbre y armazón, lleva la barquilla, a altura conveniente, una cuerda gruesa de cáñamo, que sólo asoma al exterior varias gazas (como la *g*, figuras 46 y 47), destinadas a facilitar el transporte de la barquilla en tierra, operación que efectúan varios hombres.

La unión de la barquilla al balancín se efectúa enlazando las gazas g , g' y g'' (fig. 45) a los cazonetes c_1 , c_2 y c_3 , respectivamente, y verificando la misma operación en el otro costado simétrico. Los tensores como el T se actúan convenientemente, hasta lograr que los ramales r , r' y r'' , estén en tensión al mismo tiempo.

3.^a *Aparatos y accesorios de la barquilla.*—En lugar conveniente para su manejo, van dispuestos en la barquilla un anemómetro, un barómetro altímetro, una brújula, un estatoscopio, unos gemelos, uno o dos para-caídas provistos de sus correspondientes cinturones-bragas, etc., Ya se comprende que existen infinidad de clases y marcas de aparatos de esta índole, susceptibles de ser empleados en el caso de que tratamos, que no

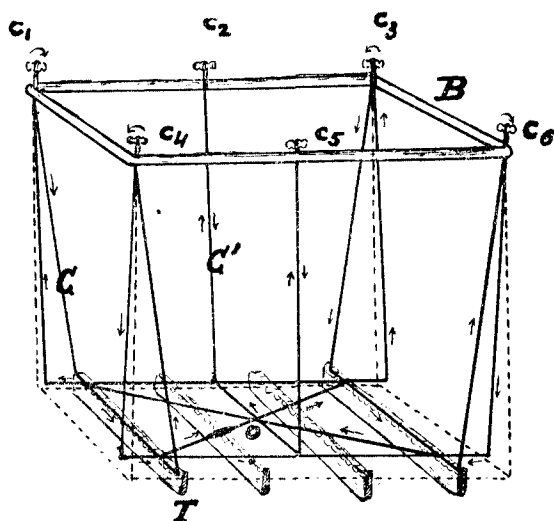


Fig. 48.

exige haya de adoptarse un tipo especial, por lo que no tendría objeto alguno el detenerse a describir ninguno de ellos.

Igualmente la barquilla lleva en sus bolsas interiores otros accesorios, como bocina, machete, material de dibujo, mapas y planos, etc.

La comunicación del personal de la barquilla con tierra se establece cuando el globo es retenido por cable de alma telefónica (fig. 37), por medio de teléfonos portátiles. El teléfono de la barquilla se pone en funcionamiento por medio de un trozo de flexible doble (fig. 38), cuyos hilos terminan por un extremo en ganchos aplastados de latón l , destinados a establecer el contacto con las bornas del aparato, y por el otro extremo, en una pieza de las llamadas *de enchufe e*, destinada a enchufar en

otra adecuada e' , fija a una de las mordazas m y dispuesta en forma tal que una de sus canales c comunica con el alma telefónica t del cable y la otra e' con la envuelta E del mismo. De esta manera quedan unidas eléctricamente las dos tomas del teléfono a los dos conductores de corriente, alma y cable, cerrando el circuito el teléfono de tierra. Una cadenilla e'' sujeta una tapa T' que cierra la pieza e' , cuando no se usa, atornillando sobre ella.

Para la comunicación de la barquilla con tierra, cuando se usa el cable sin alma telefónica (fig. 39), empléase el inductófono, que se pone en funcionamiento uniendo su toma de línea con el cable de retención, pudiendo utilizarse el sistema antes citado, sin más que prescindir de uno de los ganchos l .

En este tipo de aeróstato puede emplearse, en vez del paracaídas individual, el llamado *paracaídas de barquilla*, que tiene por objeto permitir a los observadores abandonar el globo sin salir de la misma, aterrizando a una velocidad análoga a la de descenso del paracaídas individual.

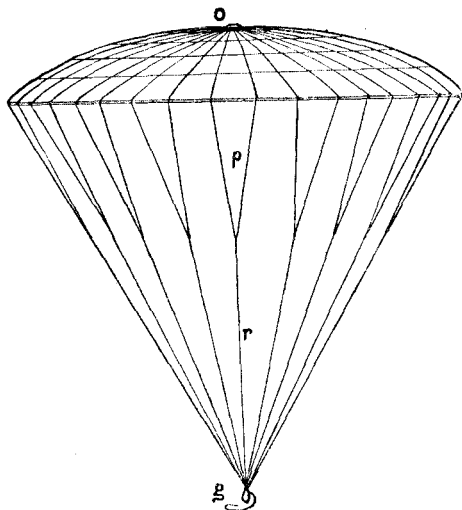


Fig. 49.

Esta velocidad suele ser de 4 ó 5 metros por segundo, según esté la barquilla ocupada por un observador o por dos.

El paracaídas está formado por un casquete, constituido por treinta y dos husos de tela muy ligera (seda japonesa), de 13 metros de diámetro, y presenta un orificio o de 55 milímetros de diámetro en su parte superior para permitir la salida del aire durante el descenso (fig. 49). Su cordaje, que está constituido por cuerda especial que presenta la ventaja de no torcerse, se compone de dos órdenes, el primero de los cuales forma dieciséis patas de

ganso p , siendo sus ramales de 5 milímetros de diámetro y 5 metros de longitud, y el segundo constituido por dieciséis ramales r , de 9 metros de largo y 7 milímetros de diámetro, que arrancan de las citadas patas de ganso. Estos ramales concurren en g , formando una gaza única.

El paracaídas está plegado y encerrado en su funda (fig. 50), que es de tela cauchotada y de forma prismático-triangular, presentando en la

arista opuesta a la tapa T , dos pequeñas gazas g_1 y g_2 . La tapa T consiste en una armazón forrada de tela cauchotada, que abre y cierra a charnela.

Para equipar el aeróstato con el paracaídas de barquilla, se emplea la disposición que muestra la figura 51. En ella se aprecia que el sistema de tres «V» que hemos visto, tenía el balancín (fig. 45) se ha substituído por uno análogo, que presenta en la parte superior análogos cazonetes c ,

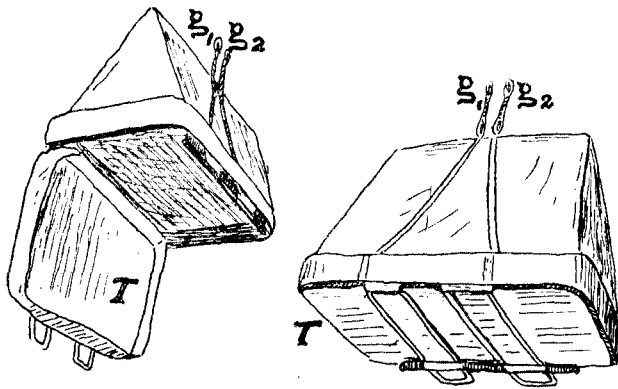


Fig. 50.

C y c' (fig. 51), o inferiormente, dos gazas como la G' , que son retenidas por ganchos como el x , que una pieza (substitutiva del balancín, propiamente dicho) P de metal, ofrece. A ambos lados, e inferiormente, lleva esta pieza orejetas como la o , agujereadas para el enlace de gazas como la G' , terminales de sistemas de cordaje, análogos a los que hemos visto en la figura 45 y que terminan inferiormente en gazas como las g , g' y g'' , para el enlace a los cazonetes de la barquilla.

El paracaídas, encerrado en su funda, se instala como se vé en la misma figura, enlazando sus gazas g_1 y g_2 a dos cazonetes c'_1 y c'_2 que con dicho objeto ofrece la V central C . En su gaza g (fig. 49), antes citada y por medio de un cazonete, que al efecto lleva en su parte media, enlaza un ramal R , cuyos extremos provistos de gazas como la G_1 , terminan en unas asas como la A (fig. 51), que la pieza P presenta en sus extremos.

En la figura 52 se presenta con detalle la pieza P que acabamos de citar. Se compone de dos, T y T' , tubulares, de las cuales, la exterior T' , puede girar alrededor de la otra. Los ganchos, como el x , son mantenidos en la posición I por esta pieza tubular T' , que a unos 90° (por de-

trás) y en una misma generatriz, presenta en los extremos dos hendiduras como la *e*.

Para hacer funcionar el paracaídas, bastará atraer el puño *p*, separándole por un giro de los dos topos *t* y *t'* que ordinariamente lo mantienen fijo, haciéndolo girar en seguida hacia abajo, con lo que girará la pieza *T'*, hasta que las hendiduras *e* lleguen a la parte alta, en cuyo momento los ganchos *x* perderán el apoyo y girarán hacia arriba *z*, soltando las

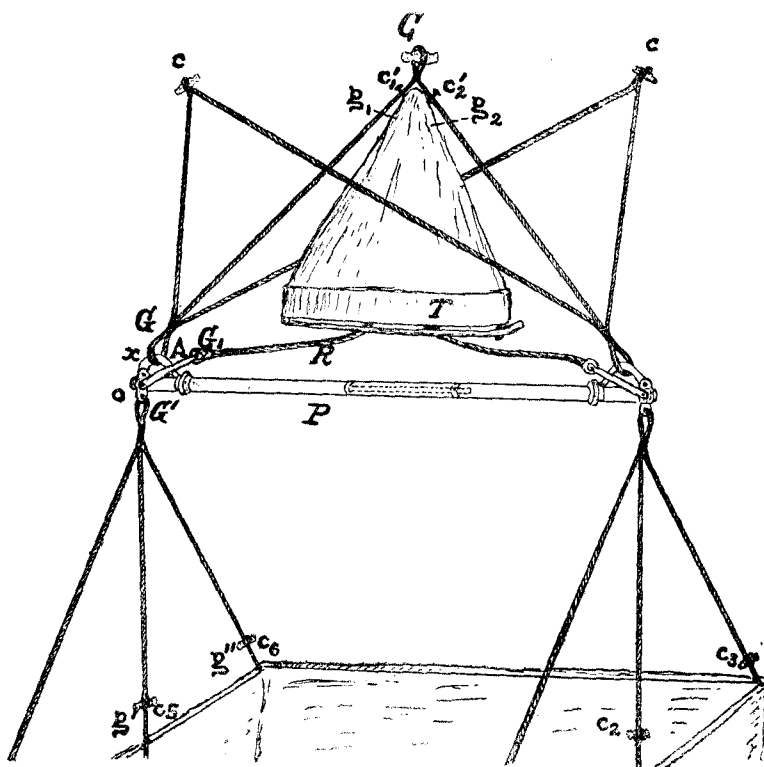


Fig. 51.

gazas *G* y quedando la barquilla suspendida tan sólo de los ramales *R*, con lo que se desprenderá la tapa *T*, que se mantiene cerrada por la acción de unos resortes, y saldrá el paracaídas de su funda.

Cuando el globo está equipado, las cuerdas de maniobra voluntaria de la válvula *e''* y de la banda de desgarre *e'''* (fig. 7) que, como ya hemos dicho, terminan en la barquilla y al alcance, en todo instante, del personal navegante, se anudan al balancín *B* (fig. 45).

En lugar conveniente y sujeto con cuerda, va un manómetro graduado en milímetros de agua, que sirve para conocer en todo momento, la presión que obra en el interior de la cámara de gas.

Es de aluminio, de forma cilíndrica de poca altura (fig. 53) y está dividido en dos compartimientos C y C' por una membrana de tela, im-

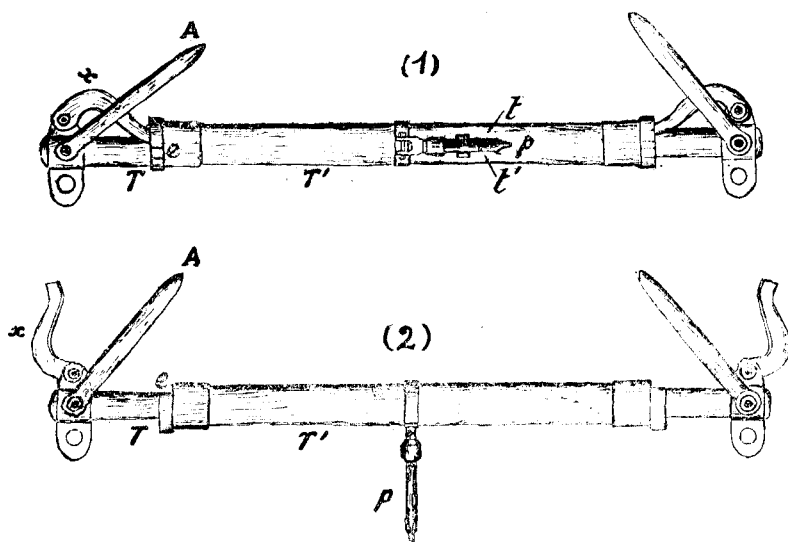


Fig. 52.

pregnada de una substancia impermeabilizadora m . El compartimiento C comunica con la cámara de gas por el tubo de goma t' de la figura 22 ya citado, que empalma en la boquilla b (fig. 53).

Al actuar la presión del gas sobre la membrana m , ésta actúa sobre la palanquita p que hace girar el eje E , que, a su vez, produce la desviación lateral de la pequeña palanca p' , ocasionando el giro del sector S , que transmite el movimiento a un piñón P en el que engrana. Este piñón P es solidario al eje de giro de la aguja a que marca en la escala.

La graduación de ésta, alcanza a 80 milímetros de agua, existiendo a los 25 una señal s , fosforescente para su visualidad de noche, indicadora de la presión, a partir de la cual hay peligro inminente de rotura de la tela del aeróstato.

El aparato se encierra en una funda de cuero apropiada.

Merced al manómetro, es fácil efectuar la operación de que antes hemos tratado, de graduar la válvula para que su apertura automática tenga lugar cuando la presión en la cámara de gas pase de un cierto

límite, que suele ser 13 milímetros de agua, o su equivalente 1 de mercurio.

Para efectuar esta operación, basta llenar de aire la cámara de gas y meterse en ella, cerrando después todas las aberturas. Introduciendo

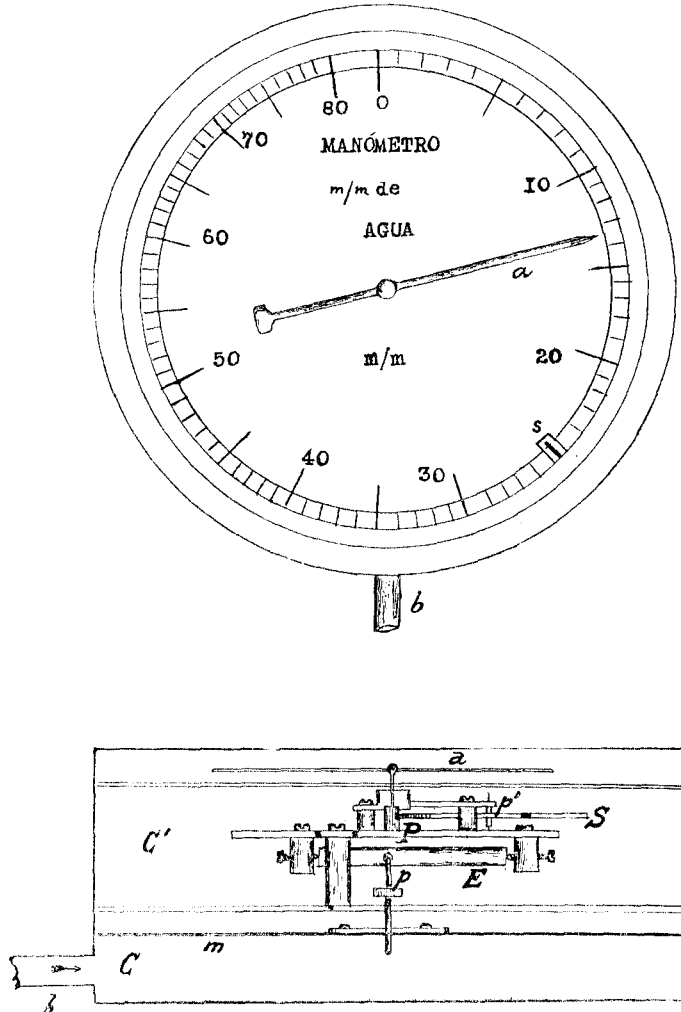


Fig. 53.

aire, hasta lograr que la presión indicada por el manómetro sea de 13 milímetros, bastará entonces tensar el cable de funcionamiento automático de la válvula *c* (figs. 9, 15 y 17), hasta que comience a abrir.

se, fijando la pieza *h*, por medio de los tornillos *t* y *t'* (figs. 16 y 17) en el punto donde el cable apoya en ese instante en el anillo *a*. Todavía podrá corregirse después, actuando sobre el aro *a'*, de la válvula (fig. 10), con lo que se variará la tensión de los resortes *R'*, lográndose así adelantar o retrasar la apertura de la válvula.

Esta operación puede efectuarse, igualmente, empleando el barómetro

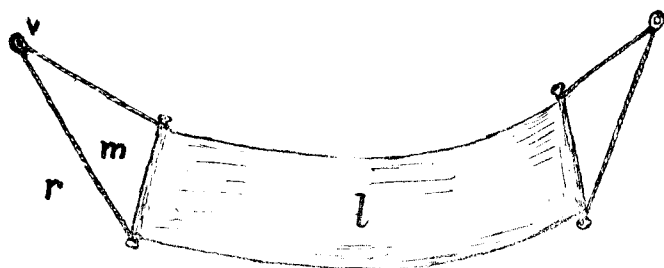


Fig. 54.

en vez del manómetro. Entonces se situará la pieza *h* en el punto conveniente del cable de funcionamiento automático, para que la apertura tenga lugar al aumentar la presión 1 milímetro de mercurio.

La barquilla lleva también en su interior uno o dos asientos (fig. 54), que están constituidos según se aprecia en ella, por un trozo de lona, fuerte *l*, cuyos lados menores presentan dos muletillas de madera *m*, de cuyos extremos parten los ramales *r*, que forman dos «V», una a cada lado, portadoras de anillos guardacabos en sus vértices *v*, que sirven para fijar el asiento cuando quiere usarse, lo que se consigue pasando por ellos unas cuerdas, que se atan a los cazonetes de la barquilla.

Igualmente, va también en ella un cierto número de sacos de lastre (figura 55). Son sacos de lona fuerte, destinados a contener unos 15 a 20 kilogramos de arena fina y bien cribada. De su borde superior arrancan cuatro pequeños ramales *r* concurrentes en un nudo, donde se encuentra un gancho metálico *g*, que sirve para colgarlos de las patas de ganso del cordaje (1) durante la maniobra del

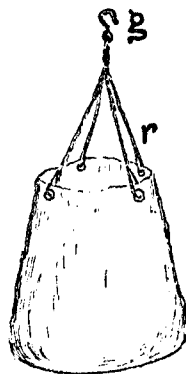


Fig. 55.

(1) Para evitar el deterioro que, forzosamente, sufre el cordaje durante esta operación, en el Parque Aerostático de Guadalajara se han añadido a estos globos unos ramales de cáñamo que, por medio de gazas, enlazan con las presillas de la valinga y que llevan otras gazas destinadas a los ganchos de los sacos.

globo, y de los cazonetes de la barquilla, por dentro o fuera de la misma, durante la ascensión.

II

Descripción y funcionamiento del globo «Avorio-Prassone».

El globo italiano *Avorio-Prassone* (1) está representado en las figuras 56, 57, 58 y 59; las dos primeras ofrecen, respectivamente, sus vistas laterales derecha e izquierda, y las dos últimas, la cabeza y popa. En las 60, 61 y 62 se encuentran tres proyecciones verticales del mismo, apareciendo en la primera la cabeza, en la segunda la popa, y el conjunto, en sentido longitudinal, en la última.

Este aeróstato, con su equipo completo, tiene un peso total de unos 460 kilogramos, siendo la altura media a que, en nuestro país, puede trabajar, de unos 2.000 metros sobre el terreno. Para el estudio que nos proponemos efectuar, adoptaremos exactamente el mismo orden y procedimiento que ya se ha seguido para el tipo anteriormente presentado, es decir, dividiremos su conjunto en tres partes:

- 1.^a Envuelta o cuerpo del globo,
- 2.^a Cordajes y
- 3.^a Barquilla.

Detallaremos la composición y funcionamiento de cada una de las partes de que, a su vez, consta cada una de ellas, por el orden que creemos más racional.

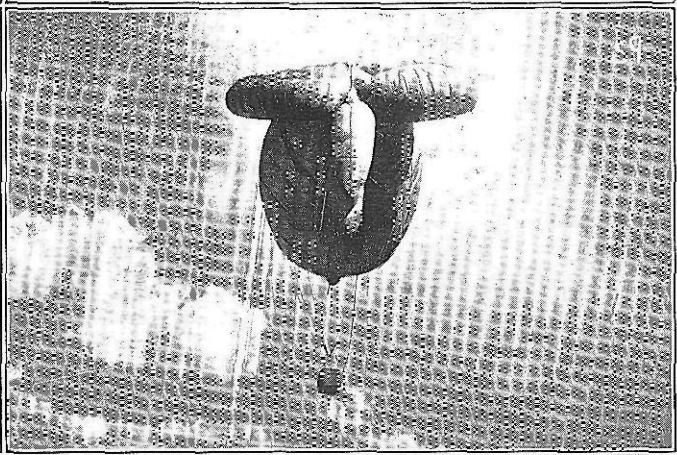
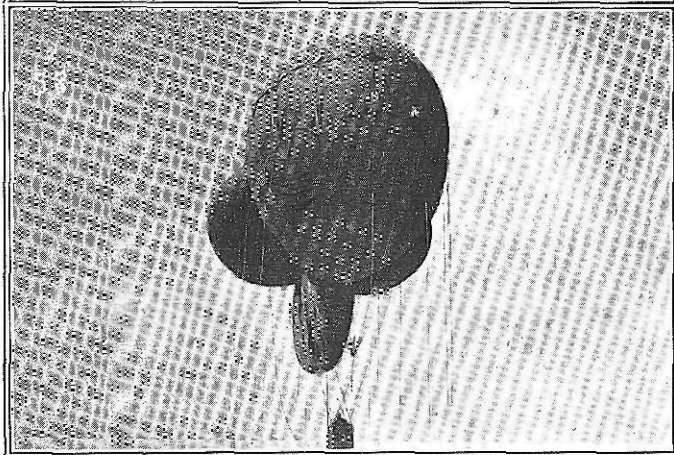
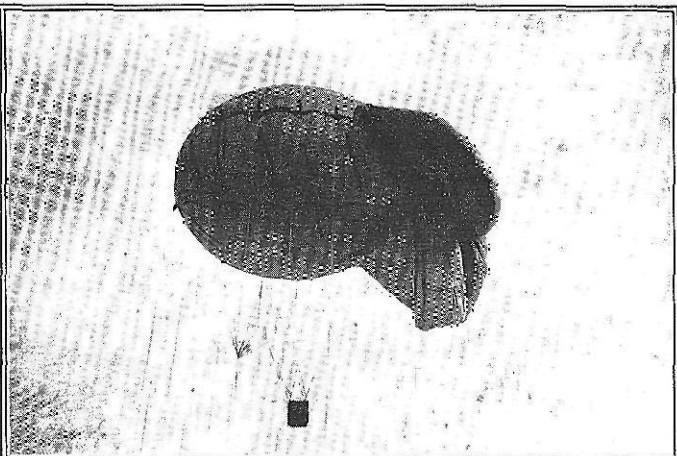
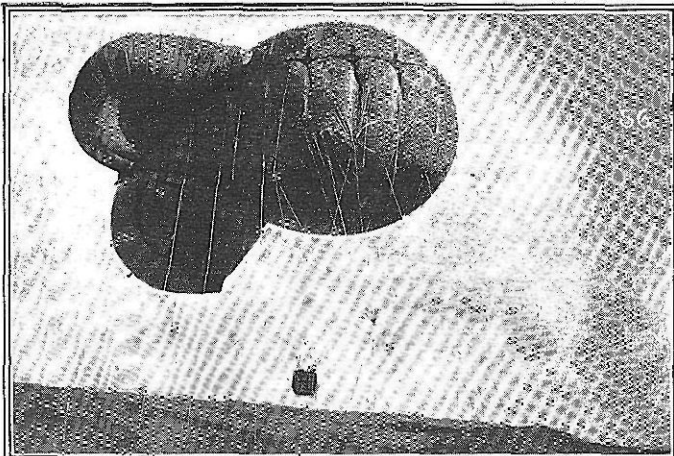
Primera parte. Envuelta o cuerpo del globo.—Aparece la envuelta o cuerpo del globo, en corte vertical, en la figura 63. En ella, puede verse que afecta la forma ovoidal de revolución, con una longitud de eje de 17 metros, presentando el ecuador, de 12 metros de diámetro, a unos ocho metros de la cabeza.

Está constituida por la unión de paños de tela cauchotada, de formas y dimensiones adecuadas, que se cosen unos a otros con pespunte doble, cubriendo las costuras con cinta tapajuntas. La tela es de un color sepia obscuro.

El cuerpo del globo podemos considerarlo formado por tres partes distintas:

- 1.^a La cámara de gas,

(1) Describimos el tipo adquirido por el Parque Aerostático de Guadalajara.



- 2.^a La cámara de aire y
 3.^a El sistema estabilizador,
 que por este orden vamos a describir.

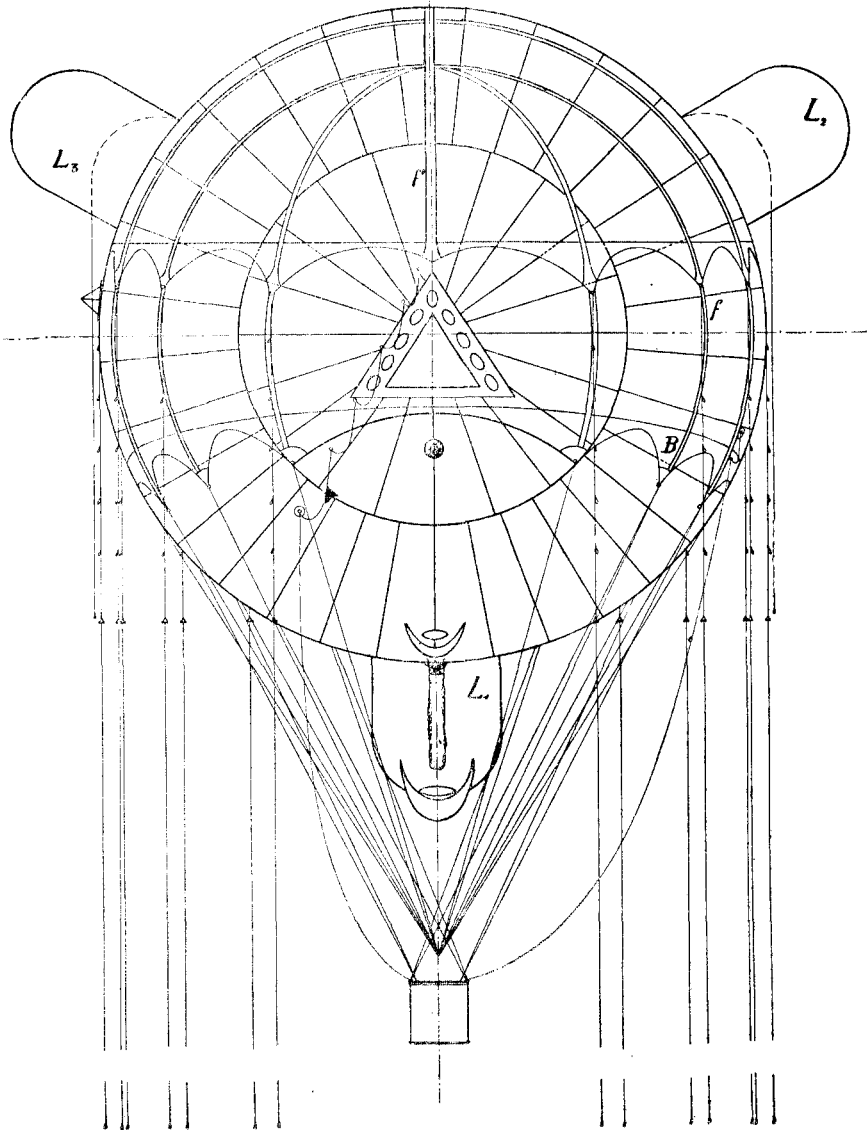


Fig. 60.

1.^a Cámara de gas.—También en este tipo de aerostato, un diafragma *D* divide la envuelta en dos cámaras de gas *G* y de aire *A* (fig. 63).

El perímetro de este diafragma, que constituye al propio tiempo la línea de unión del mismo a la envuelta, es un óvalo de plano perpendicular al vertical de simetría del aeróstato, que se interrumpe en el pun-

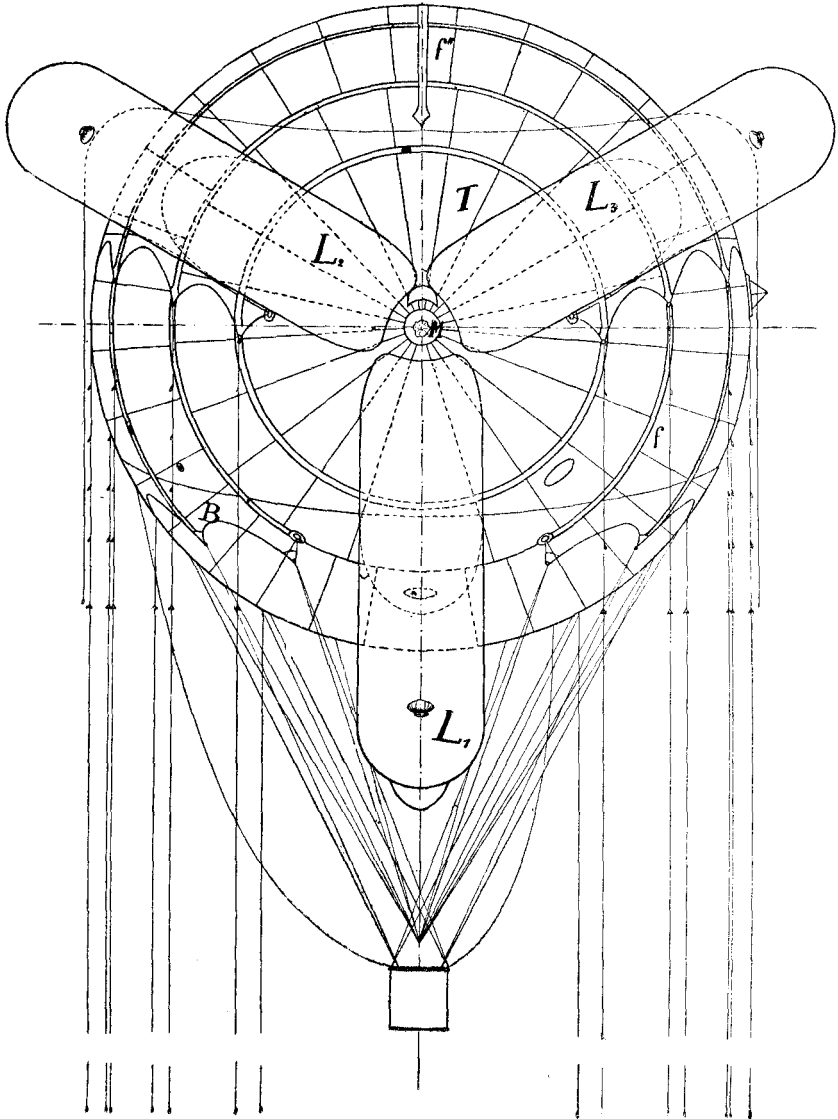


Fig. 61.

to *P* y su simétrico del otro lado del globo, distantes 12 metros de la cabeza próximamente, a partir de los cuales se encorva hacia abajo, resul-

tando así formada una curva alabeada (la de tangencia del cono de re-
tención, según después veremos), cuyos puntos de intersección con el

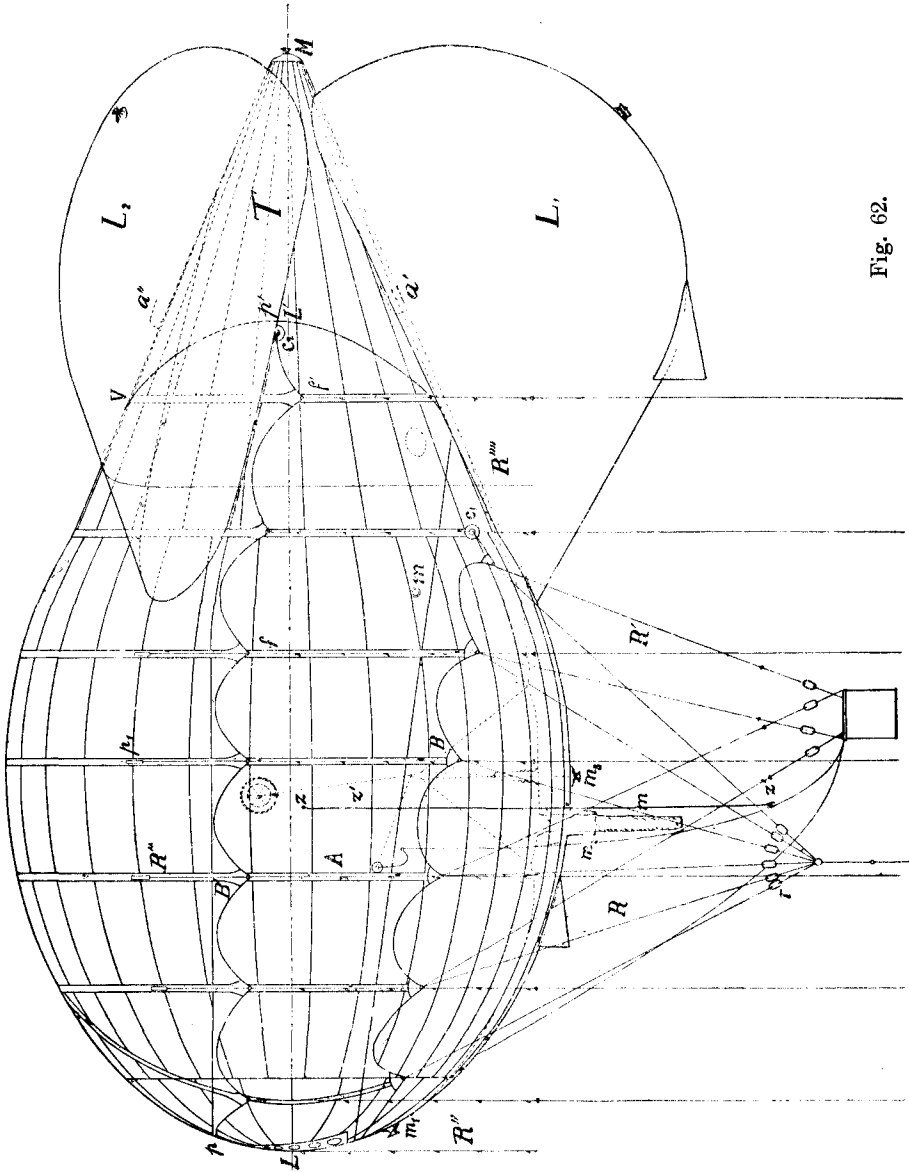


Fig. 62.

plano de simetría del globo L y L' distan de los extremos E y E' del eje
del globo, respectivamente, 3,10 y 5,70 metros.

En la misma figura se encuentran indicadas las posiciones límites inferior D' y superior D'' , respectivamente, del diafragma, que en la posición límite inferior se separa de la parte inferior de la envuelta unos 25 centímetros como máximo.

El volumen aproximado de la cámara de gas es de 1.130 metros cúbicos. La tela de que está construída, es decir, la de la porción superior de las dos en que la envuelta queda dividida por el diafragma y la de éste, es triple cauchotada, de 1.100 kilogramos de resistencia a la tracción por metro lineal, de unos 425 gramos de peso por metro cuadrado,

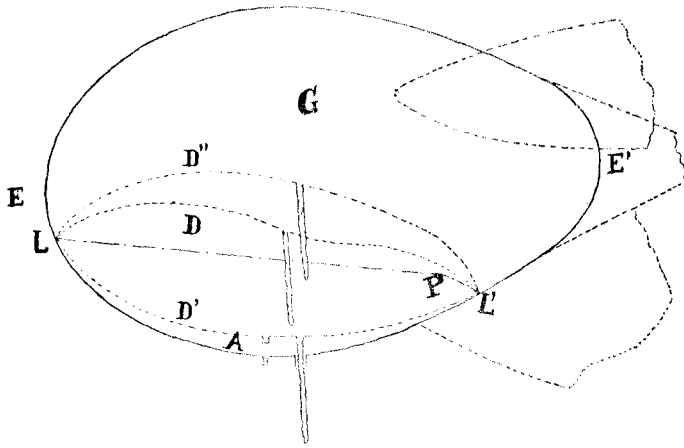


Fig. 63.

suficientemente impermeable para no permitir el escape de gas o aire a 0,6 atmósferas de presión y susceptible de resistir presiones hasta de 0,8 atmósferas sin sufrir rotura.

En los extremos e y e' del eje horizontal del ecuador (fig. 64), puntos que, naturalmente, se hallan en la parte de envuelta que forma parte de la cámara de gas, se encuentran los centros de la *válvula V* y la *falsa válvula F*.

La *válvula V*, situada al costado derecho del globo, es del tipo de mariposa, y está representada en corte vertical en la figura 65, apareciendo en la 66 una fotografía que muestra su conjunto y la forma y disposición en que se emplea en el globo.

Se compone de dos aros A y A' de madera fuerte, de 0,65 metros de diámetro y 5 centímetros de grueso, forrados de tela cauchotada y reforzados por un listón L de la misma anchura y también forrado. Estos aros están fuertemente unidos, aprisionando una corona C de varias capas

superpuestas de tela cauchotada, de 8 centímetros de diámetro, perforada en todo su contorno a y reforzada en todo el borde por cuerda de cáñamo c_1 , de 1 centímetro de diámetro.

Al listón L se unen a charnela dos semicírculos de madera fuerte y forrada de tela cauchotada S y S' . Cada uno de ellos presenta tres piezas

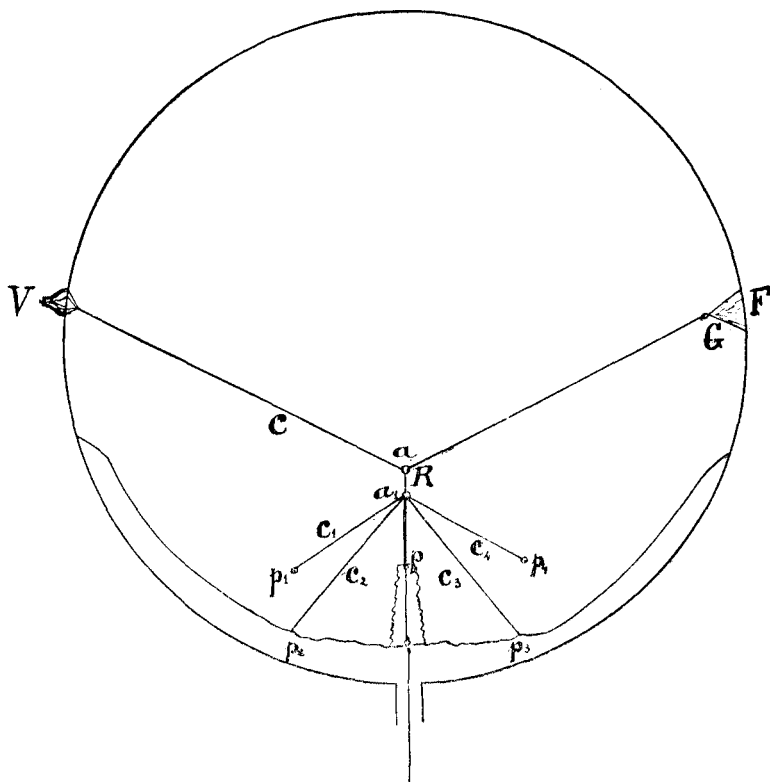


Fig. 64.

de madera P , sólidamente fijas, agujereadas superior e inferiormente en o y o' , respectivamente.

Los orificios o' dan paso a dos cuerdas c y c' de cáñamo, de 5 milímetros de diámetro y 1,40 metros de longitud. La primera c arranca de uno de estos orificios por medio de una gaza g y termina por otra gaza idéntica en el diametralmente opuesto, después de haber pasado (como se vé en p) por uno de los intermedios y por los dos ojos o_1 y o_2 de un guardacabos doble G_1 , de madera. La segunda c' se dispone del mismo modo con respecto a los orificios restantes y al mismo guardacabos G_1 .

De éste, parte un ramal de cáñamo R , de 0,20 metros de longitud y 8 milímetros de diámetro, terminado en la gaza g' .

Por los orificios o pasan los extremos de tres gomas macizas, como la g'' , de 12 milímetros de diámetro y 110 centímetros de longitud, que por su parte media atraviesan, como en a' , la pata P' de una horquilla

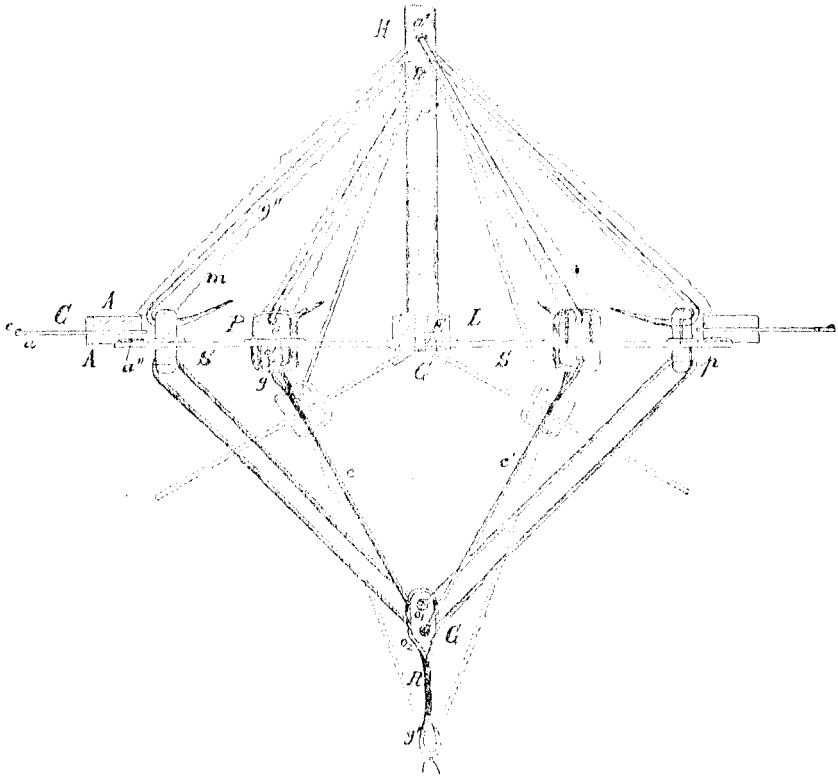


Fig. 65.

H de madera (véase detalle en la figura 67), de 45 centímetros de altura, cuyas ramas ensamblan a caja y espiga E en el listón L .

Las gomas g'' son de diámetro superior a los orificios o . De esta manera, alargándolas, se consiguen disminuir de diámetro y entren con facilidad, quedando después fuertemente sujetas, apenas cesa el alargamiento. Ello permite también darles más o menos longitud, a fin de lograr que los semicírculos S y S' se adapten fuertemente al aro A' .

Claro es que, venciendo la acción de estas gomas, se consigue con gran facilidad encajar la horquilla H en el listón L o separarla del mismo.

Como seguridad y para evitar que, al escapar el extremo de alguna de las gomas g'' o al romperse dichas gomas, se abra totalmente la válvula, cada una de las citadas gomas lleva unida en su mitad interior una

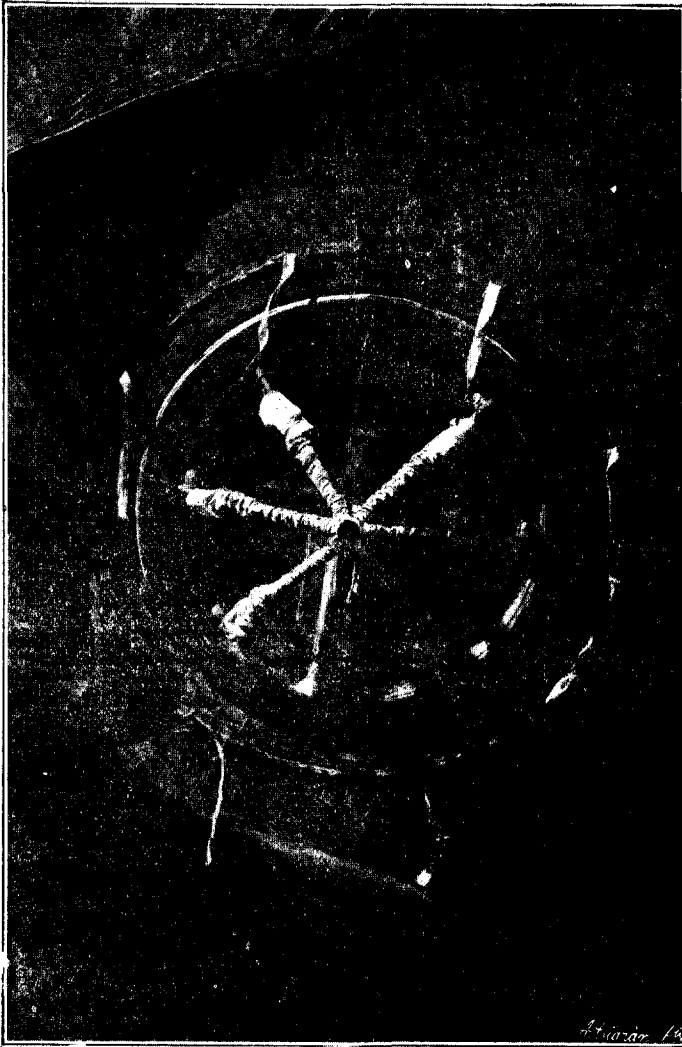


Fig. 66.

cuera fina c , cuya longitud permite holgadamente el estiramiento de la goma, y que termina anudada de modo seguro a la pieza P correspondiente, para lo cual lleva ésta un pequeño orificio o . Esto puede apreciarse en el detalle que presenta la figura 68.

Para proteger las gomas g'' de la lluvia y demás agentes que pueden ocasionar su deterioro, van cubiertas en toda su longitud por pequeñas mangas de tela cauchotada, de unos 5 centímetros de diámetro. En la figura 65 se ha representado una de estas mangas en m .

La válvula pesa 5,25 kilogramos y en condiciones normales, dependiendo ello del estado de las gomas que, frecuente y rigurosamente, de-

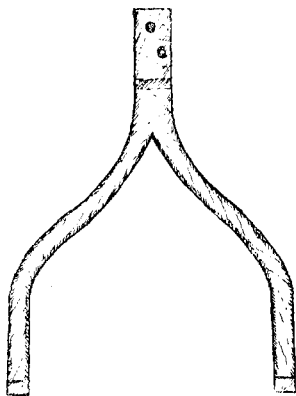


Fig. 67.

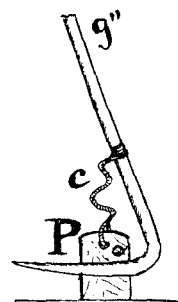


Fig. 68.

ben ser vigiladas, comienza a abrirse con un esfuerzo de tracción de 15 kilogramos, terminando su total apertura para un esfuerzo de 20 kilogramos.

Ya se deduce de la descripción hecha, el modo de funcionar de la válvula. Las gomas g'' mantienen los semicírculos S y S' fuertemente apoyados sobre el aro A' , unión que se hace completamente estanca por medio de una arandela de goma a'' que el aro presenta fija a él, pero al ejercerse una tracción en la gaza g' , capaz de vencer la acción de las citadas gomas g'' , la pirámide formada por las cuerdas c y c' se cierra, atrayendo los semicírculos S y S' , que se separan del aro A' , dejando paso al gas.

Para fijar la válvula a la envuelta del globo, presenta ésta un collar reforzado, de 10 centímetros de anchura, bordeado por cuerda de cáñamo y perforado en todo su contorno. Por estos agujeros y los de la corona que hemos visto presentaba la válvula (los a de la corona C), pasa una cuerda fina que une fuertemente la válvula al collar, cubriéndose esta unión por ambos lados, es decir, por dentro y fuera de la envuelta, con coronas tapajuntas de tela cauchotada bien pegadas, y que cubren ambas coronas de la válvula y del collar.

No son de tener en cuenta en esta válvula los fenómenos eléctricos,

pues sus órganos principales son de materias no conductoras de la electricidad, y las únicas partes metálicas (tornillos, goznes, etc.) están ab-

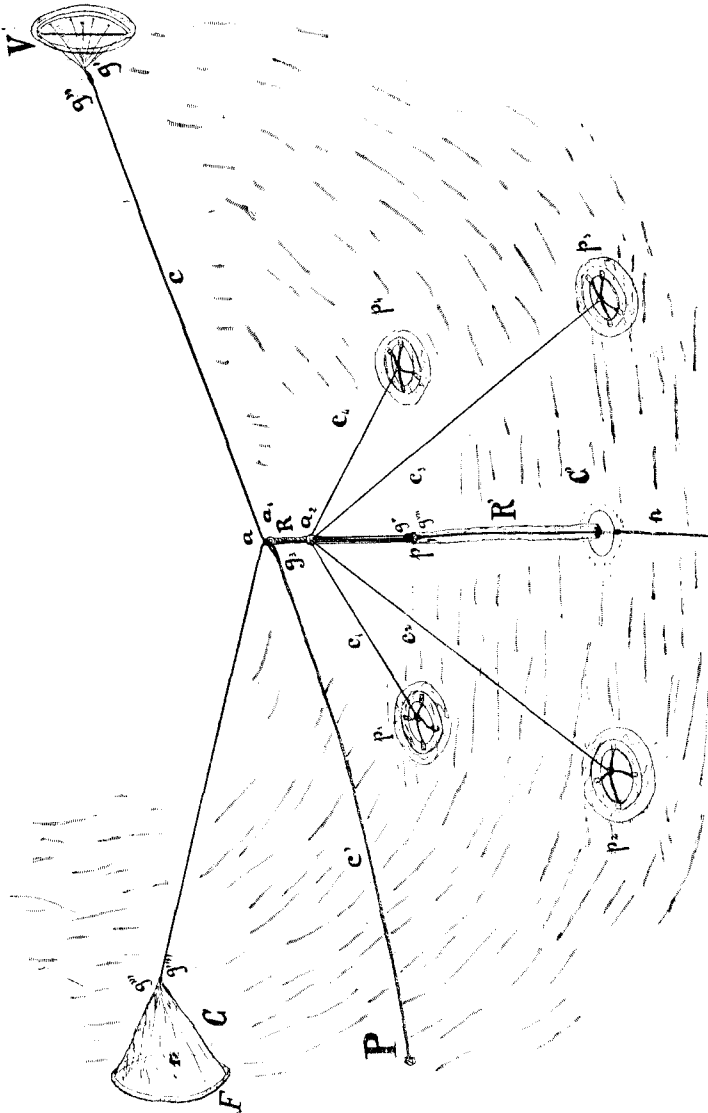


Fig. 69.

solamente aislados por hallarse recubiertos con tela cauchotada y materias aisladoras.

A la gaza g' se enlaza la g'' del cable de funcionamiento automático

c de la válvula (figs. 64 y 69), que es de 3 milímetros de diámetro y está recubierto de tela cauchotada, presentando hacia su centro un pequeño anillo guardacabos metálico a , y que termina por el otro extremo en el vértice de un cono C de tela cauchotada, de 75 centímetros de altura y cuya base circular, de 0,50 metros de diámetro y reforzada en un ancho de 10 centímetros, es lo que constituye la *falsa válvula F*. El cono C está consolidado por ocho ramales r de cáñamo, generatrices del mismo, y la unión de su vértice al cable c se efectúa por medio de dos gazas g''' y g'''' , que ambos llevan, al efecto.

El pequeño anillo guardacabos a , enlaza con otro a_1 de aluminio, algo mayor de tamaño, perteneciente a un ramal doble R de cáñamo, de 0,15 metros de longitud y 12 milímetros de diámetro, terminado por el otro extremo en otro guardacabos a_2 idéntico al a_1 , por el que pasan cuatro cables c_1 , c_2 , c_3 y c_4 , del grueso del c , pero sin recubrir, los cuales, arrancando de una pieza p (detalle de la figura 71) por una gaza g^v , van a terminar en cuatro puntos p_1 , p_2 , p_3 y p_4 del diafragma, que forman un cuadrado de 3,5 metros de lado. Esta unión se efectúa como

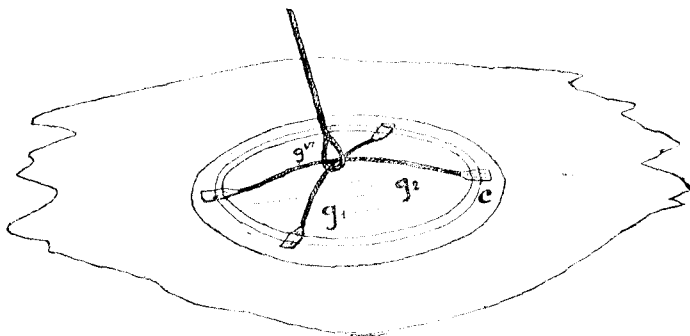


Fig. 70.

se aprecia en la figura 70, por la gaza g^v que reúne las g_1 y g_3 cosidas a la tela en una corona de refuerzo c , que presenta, corona que mide 8 centímetros de diámetro y 10 de anchura.

A la argolla inferior de la pieza p (figs. 69 y 71) se enlaza la gaza g^{vi} de un ramal de cáñamo R' , de un centímetro de diámetro, cubierto por una manga m de tela cauchotada, que arranca de la pieza p , resguarda al cáñamo del ataque que el gas pudiera ejercer sobre él y termina unida a la tela del diafragma en el círculo de refuerzo c' , de 15 centímetros de diámetro, que ésta presenta. Este círculo c' , está aprisionado por dos platillos P y P' , de 10 centímetros de diámetro, que se oprimen fuertemente por tres pasadores p y quedan en el interior de la manga

m. Ambos y la tela del diafragma, están agujereados en *o* para dar paso al ramal *R'*, y un nudo *n*, que en éste se hace, impide pueda salirse de

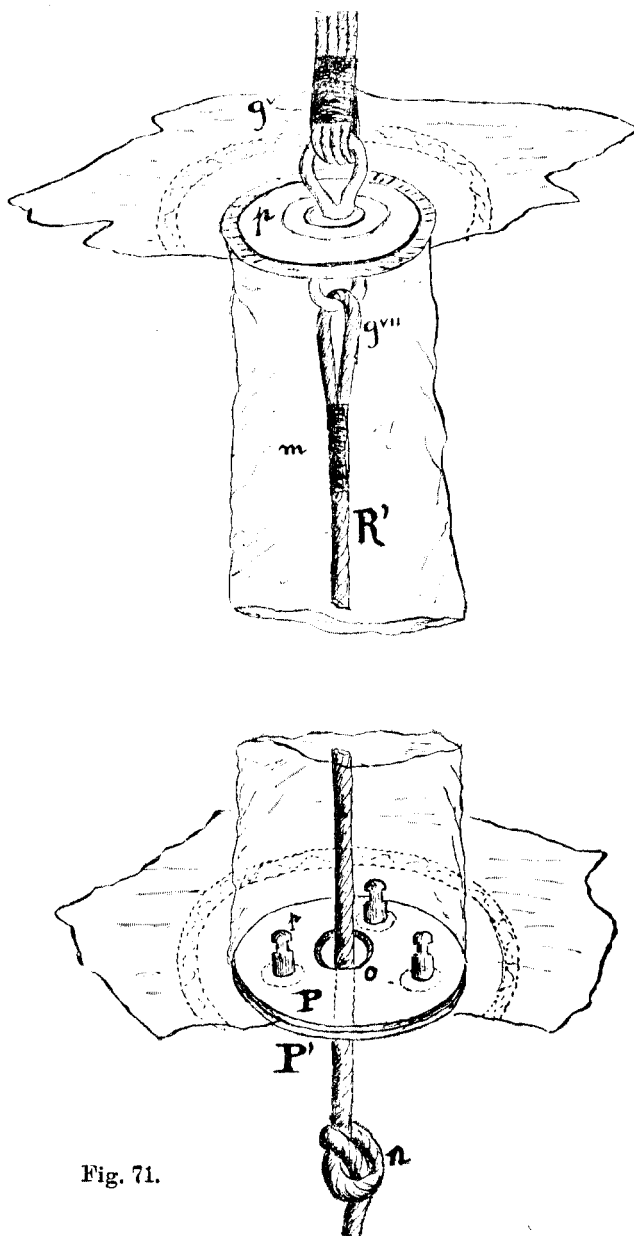


Fig. 71.

o dicho ramal, a la vez que, corriéndole hacia arriba o abajo, permite dar al referido ramal la longitud que convenga.

Fácil es darse cuenta, después de la anterior descripción, de cómo tiene lugar el funcionamiento automático de la válvula. Cuando, como resultado de la elevación del aeróstato, la presión interior de la cámara de gas llega a alcanzar valores que superan al que se marca como límite para no comprometer la seguridad de la tela, el diafragma *D* (fig. 64) desciende y apoyando en el nudo *n* tira hacia abajo del ramal *R'* que, a su vez, pone en juego la pirámide formada por los cables *c*₁, *c*₂, *c*₃ y *c*₄, y al cerrarle el ángulo que forma el cable *c* se ejerce tracción en este cable, entrando la válvula en funcionamiento.

Es, pues, esencial dar a este ramal *R'* la longitud que convenga antes de la inflación del aeróstato, y ello, que se consigue variando la situación del nudo *n*, da lugar a varios tanteos que se efectúan como indicaremos.

Para accionar voluntariamente la válvula, se emplea la llamada *cuerda de maniobra voluntaria de la válvula*, que es de cáñamo y de 1,2 centímetros de diámetro. Esta cuerda *c'* (figs. 64 y 69) enlaza por una gaza *g*₃ al guardacabo *a*₁ y atraviesa la tela de la cámara de gas por una pieza de paso *P* situada al costado izquierdo del globo, y a un metro por delante y 2,50 metros por debajo de la falsa válvula.

Esta pieza de paso consiste, sencillamente, en un carrete de hueso *h* (fig. 73), por cuyo interior pasa la cuerda *c'* a rozamiento fuerte, que impide el escape de gas, lo que se logra gracias a un refuerzo de una materia elástica *r* que en ese lugar lleva la cuerda y que, al propio tiempo, impide a dicha cuerda introducirse en la cámara de gas. La pieza *h* va montada fijamente en una almohadilla *a* cir-

cular bien reforzada, de unos 10 centímetros de diámetro, y a la salida de ella (fig. 72), la cuerda *c'* va a parar a una argolla metálica *a'* en la que enlaza por la disposición de pinza de seguridad, ya conocida, estando la argolla *a'* unida a la tela por el sistema de doble

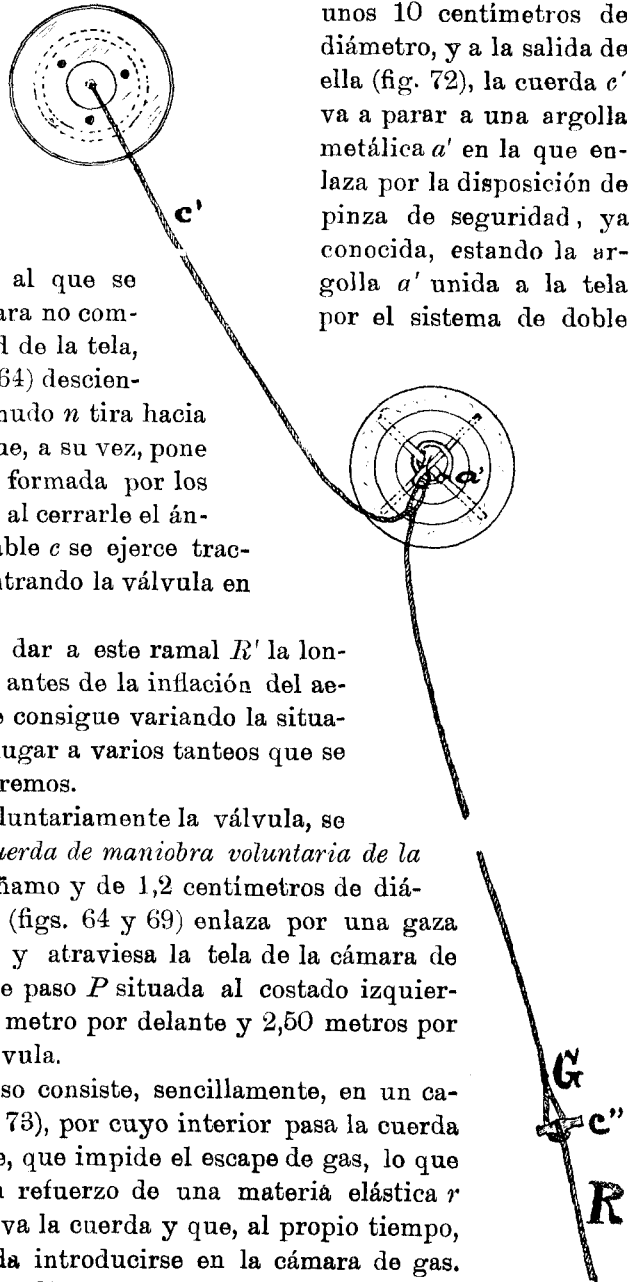


Fig. 72.

gaza y corona de refuerzo, tantas veces citado y que se indica en la figura.

Termina después la cuerda c' en una gaza G , en la que empalma el cazonete c'' de un ramal R de gran longitud, de igual diámetro que el c' y de los colores nacionales italianos (rojo, verde y blanco), que va a parar a la barquilla, al alcance de la tripulación que, para maniobrar la válvula, sólo tiene que hacer un pequeño esfuerzo preliminar para zafar la pinza de seguridad y seguir después ejerciendo tracción hacia sí.

La cuerda de maniobra voluntaria de la válvula está dividida hacia el primer tercio de su longitud y los dos trozos se

unen por medio de gazas g y g' (figura 74) que enlaza un estrobo de algo-

dón e . Dicha disposición tiene por objeto producir el aislamiento eléctrico de ambas partes de la cuerda en el caso de que, por mojadura u otra causa, pueda actuar dicha cuerda como conductor.

Al costado derecho del globo y a 60 centímetros por debajo del centro de la válvula y 1,5 metros por delante del mismo, se encuentra un orificio de unos 3 centímetros de diámetro, cuyos bordes reforzados están aprisionados por intermedio de dos arandelas de goma a y a' (figura 75), por otras dos A y A' de aluminio que se oprimen fuertemente, una contra otra, por medio de tres juegos de tornillo y tuerca como el T . La exterior A lleva soldada una pieza P del mismo metal y que presenta exactamente la forma

de una pipa de fumador, y a su boquilla se enchufa un tubo elástico de goma t , que tiene 2 metros de longitud y está adaptado vertical-

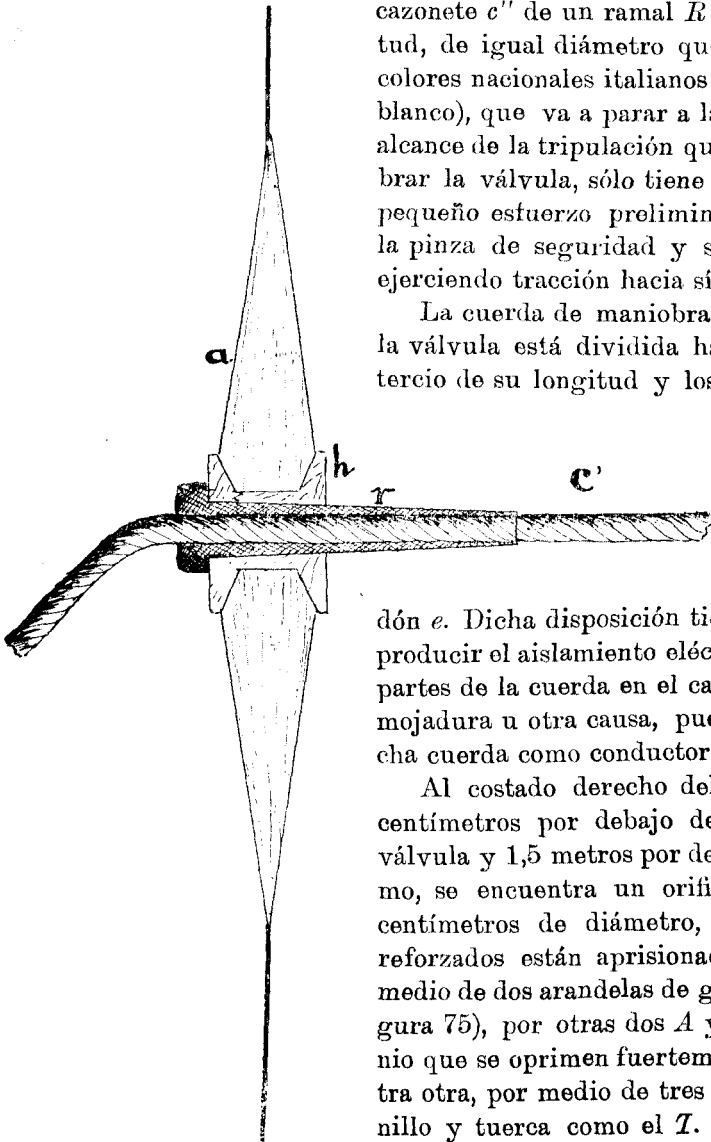


Fig. 73.

ente a la envuelta del globo y cubierto totalmente por una banda de tela cauchotada *B* de unos 15 centímetros de anchura, terminando en una boquilla de cobre *b*. Esta disposición se emplea para montar el manómetro de que más adelante hablaremos.

En el diafragma *D* (fig. 63), y a un metro por delante de la corona de refuerzo donde está situada la pieza de paso del ramal *R'*, existe otra corona de refuerzo idéntica, de la que parte una manga de tela cauchotada *m*, de 2,50 metros de longitud y 15 centímetros de diámetro, cerrada por su extremo. Esta manga llamada *manga manométrica*, atraviesa la cámara de aire y sale al exterior (fig. 76), permitiendo formar idea rápidamente y

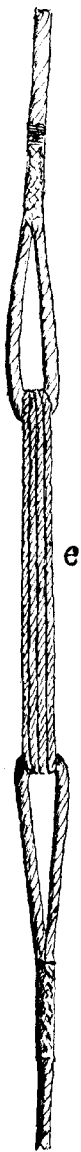


Fig. 74.

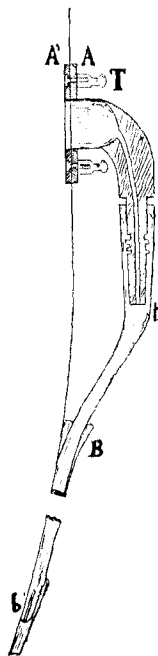


Fig. 75.

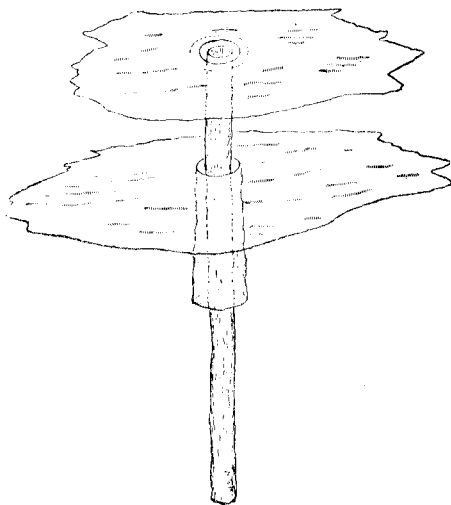


Fig. 76.

en cualquier momento de la presión que existe en la cámara de gas, según después veremos.

Situada en la cabeza, simétricamente con respecto al plano vertical de simetría del aeróstato, está la *banda de desgarrre*. Tiene una anchura de unos 70 centímetros y está doblada en ángulo de 45°, presentando el vértice en la parte superior (fig. 77).

La banda de desgarrre *B* está fuertemente cosida, cubriendo la costura una cinta tapajuntas *c*, y cierra nueve bocas elípticas, como la *b* (de

ejes 25 por 15 centímetros) destinadas a dar salida al gas cuando se desgarran, para lo que basta ejercer tracción en la cuerda de maniobra de la banda C, de cáñamo, de color rojo y de 12 centímetros de diámetro, que arranca del vértice de dicha banda por medio de un bastoncillo *b'*. Esta cuerda C, pasa por unas presillas de tela *p*, cosidas a la misma banda,

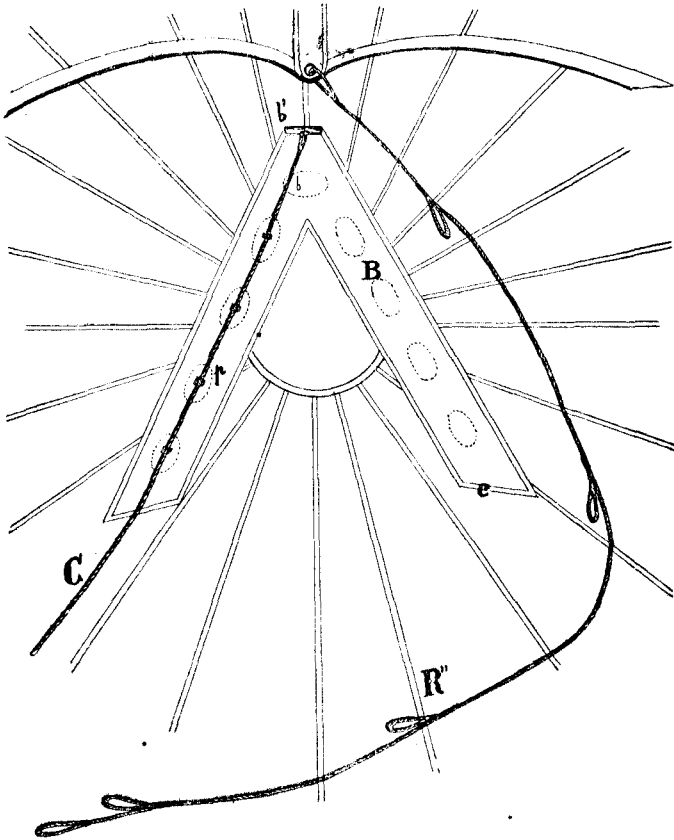


Fig. 77.

que disminuyen la posibilidad de que se rasgue por un tirón involuntario durante la maniobra, llevando además, una pinza de seguridad, de las ya conocidas, que enlaza en un anillo metálico situado 2,50 metros por debajo y 2 metros a la izquierda de la banda, disposición idéntica en todo a la que hemos visto tiene la cuerda de maniobra voluntaria de la válvula.

Como ésta, presenta en el primer tercio de su longitud la disposición

de aislamiento (fig. 78), que ya hemos señalado, y termina en la barquilla al alcance del personal de la misma.

Siguiendo la línea de doble curvatura, según hemos visto, de unión del diafragma a la envuelta, se halla fuertemente unida a ésta la *banda de amarre o relínga B* (figuras 60, 61 y 62), cuyo borde, reforzado con cuerda de cáñamo de un centímetro de diámetro, tiene la forma que en ellas se aprecia, formando arcos que se unen en *V*. Estas *V* están constituidas por varias capas de tela cauchotada, son en número de 12 y miden de altura 80 centímetros. Cada una de ellas presenta un orificio circular *o*, con su borde también reforzado, destinado a la unión de las gazas del cordaje, como después tendremos ocasión de ver.

Cada *V* se une a su correspondiente del

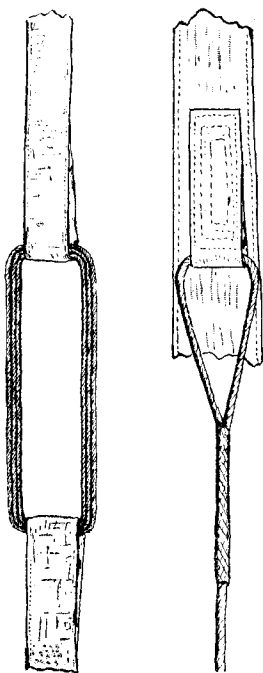


Fig. 78.

Fig. 79.

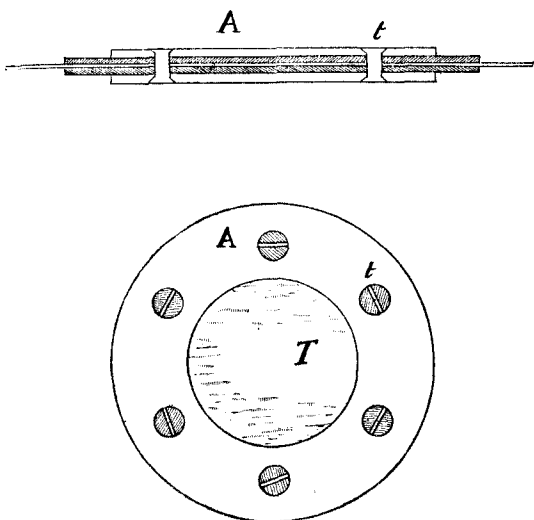


Fig. 80.

otro lado del globo por una faja *f*, reforzada y de 20 centímetros de anchura, que sigue por la parte superior de la envuelta, la dirección del paralelo correspondiente del ovoide.

A 1,25 metros por debajo de la válvula y a 0,75 metros delante de la misma está situada una anilla metálica, idéntica a las de las piezas de las cuerdas de la válvula y banda de desgarrar. Esta anilla *z* (fig. 62) sirve para enlazar un pararrayos *z'*, análogo al que hemos visto se emplea en el *Caquot* y con el mismo objeto que allí se expuso, estando constituido por un hilo de cobre, de unos 3 milímetros de diámetro, re-

cubierto de una gruesa capa aisladora y terminado en sus extremos por la pieza de enlace y por un trozo descubierto.

Los extremos de la banda de amarre están situados a 12 metros de la cabeza próximamente y se unen a la envuelta en círculos de lona y cuerda de cáñamo muy fuertes c_1 , de unos 50 centímetros de diámetro.

A lo largo del óvalo que produciría la intersección con la envuelta de un plano perpendicular al vertical de simetría del globo, y que pasase por los puntos p y p' del meridiano principal del ovoide, distantes 1,50 y un metro, respectivamente, de los L y L' , está fuertemente cosida y pegada la llamada *banda de maniobra B'* (figs. 60, 61 y 62) que presenta 15 V idénticas a las de la relinga, una en cabeza y siete en cada banda, terminando por ambos lados en círculos de refuerzo c_2 idénticos a los de aquella.

De las V laterales, las seis primeras corresponden verticalmente con las seis de la relinga, a ambos lados, es decir, se hallan sobre las mismas fajas f . Las séptimas V van sobre una faja f' idéntica y dispuesta de igual manera que las demás f . La faja de cabeza f'' sigue la dirección del meridiano del ovoide, y las porciones superiores de la faja segunda no siguen tampoco la dirección del paralelo correspondiente, sino que se apartan de la misma para ir al encuentro de la intersección de la f'' y la tercera (fig. 62).

Las fajas laterales segunda, tercera, cuarta y quinta, presentan a ambos lados de la envuelta y sólidamente cosidas a ellas, unas tiras de lona fuerte, en la forma que detalla la figura 79, formando presillas p_1 que se destinan al enlace del cordaje que después indicaremos.

Para la vigilancia de la cámara de gas posee la envuelta, al lado izquierdo y sobre la relinga, una mirilla m (fig. 62), que se encuentra a unos 20 centímetros por encima de la misma y a 1,50 metros por delante del círculo de refuerzo c_1 .

La mirilla (fig. 80) es análoga a la del globo *Caquot* antes descrito. Consiste, sencillamente, en una abertura circular de 6 centímetros de diámetro, cubierta por talco T , practicada sobre un círculo de refuerzo de unos 10 centímetros de diámetro. El talco y los bordes de la abertura están fuertemente aprisionados, por intermedio de dos arandelas de goma, por dos aros como el A , de aluminio, que se oprimen entre sí por medio de seis tornillos t .

En el costado izquierdo del globo, con el centro situado en la perpendicular que a la costura de la relinga se trazara por el círculo de refuerzo c_1 (fig. 62) y a 1,50 metros por encima de dicho círculo, se encuentra el *apéndice de inflación* que se detalla en la figura 81.

Consiste en una manga m de tela cauchotada de 60 centímetros de

longitud, que arranca de una abertura circular, de 50 centímetros de diámetro, practicada en la envuelta y bordeada por corona de refuerzo r destinada al empalme con la manga de inflación, durante ésta, y que se estrangula, una vez terminada, atándola fuertemente con una cinta o cuerda.

Mientras el globo está en funcionamiento se cubre el apéndice con un tapabocas T , de la forma que la figura indica, y que presenta seis presillas p destinadas a unirse por medio de cuerda o cinta, con otras tantas idénticas que la corona de refuerzo r presenta, quedando así oculto el apéndice y completamente protegido.

La faja de cabeza f'' que hemos visto sigue la dirección del meridiano del ovoide, se prolonga a lo largo del mismo hasta muy cerca del pa-

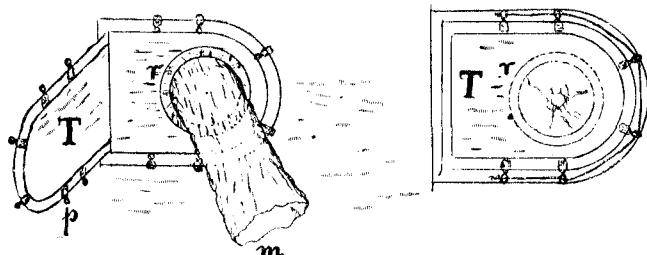


Fig. 81.

ralelo de tangencia con el tronco de cono, terminando en una V idéntica a las de la relinga, cuyo ojo está destinado al enlace de los ramales, que al tratar del cordaje veremos.

Cámara de aire.—El compartimiento inferior A (figs. 63 y 64) de los dos en que el diafragma D divide al ovoide, es la cámara de aire y la parte de envuelta que forma parte de ella es de tela doble cauchotada, de 325 gramos de peso por metro cuadrado, suficientemente impermeable para no permitir escapar aire o gas, a 0,4 atmósferas de presión y capaz de resistir presiones de 0,6 atmósferas sin romperse.

Los centros de todas las aberturas que la cámara de gas presenta se encuentran en el plano vertical de simetría del aeróstato.

A 60 centímetros de la relinga se encuentra el de una circular de 35 centímetros de diámetro, con sus bordes reforzados, de la que parte una manga m_1 de 40 centímetros de longitud. Esta manga se cierra, por medio de una cinta, para que el aire no escape durante el funcionamiento del globo, dejándose abierta, en cambio, en el anclaje. (Véase las figuras 62 y 63 y el detalle de la 82.)

Idénticas a esta última se encuentran otras dos mangas m_2 y m_3 , a 7 y 8 metros, respectivamente, de la anterior. Sirve la primera para dar paso a la manga manométrica m (figs. 62 y 75), que puede salir así al exterior, lo que es de aplicación durante la inflación, pues al empezar a llenarse de gas dicha manga, debe suspenderse en seguida la inflación por hallarse lleno el globo. Para apreciarlo se elevará éste lo necesario, y si la válvula no se ha abierto al llenarse la manga, será prueba de que la graduación está mal hecha y servirá ello de indicación para corregirla inmediatamente. Una vez terminada la inflación, la manga manométrica se arrolla y mete en la cámara de aire, estrangulando la manga m_2 .

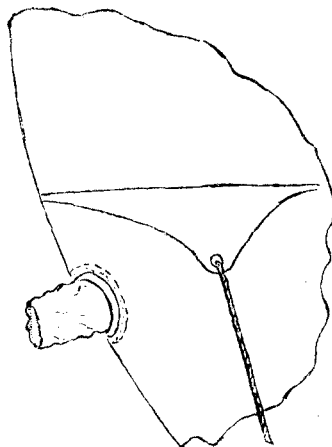


Fig. 82.

La segunda m_3 , que permanece cerrada durante la ascensión, sirve para poder medir con un termómetro la temperatura de la cámara de aire, y para inspeccionar el nudo n (figs. 62 y 71), corrigiendo, si conviene, la gra-

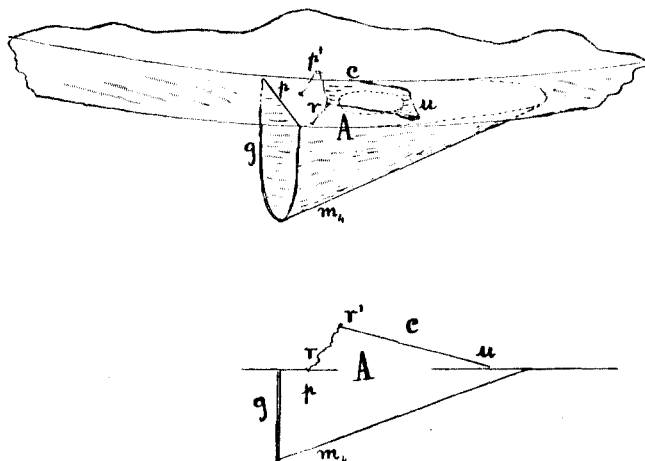


Fig. 83.

duación de la válvula que, es sabido, depende exclusivamente de dicho nudo.

A unos 5,50 metros de la relinga se encuentra la abertura A , de en-

trada automática de aire, que es circular, de 50 centímetros de diámetro, afectando exteriormente la disposición en cangilón que hemos visto afectaba en el *Caquot* y que presenta la figura 83, en la que aparece la manga m_4 bordeada por goma g de 2 centímetros de diámetro. En el interior de la cámara de aire, presenta una cortina de tela cauchotada c (véase el corte vertical en la misma figura), de 90 por 75 centímetros, que está unida en u en toda su anchura y por el extremo opuesto lo efectúa por dos ramalitos r de cáñamo que se atan a las presillas p y p' , respectivamente, de la cortina y la envuelta.

De esta manera, cuando el globo está orientado, es decir, cuando el viento le azota de frente, el aire penetra por la manga m_4 y la abertura A , y levantando la cortina c , llena el interior de la cámara de aire, no pudiendo salir después en ningún caso (salvo en el de presión considerable) por la misma abertura, ya que antes de efectuarlo abate la cortina sobre ella, cerrándola.

Sistema estabilizador.—El sistema estabilizador está formado por un tronco de cono recto circular, tangente al ovoide a lo largo del paralelo, de 9 metros de diámetro y que dista de cabeza 14 metros, y tres lóbulos de la forma que puede apreciarse en las figuras 61 y 62.

Estos lóbulos L_1 , L_2 y L_3 están dispuestos en forma análoga a los que hemos visto componen el estabilizador del globo *Caquot* ya estudiado, es decir, a 120° . Sus proas apoyan en el paralelo del ovoide, que dista de cabeza 11,50 metros, y cuyo diámetro es de 10 metros, siendo el plano de simetría del inferior L_1 el mismo del aeróstato.

Tanto el tronco de cono como los lóbulos están contruídos de paños de tela cauchotada de la misma clase empleada para la construcción de la parte inferior de la cámara de aire.

La figura 84 presenta el lóbulo inferior; a es una abertura circular de 25 centímetros de diámetro que establece comunicación entre la cámara de aire y lóbulo; A_1 una abertura con la disposición de cangilón idéntica a la que hemos visto posee la cámara de aire, con el mismo objeto que aquélla; e es un apéndice, cuya abertura circular, de 50 centímetros de diámetro, va provista de una manga m' de 60 centímetros de longitud; m'' es una pequeña manga, situada a unos 4 metros del arranque posterior del lóbulo, de unos 10 centímetros de diámetro de abertura y unos 20 de longitud de manga, cuyo objeto es proporcionar al lóbulo un desahogo, para lo que permanece abierta durante el funcionamiento del aeróstato.

La comunicación del lóbulo y el tronco de cono, se establece por la abertura circular a' , de 35 centímetros de diámetro, cuya disposición aparece detallada en la figura 85. En ella se vé que superiormente está cubierta por una cortina holgada c , que se ahueca al entrar el aire, no

permitiendo después su salida, porque al ser empujada por él, se abate sobre la abertura y la cierra.

Todas las aberturas indicadas, que son circulares y presentan sus

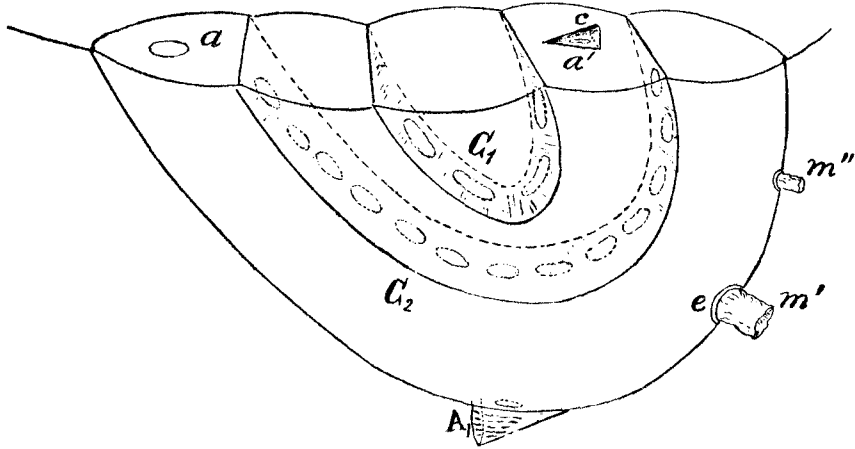


Fig. 84

bordes reforzados mediante coronas análogas a las tantas veces ya citadas, presentan sus centros en el plano de simetría del lóbulo.

La armazón, gracias a la cual adquiere el lóbulo la forma conveniente, no es de cuerdas como hemos visto era la análoga del *Caquot*. En este

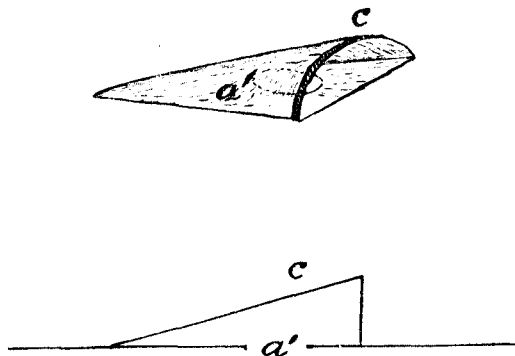


Fig. 85.

tipo se compone de dos porciones de superficie cilíndrica, de tela cauchotada, C_1 y C_2 (fig. 84), que presentan alineadas cuatro y trece, respectivamente, aberturas circulares de 25 centímetros de diámetro. Claro es

que estas aberturas tienen por objeto permitir que el aire circule libremente en el interior del lóbulo.

Los lóbulos laterales son de forma idéntica al inferior, sin más diferencia que la de que carecen de entrada exterior automática de aire y de apéndice, y la de que su superficie de unión con el tronco de cono presenta nueve bocas circulares idénticas a las que hemos visto tienen las telas interiores que componen la armazón del lóbulo. Dichas bocas, que están destinadas a establecer la libre circulación del aire desde el tronco de cono al lóbulo, están dispuestas al tresbolillo, como se indica en la figura 86.

El tronco de cono *T* (figs. 61, 62 y 86) tiene 0,80 metros de diámetro de base menor, y de la abertura circular que ofrece arranca una manga

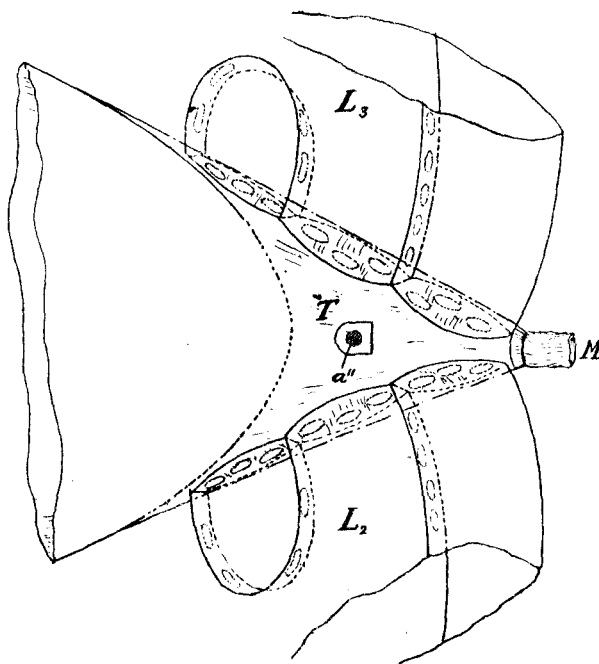


Fig. 86.

M de 0,90 metros de longitud, destinada a dar salida al aire cuando el aerostato va a ser anclado y que, naturalmente, está cerrada durante su funcionamiento.

A un tercio, aproximadamente, de su base mayor y con el centro en el plano de simetría del aerostato, presenta el tronco de cono una abertura circular *a''* de 25 centímetros de diámetro, idéntica a la *a'* y des-

crita, pero con una disposición especial que le hace actuar como válvula de seguridad, dejando escapar el aire del tronco de cono cuando la presión interior pasa de un cierto límite. Consiste esta disposición (fig. 87) en un platillo de plomo p de diámetro algo menor que la abertura a'' y que va unido a la cortina holgada c' , con lo que dicha cortina permanece siempre abatida sobre la abertura, no pudiendo escapar el aire hasta que la presión es capaz de vencer el peso del platillo, levantándolo.

El sistema estabilizador de este aeróstato presenta una particularidad que no ofrece el *Caquot*, y es que requiere, por su mayor volumen y disposición, efectuar antes de la elevación del globo la inflación de aire de los lóbulos inferiores y del tronco de cono, lo que se efectúa en tierra y por medio de un ventilador, que se empalma en la manga M , cerrando previamente las m' y dejando abiertas las m'' , con lo que se consigue que, desde el primer momento, adquiera el aeróstato la forma normal que de otra manera tardaría bastante tiempo en adquirir y originaría movimientos anormales. Claro es que después de inflado el tronco de cono, precisa estrangular la manga M .

Y, por el contrario, al anclar el globo hay que vaciar previamente el sistema estabilizador, lo que se consigue abriendo todas sus aberturas y amarrando, con su cordaje especial al objeto, dicho sistema.

Segunda parte. Cordaje.—En el cordaje del globo *Avorio-Prassone* distinguiremos solamente cinco partes:

- 1.^a Cordaje de retención,
- 2.^a Cordaje de suspensión,
- 3.^a Cordaje de maniobra,
- 4.^a Cordaje de anclaje, y
- 5.^a Cordaje de amarre del sistema estabilizador, ya que el cable de

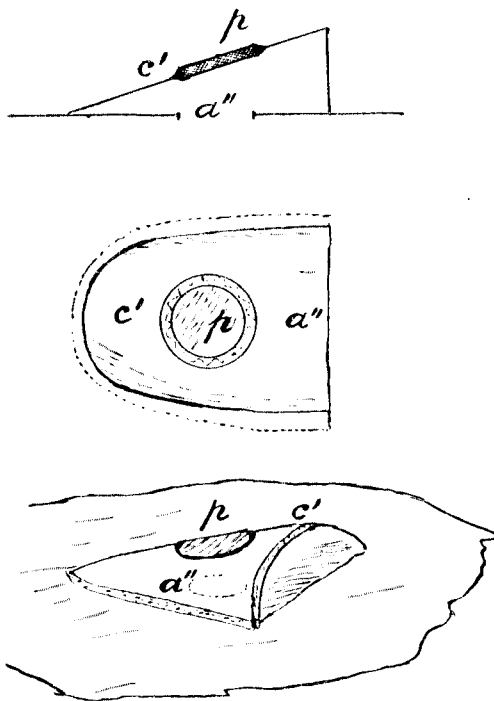


Fig. 87.

retención y el cordaje de transporte y paso de obstáculos, que no forman parte del globo propiamente dicho, son los mismos empleados en el tipo *Caquot*.

1.^a *Cordaje de retención*.—A ambos lados del aeróstato y de cada una de las *V* de la relinga, arranca, por medio de una gaza que enlaza en el ojo correspondiente de la misma, un ramal de cáñamo *R* (figs. 62 y 88) de 15 milímetros de diámetro, provisto de un tensor de madera *T*, análogo a los que ya conocemos (fig. 33) y con igual objeto.

Los seis ramales de cada lado concurren en un anillo (como los *a* y *a'*, figuras 88 y 89) de hierro galvanizado, de 10 centímetros de diámetro.

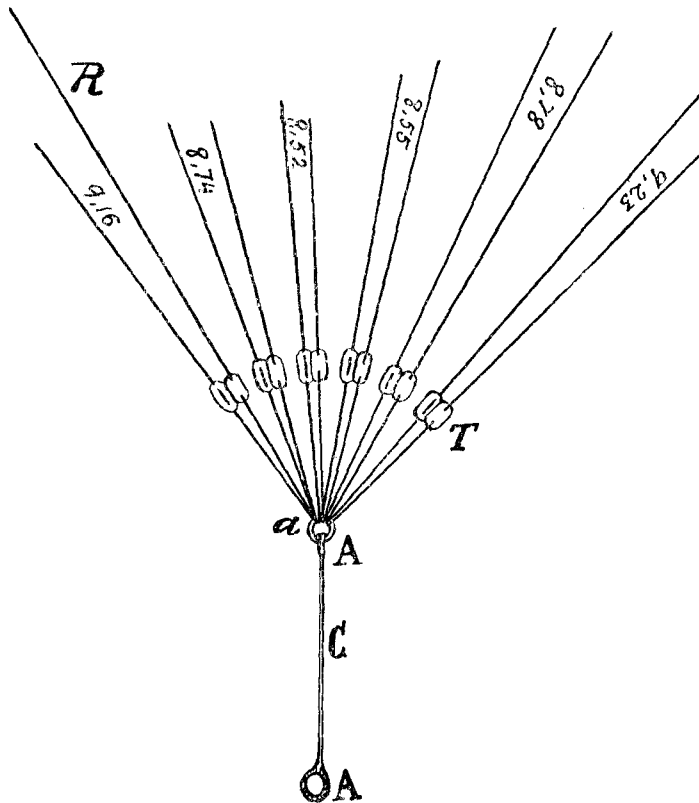


Fig 88.

Los anillos *a* y *a'* están unidos por un anillo guardacabos *A* del mismo metal y de 8 centímetros de diámetro, terminal de un cable *C* de 15 milímetros de diámetro y 85 centímetros de longitud, que tiene en su otro extremo un guardacabos *A'* idéntico al *A*. Los anillos *a* y *a'* se unen

también por otros anillos a'' y a''' del mismo metal y de 5 centímetros de diámetro, con el objeto que después tendremos ocasión de ver.

Las porciones de los ramales R que apoyan en los anillos a y a' están forradas de cuero, que les sirve de protección y, análogamente, el cable C está forrado por completo de tela cauchotada.

De esta manera queda constituida una pirámide de 12 ramales que forman el *cordaje de retención*. En la figura 88 se señalan las longitudes de dichos ramales.

Al anillo guardacabos A' se enlaza el cable de retención por medio de las piezas de enlace que hemos visto se emplean en el tipo *Caquot*.

2.^a *Cordaje de suspensión*. — A cada lado de la envuelta, de las V segunda, tercera, quinta y sexta de la relinga arrancan de la misma manera que lo efectúan los ramales de retención, cuatro ramales R' (figuras 62 y 90) del mismo diámetro que aquéllos y de las longitudes que en la figura 90 se señalan. Dichos ramales terminan en gazas g , y el sistema de ocho que así se forma constituye el *cordaje de suspensión*. La figura 91 presenta el detalle de una de estas V .

3.^a *Cordaje de maniobra*. — De las quince V que hemos visto tiene la banda de maniobra arrancan, gracias a gazas que entran en los ojos de las V , otros tantos ramales de cáñamo R'' (figs. 62, 77 y 91) de color encarnado y de 12 milímetros de diámetro, presentando cada uno cuatro gazas, además de la de enlace a la banda, con objeto de unirlos, por la que en cada caso resulte más conveniente, a las cuerdas de maniobra C , que son en número de quince y están hechas de algodón para no

dañar las manos de los sirvientes, con un diámetro de 25 milímetros, ofreciendo para el enlace un cazonete de madera c .

Dichas gazas sirven igualmente para facilitar las maniobras de trans-

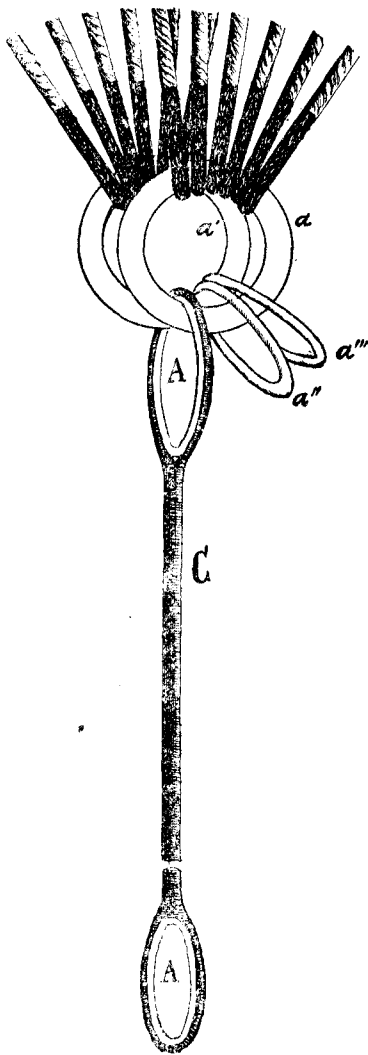


Fig. 89.

porte y anclaje, ya que permiten colgar de ellas los sacos de lastre que convenga.

Los anillos a'' y a''' (fig. 89) están destinados a enlazar dos importantes elementos del cordaje de maniobra (fig. 93).

En el a'' enlaza el gancho-mosquetón g de un cable c del diámetro del de retención, que por el otro extremo termina en una argolla a , en

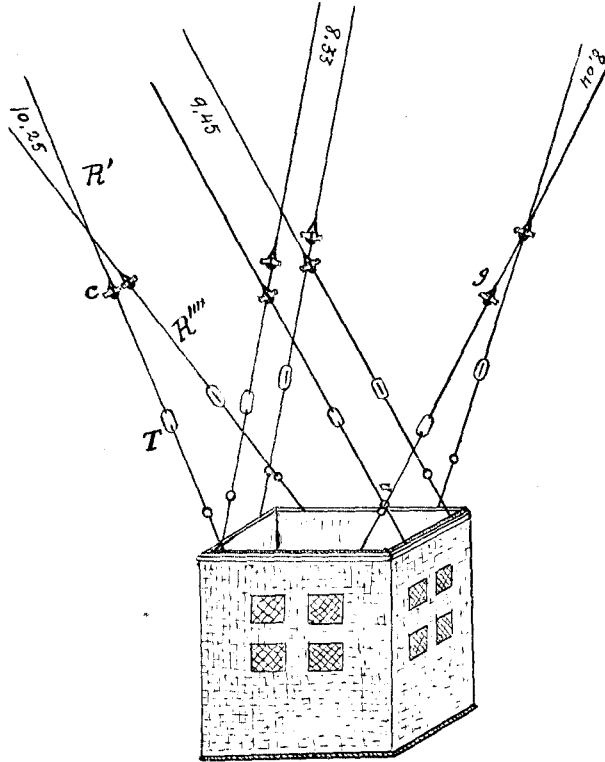


Fig. 90.

la que enlaza la pieza de unión p , que sostiene tres ramales de cáñamo r de 14 milímetros de diámetro. En la figura 93 se indican las longitudes del cable y los ramales, y la 94 presenta un detalle de la pieza p . En ella se ve que la unión se deshace fácilmente, bastando separar el fiador f y levantar la anilla a , pues el peso de los ramales basta para hacer girar el gancho g hacia abajo. Los ramales r terminan en gazas, destinadas a soportar el lastre necesario para que, cuando el globo no esté retenido por el cable, es decir, durante el transporte, su posición sea la normal, al par

que su fuerza ascensional esté disminuída. De esta suerte, cuando el globo se enlaza al cable de retención, se actuará sobre la pieza *p* y se desprenderán los ramales *r*, pudiéndose con facilidad separar después el cable *c* y, al contrario, cuando el globo deba desenlazarse del cable de

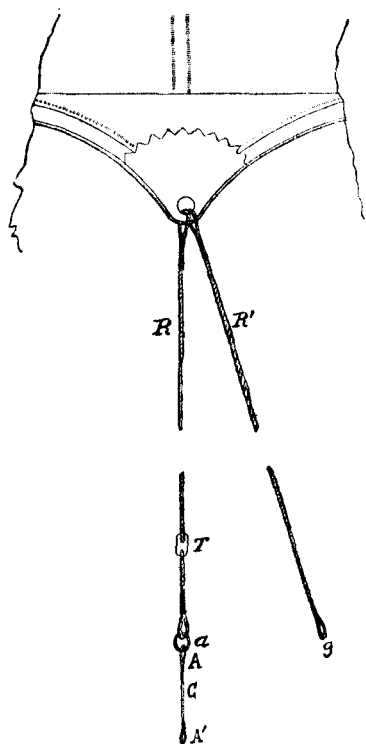


Fig. 91.

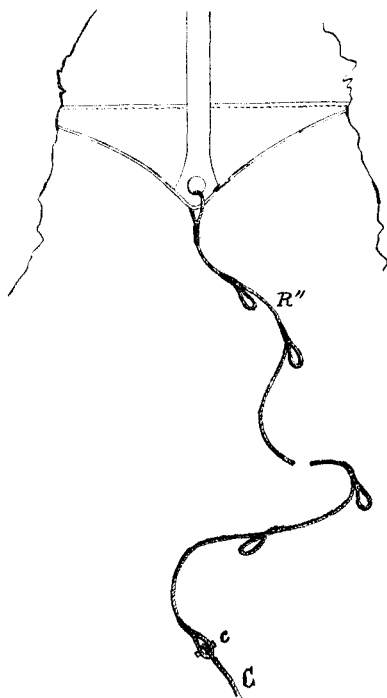


Fig. 92.

retención se enlazará previamente el gancho *g*, colgando de las gazas de los ramales *r* los sacos de lastre que convenga.

En el *a'''* se enlaza de igual modo el gancho-mosquetón de otro sistema análogo al anterior, pero todo él de cáñamo y sin pieza de unión (simplemente la anilla *a'*), que sirve para ayudar el transporte empalmado a sus gazas el número de cuerdas de maniobra que convenga cuando el viento sea intenso o este transporte esté dificultado por obstáculos. Es el segundo de los representados en la figura 93.

4.^a *Cordaje de anclaje*.—El cordaje de anclaje se compone de ocho ramales *R'''* (fig. 62) de cáñamo, de 7 milímetros de diámetro y 4,50 metros de longitud, dispuestos cuatro a cada costado del globo y enlazados, por medio de gaza, en las presillas que ya hemos indicado (fig. 79).

Cada ramal termina por su parte inferior, en otra gaza destinada al enlace de la *cuerda de anclaje* correspondiente.

Las cuerdas de anclaje *A* (fig. 62) son de cáñamo, de 10 milímetros de diámetro y 5,50 metros de longitud. Terminan por uno de sus ex-

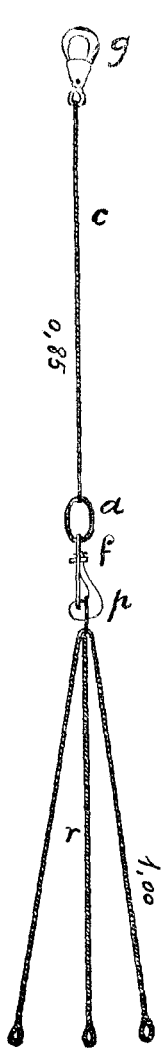


Fig. 93.

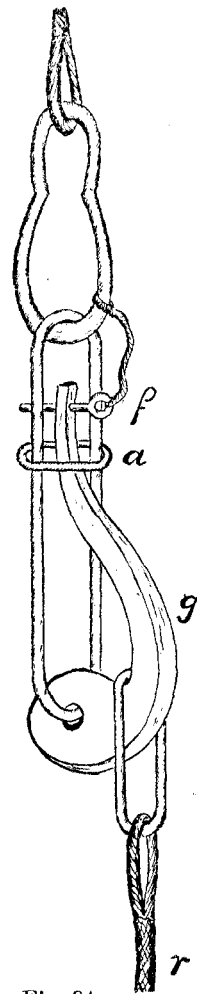
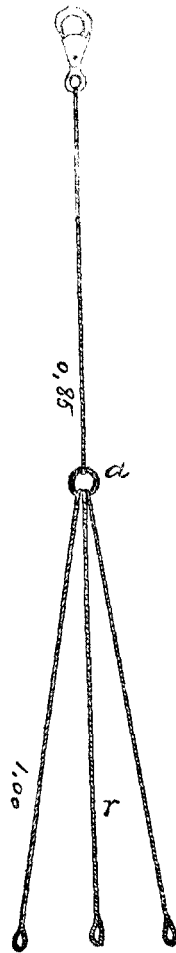


Fig. 94.

tremos en cazonete de madera, destinado al enlace con los ramales R''' y por el otro en gaza, ofreciendo además tres de estas, intermedias, cuyo objeto es facilitar la operación del anclaje, bien colgando sacos de lastre de ellas, bien derivando otros ramales en las mismas.

5.^a *Cordaje de amarre del sistema estabilizador.*—Consiste sencillamente en dos ramales, como el R''' (fig. 62), que por medio de gazas enlazan en el ojo que presenta la V en que termina posteriormente la faja f'' de refuerzo, que sigue la dirección del meridiano vertical del ovoide, y que antes hemos señalado.

Ambos ramales son de cáñamo, de 13 milímetros de diámetro y 11,50 metros de longitud, terminando en gazas. Con ellos se adaptan los lóbulos, una vez desinflados, a la envuelta, cuando el aeróstato deba ser anclado.

Tercera parte. Barquilla.—En la barquilla de este tipo de aeróstato hay tres partes que considerar:

- 1.^a El enlace,
- 2.^a La barquilla propiamente dicha y
- 3.^a Los aparatos y accesorios de la misma.

1.^a *Enlace.*—El intermedio de unión de la barquilla al cordaje de suspensión se compone de ocho ramales idénticos R''' (fig. 90), de 1,30 metros de longitud y 15 milímetros de diámetro, terminados por un extremo en cazonetes c y por el otro en gazas g , que forman los tensores T idénticos a los que ya son conocidos.

2.^a *Barquilla.*—La barquilla del globo *Avorio-Prassone* es de forma paralelepédica rectangular. La armazón (fig. 95) está formada sencillamente por cuatro cuerdas de cáñamo c de 20 milímetros de diámetro, terminadas en ocho gazas G que encierran anillos a de hierro galvanizado, y por último, tres listones L de madera fuerte, sobre los que descansa el conjunto. Las gazas G están perfectamente forradas de cuero protector, así como el borde de la barquilla.

Interiormente la barquilla se forra de lona, que presenta unas bolsas o carteras destinadas a contener los útiles y efectos. Al exterior asoman unas asas a' formadas por una cuerda de cáñamo que rodea horizontalmente la barquilla, entrelazándose con el mimbre y que, situadas a altura conveniente, sirven para el transporte de la misma.

La figura 96 muestra el modo de efectuarse la unión de la barquilla al aeróstato. Las gazas g de los ramales de enlace se unen a los anillos a en la forma que se indica.

Para enlazar la barquilla al globo bastará, pues, unir los ramales R''' a los R' de suspensión (fig. 90), pero esta unión ha de efectuarse como sigue: los R''' laterales anteriores se unirán, cruzados previamente, a los R' primeros (que parten, uno a cada lado del globo, de las V segundas); los R''' laterales posteriores se unirán, cruzados previamente, a los R' últimos (que arrancan, uno a cada lado del globo, de las V sextas); los R''' posteriores se unirán, sin cruzar, a los R' segundos (que parten, uno

a cada lado del globo, de las **V** terceras); y, por último, los R'' anteriores se unirán, sin cruzar, a los R' terceros (que parten, uno a cada lado

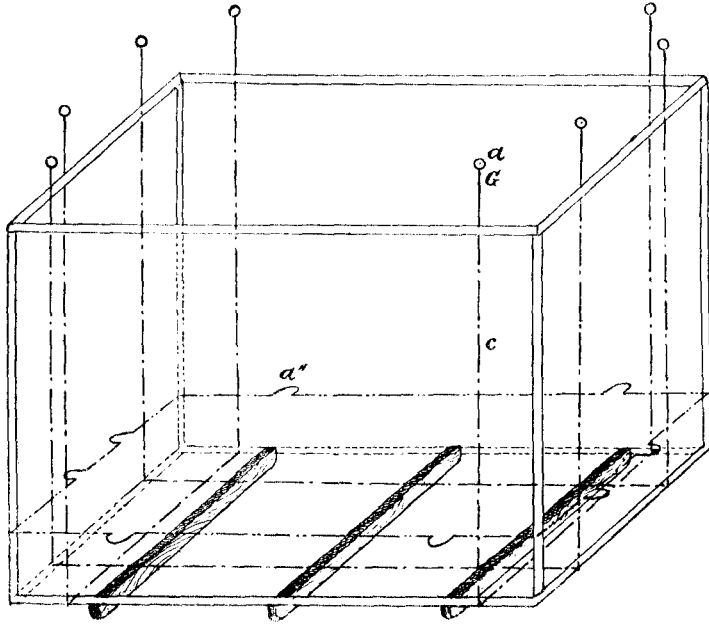


Fig. 95.

del globo, de las **V** quintas) y teniendo cuidado de que queden comprendidos por los R''' posteriores.

3.^a *Aparatos y accesorios de la barquilla.*—Los mismos aparatos que emplea el *Caquot* son de aplicación en la barquilla del tipo que nos ocupa, como igualmente se emplean los mismos aparatos que allí hemos visto para la comunicación con tierra.

También se emplea en este aeróstato el paracaídas de barquilla, siendo lógicamente distintas la disposición en que va montado y la forma de funcionar (fig. 97).

El paracaídas va encerrado en una envuelta o funda tronco-cónica T , que está montada sobre un bastidor B forrado de tela cauchotada, siendo sostenida superiormente por dos arcos metálicos A .

En cada uno de los cuatro vértices del bastidor existen dos asas metálicas a_1 y a'_1 .

En la primera enlazan, por medio de las gazas que forman los tensores T y T' , dos ramales R y R' idénticos a los que ya conocemos para

enlace de la barquilla al cordaje de suspensión (fig. 96). Hay, pues, ocho ramales de éstos.

Por cada asa de las a'_1 pasa un ramal, como el R_1 , que arranca de una pieza metálica P (en la que enlaza por medio de una gaza que rodea

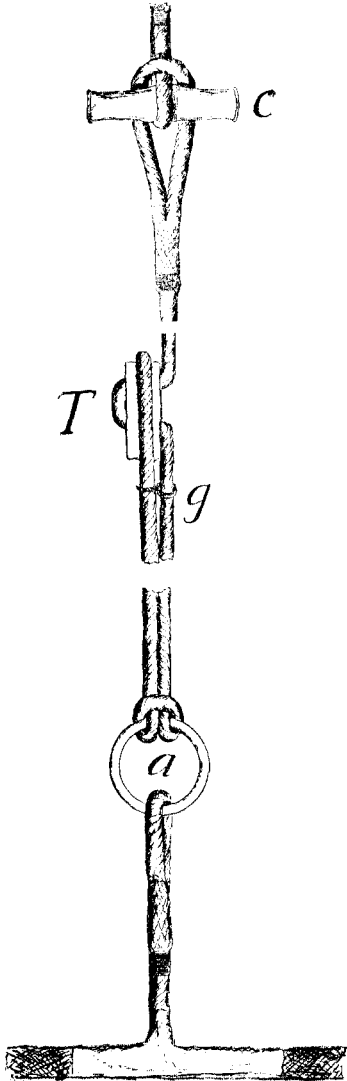


Fig. 96.

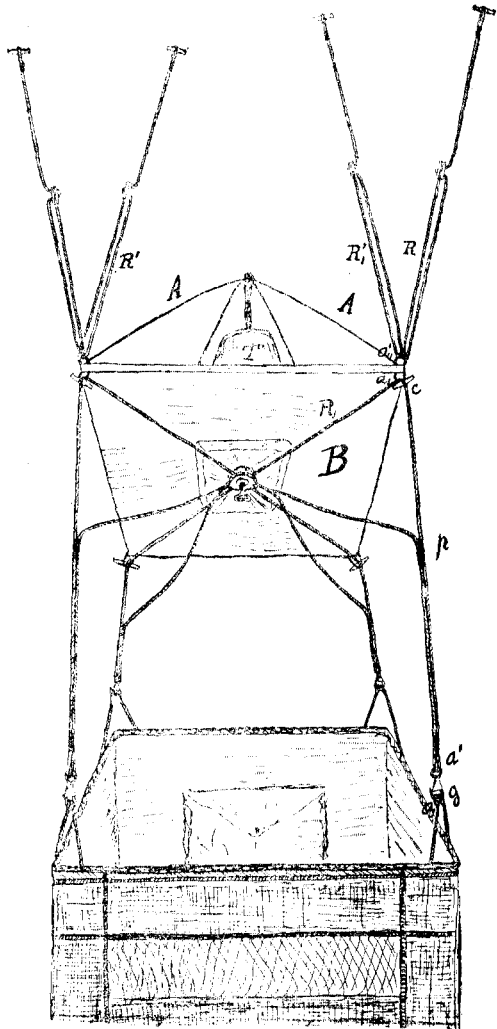


Fig. 97.

el pivote de la pieza), entra en el asa (ofreciendo un cazonete c para evitar que el ramal se corra), sigue hasta el anillo guardacabos a'' , al que rodea, continuando adaptada a lo largo de la porción anterior hasta un

punto *p*, en que se separa dirigiéndose hacia la pieza *P*, a la que se une (rodeando otro pivote de ella), y volviendo a salir de dicha pieza para continuar formando, con respecto al vértice siguiente del bastidor, un sistema idéntico al que acabamos de ver, y terminar, finalmente, en una gaza idéntica a la de partida que rodea otro pivote análogo al primero

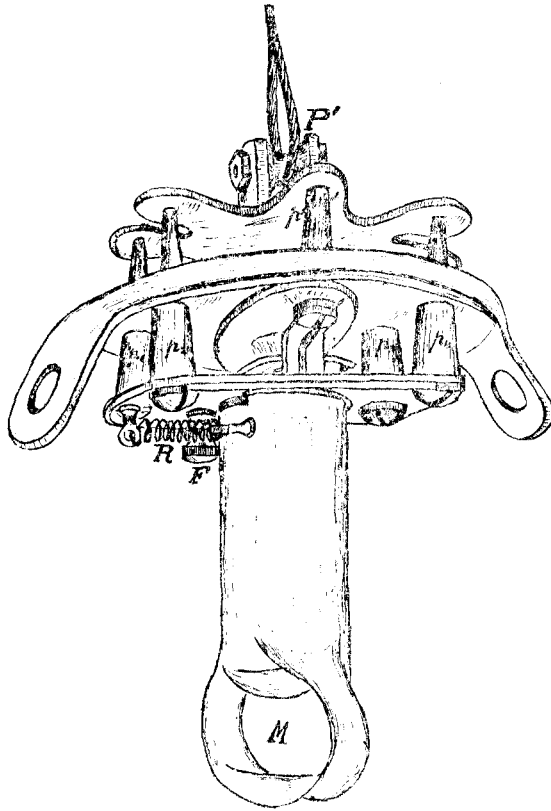


Fig. 98.

de los citados de la pieza *P*. Hay, pues, dos ramales de esta clase, correspondiendo cada uno a dos esquinas consecutivas de la barquilla.

El equipo del aeróstato, empleando este sistema, se deduce de la anterior descripción. Los ocho ramales, como los *R* y *R'*, son idénticos a los de la figura 96, y de modo idéntico se enlazarán al cordaje de suspensión. Los anillos guardacabos, como el *a''*, encierran un gancho mosquetón *g*, y cada uno de estos ganchos mosquetones está destinado a unir los dos anillos *a* de la barquilla que existen en cada esquina de la misma.

En las figuras 98 99, 100 y 101 se encuentran representadas las tres fases del funcionamiento de la pieza *P* metálica de que hemos hablado.

En la primera fase (fig. 99) las cuatro gazas terminales de los ramales, como el R_1 , rodean los cuatro pivotes p_1, p_2, p_3 y p_4 y las dos gazas intermedias de los mismos, los p' y p'' . Entonces el aeróstato suspende normalmente el paracaídas y la barquilla y el tornillo fiador *F* impide un funcionamiento inoportuno de la pieza.

En la segunda fase (fig. 100) (a la que se llega girando a la derecha el mango *M*, para lo que previamente hay que aflojar el fiador *F* y ven-

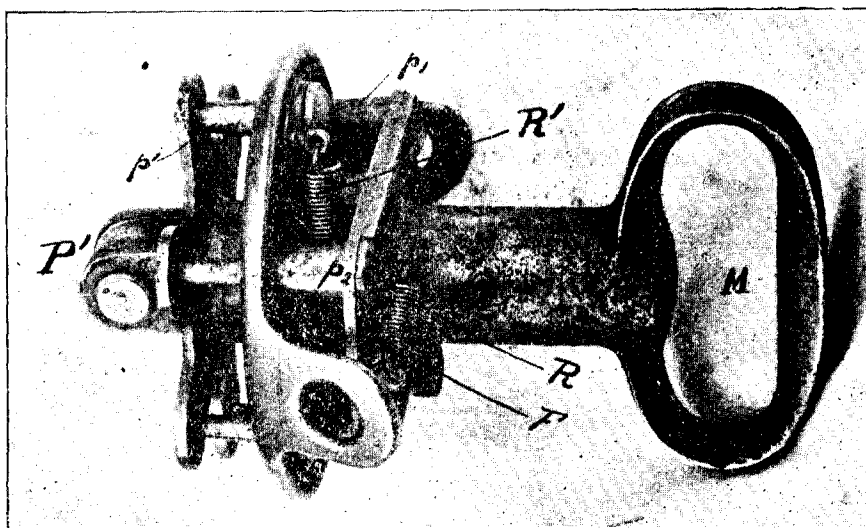


Fig. 99.

cer la acción del resorte *R*) se dejan en libertad las gazas terminales que, naturalmente, se salen de la pieza y el peso de la barquilla carga sobre las dos gazas intermedias, saliéndose los ramales R_1 por las asas a_1 y quedando unidos barquilla y paracaídas, y aislado el globo, que ya no suspenderá más que el bastidor *B* y la funda *T* (fig. 97). Se comprende que el paracaídas saldrá inmediatamente de su funda y emprenderá el descenso suspendiendo la barquilla.

Por último, en la tercera fase (fig. 101) (a la que se llega girando el mango M' a la izquierda, venciendo antes la acción del resorte R') se ponen en libertad las gazas intermedias que encerraban los pivotes p' y p'' , separándose el paracaídas de la barquilla. Ello evita el arrastre que

al final del descenso tendrá lugar si el viento azotase y continuara el enlace de paracaídas y barquilla.

La pieza *P* se une al paracaídas, haciendo entrar la gaza de éste en el

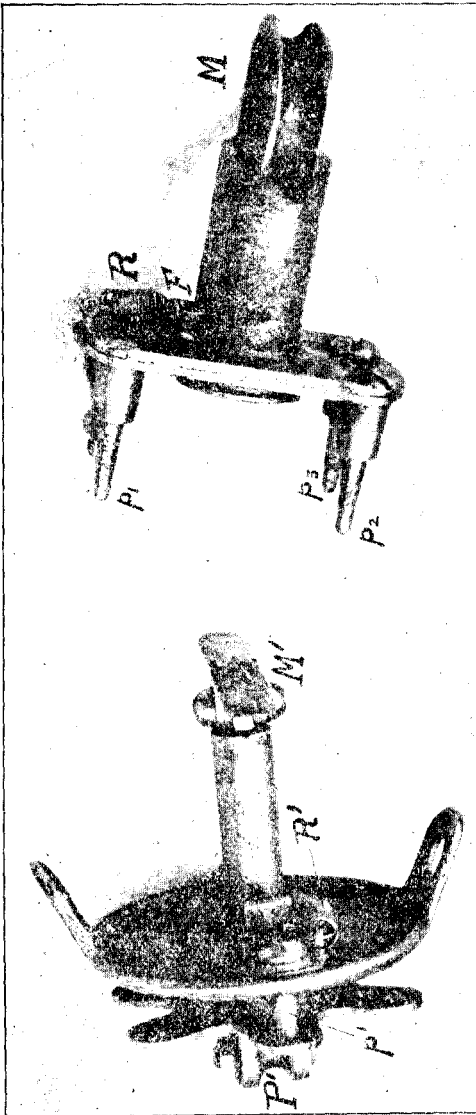


Fig. 100.

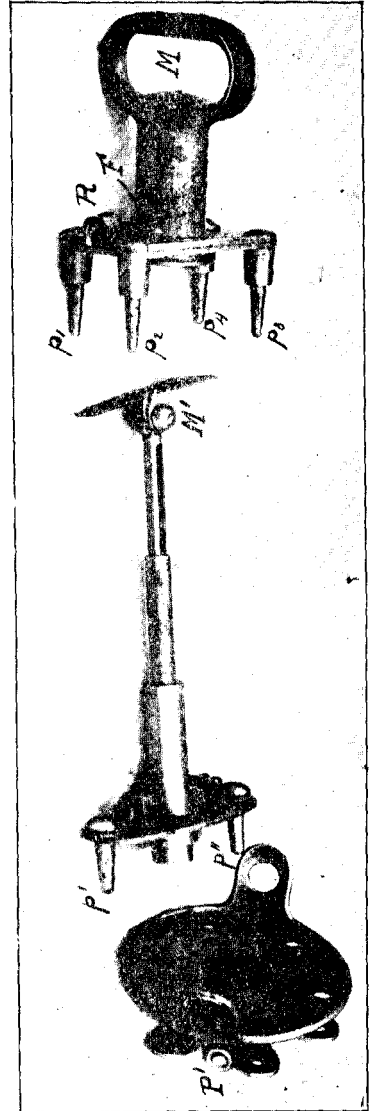


Fig. 101.

Pasador *P'* y sus tres componentes encajan perfectamente entre sí, gracias a los orificios destinados al enchufe de los pivotes y a las muescas y resaltes convenientes, de que están dotadas dichas componentes, todo

lo cual es fácil de apreciar en las figuras. La cuerda de maniobra a voluntad de la válvula, así como la cinta de la banda de desgarre, terminan en la barquilla dispuestas de modo conveniente para su uso por la tripulación en el momento que precise.

En lugar adecuado se sitúa el manómetro, graduado en milímetros de agua, que da a conocer en cada momento la presión que obra en el interior de la cámara de gas.

Consiste, simplemente, en un frasco de vidrio *F* (figura 102) de 27 milímetros de diámetro y 13 de altura, que encierra un tubo *t* de 8 milímetros de diámetro. Ambos son coaxiales y tienen destapada su parte superior, y el tubo también la inferior, ofreciendo el frasco lateralmente una pequeña rama *R* también abierta y la graduación. El conjunto va encerrado en un estuche *E* de madera, de 17 centímetros de alto y 35 de anchura, con un pequeño rebajo *r* para el apoyo del frasco y un canutito de goma *g* como intermedio de apoyo del cuello del mismo. Dos pequeños cáncamos *c* y *c'* sirven para amarrarlo a la cuerda de la barquilla que convenga.

Fácilmente se comprende su funcionamiento. Si por la parte superior se hace entrar un líquido hasta que llegue al nivel 0, este nivel se conservará en tubo y frasco. Pero al empalmar la boquilla de la rama *R* al tubo manométrico de goma, que por su otro extremo enchufa en la boquilla de cobre *b* (fig. 75), ya citada anteriormente, la presión que se ejercerá en el frasco será la del interior del globo, y por tanto, el líquido ascenderá por el tubo *t* (en el que seguirá ejerciéndose la presión atmosférica) marcando su nivel en la graduación del aparato.

La graduación alcanza hasta 80 milímetros y el líquido empleado es agua coloreada, hallándose la división 15 señalada especialmente por ser la que más se usa. Es preferible emplear en lugar de agua, que se con-

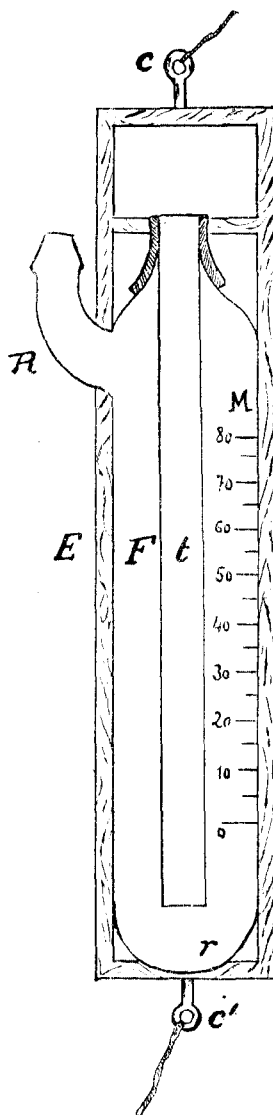


Fig. 102.

gela a grandes alturas, alcohol coloreado, pero entonces hay que compensar la menor densidad de este líquido con un aumento de graduación, correspondiendo la división 18 a los casos en que con el agua se atiende a la 15.

La operación de graduar la válvula de este tipo de aeróstato se efectúa de modo en todo análogo a como antes se vió se efectuaba en el *Caquot*, pero teniendo en cuenta que dicha graduación puede hacerse a 15 milímetros debido a la mayor resistencia de la tela triple que constituye la cámara de gas. En el caso presente basta correr a uno u otro lado el nudo n para variar la longitud del ramal R' (fig. 64), e igualmente puede reglarse la tensión de las gomas g'' (fig. 65), como ya dijimos al tratar de la válvula.

La manga m_3 (figs. 62 y 71), que ya nos es conocida, permite las manipulaciones con el citado nudo n .

No existen más diferencias entre los aparatos y accesorios de la barquilla de este tipo de globo y los de la del anterior.

III

Modificaciones introducidas en ambos tipos.

En estos últimos tiempos, según parece, partiendo de la forma tusiforme del *Caquot*, así como de las demás disposiciones que en él se adoptan, han sido experimentados unos globos llamados «extensibles», en los que la envuelta se presenta plegada a todo lo largo de una sección horizontal, siendo el pliegue mantenido por un sistema de gomas que pasan por los orificios practicados en dos relingas.

Vencida la tensión de dichas gomas por la presión del gas, al aumentar durante la ascensión del globo, se deshace el pliegue y el globo aumenta así de volumen.

Resulta, pues, que el volumen del aeróstato es variable y puede pasar de 800 a 1.200 metros cúbicos.

La forma de la envuelta es más alargada y termina en popa y proa por superficies cónicas bastante agudas, sobre todo la de proa.

La banda de amarre o relinga ha sido también modificada, suprimiendo las presillas y adoptando el sistema que hemos visto en el *Avorio-Prassone*, pero no es continua, sino interrumpida y sus trozos se escalonan según conviene a la forma de la envuelta.

También el *Avorio-Prassone* ha sufrido algunas modificaciones en estos últimos tiempos, siendo la más notable, por mejorar sensiblemente las características estáticas, la que indica la figura 103.

En ella se ve que han desaparecido las comunicaciones a' y a'' (figura 62) ya estudiadas al tratar del sistema estabilizador, a causa de formar el tronco de cono parte de la cámara de gas. Con ello se consigue que, apoyando los lóbulos sobre una parte que conserva siempre su forma, se mantengan más estables y, por tanto, el conjunto del estabiliza-

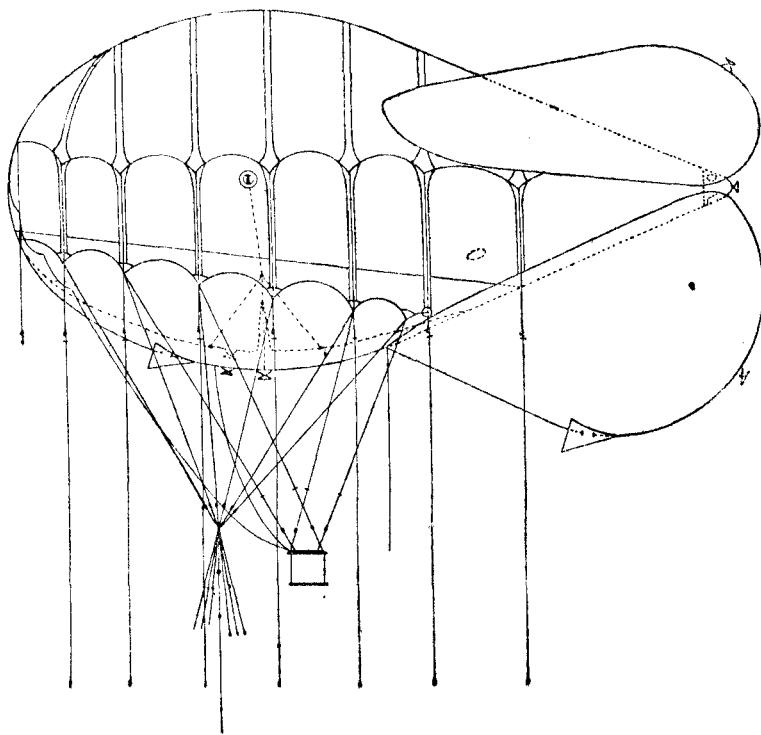


Fig. 103.

dor resulte más eficaz. Ello tiene, además, la ventaja de que la fuerza ascensional de popa se aumenta en 30 kilogramos.

Todo ello se ha obtenido sin variar en nada la forma exterior del globo ni ningún órgano del mismo.

Y por último, en el momento presente se tiene noticia de que la disposición de globo «extensible», ha sido aplicada con éxito al tipo *Avorio Prassone* por los inventores.

IV

Comparación de ambos tipos.

No es difícil hallar en cada uno de ellos ventajas e inconvenientes que le hacen superior o inferior al otro.

Las telas empleadas en la construcción del *Avorio-Prassone* son de mejor calidad que las que se usan en el *Caquot*, y en general, la confección de aquél es mucho más perfecta y cuidadosa que la de éste, lo cual se nota en los detalles más insignificantes. La adopción de la tela triple consigue, sin aumento apreciable del peso de la envuelta, una mayor seguridad y duración, así como una economía mayor de gas hidrógeno. Mediante su cauchotado especial y el color achocolatado que se le da, se logra impedir el paso del calor y de la luz (rayos ultravioletas), que tienden a oxidar el caucho, con grave detrimento de la impermeabilidad.

El cordaje del *Avorio-Prassone* es mucho más sencillo y práctico que el del *Caquot*, facilitando grandemente la operación de equipo del globo, y es también incomparablemente más ventajosa la relinga, de sistema más robusto, sencillo de construcción y fácil de entretenimiento.

El globo *Caquot* tiene la forma alargada con el consiguiente aumento proporcional de peso, que constituye una causa de oposición a que pueda alcanzar grandes alturas. Ello es causa también de oscilaciones y bandazos, debidos al corrimiento de las cuerdas y a la distancia demasiado grande de los puntos de suspensión del cable y de la barquilla. No puede negarse, sin embargo, que la forma fusiforme ofrece menos resistencia a penetrar en el viento que las elipsoidal y ovoidal.

Los peligros de incendio, debidos a la presencia de la válvula metálica, que facilitando la formación de effluvios eléctricos, puede provocar la inflamación del gas, no existen en el globo italiano, que emplea válvula desprovista en absoluto de partes metálicas.

A causa de la menor inclinación que el francés tiene, su proa no se mantiene siempre llena y por esto y por su forma, el viento hace presa en ella formando una abolladura que presenta alguna mayor resistencia al viento, con el consiguiente abatimiento del globo contra el suelo, principalmente en los descensos y próximo a tierra, en cuyo caso, cuando el globo está muy flácido, llega a chocar contra el suelo más de una vez, constituyendo ello un serio peligro. Este inconveniente, acaso el más grave del tipo *Caquot*, no se observa en el italiano (1).

(1) Parece que los ingleses han tratado de dar rigidez a la proa, por medio de una armazón de varillas, para evitar este inconveniente.

Cuando el *Caquot* está flácido, y en general en los descensos rápidos, a causa de la contracción del gas por el aumento de presión y por no dar tiempo a la cámara de aire a llenarse para mantener invariable la forma del aeróstato, se encorva la envuelta. Este efecto, llamado «ajudamiento», disminuye la estabilidad y hace más difícil, lento y peligroso el descenso, por trabajar mal el cordaje (1).

La forma del *Avorio-Prassone* hace que, en caso de rotura del cable de retención, su comportamiento se aproxime mucho al de un esférico libre.

El gran volumen de los estabilizadores y cono de aire del globo italiano dificulta la maniobra en tierra, que requiere más personal que la del *Caquot*, sobre todo en días de viento intenso, y ello es grave inconveniente. Verdad es también que, si el *Caquot* esos días es más fácil de manejar, ofrece en cambio la desventaja sobre el italiano, de que la disposición de su cordaje ocasiona con gran facilidad rotura en las patas de ganso de primer orden, ya que es muy difícil impedir que el personal, al agarrar el cordaje y oscilar el globo, haga trabajar los ramales del citado orden en sentido no conveniente.

Es inconveniente también del globo italiano el no poder prescindir del llenado previo de los estabilizadores y cono por medio de un ventilador, operación que ocasiona una pérdida de tiempo de unos veinte minutos y que en el *Caquot* no precisa efectuar, por tener lugar su inflación automáticamente al elevarse el globo. Y aunque pudiera aducirse que el francés en el comienzo de la ascensión, mientras el aire no ha llenado los lóbulos, es zarandeado y abatido, es trastorno que se evita al personal efectuando previamente una ascensión llamada «de prueba», durante la cual el sistema estabilizador adquiere su plenitud. Y la pérdida de tiempo que esta ascensión ocasiona no es evitada en el italiano tampoco, pues en él precisa efectuar la misma ascensión para lograr la plenitud del lóbulo inferior, imposible de conseguir de otro modo.

A la barquilla del italiano se transmiten los movimientos del globo con más intensidad que lo efectúan en el tipo francés, siendo ello debido a la disposición de suspensión que aquél adopta, completamente rígida y sin balancín ni ramales elásticos, intermedios que llenan la misión de amortiguar en gran parte las oscilaciones de la barquilla, respectivamente, en los sentidos longitudinal y transversal del globo.

Otro inconveniente que el *Avorio-Prassone* ofrece sobre el *Caquot*, es el referente al uso del paracaídas individual, que es peligroso por la pro-

(1) También parece ser que ha sido objeto de estudios y experiencias el proporcionar rigidez a la parte media del cuerpo del globo.

ximidad de la barquilla al cable de retención, que es mayor aún en los descensos. Ello pudiera ser causa de rotura del paracaídas, si bien multitud de experiencias han probado que, a pesar de tocar el paracaídas en el cable, no tiene lugar la rotura. No obstante, el uso del citado paracaídas debe limitarse al caso en que el globo esté quieto y estable.

No hemos tratado de lo referente a la desviación de la vertical cuando el viento es intenso, que ha sido argumento de algunos aerosteros para efectuar la comparación de los dos tipos de que tratamos. Acerca de este punto nos limitamos a afirmar que en gran número de ocasiones y prácticamente, sobre el terreno, hemos podido observar que *ambos se desvían notablemente* de la vertical (con la consiguiente pérdida de altura) cuando trabajan con vientos de intensidad superior a 40 ó 50 kilómetros por hora.



ÍNDICE

	Páginas.
PRELIMINARES.....	5
I. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL GLOBO «CAQUOT», TIPO «R».....	7
<i>Primera parte.</i> Envuelta o cuerpo del globo.....	7
Cámara de gas.....	9
Cámara de aire.....	22
Sistema estabilizador.....	25
<i>Segunda parte.</i> Cordaje.....	27
Cordaje de retención.....	27
Cordaje de suspensión.....	30
Cordaje de maniobra.....	31
Cordaje de anclaje.....	32
Cordaje de amarre del sistema estabilizador.....	33
Cable de retención.....	33
Cordaje de transporte y paso de obstáculos.....	37
<i>Tercera parte.</i> Barquilla.....	39
Balancín.....	39
Barquilla.....	41
Aparatos y accesorios de la barquilla.....	43
II. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL GLOBO «AVORIO-PRAS- SONE».....	50
<i>Primera parte.</i> Envuelta o cuerpo del globo.....	50
Cámara de gas.....	51
Cámara de aire.....	68
Sistema estabilizador.....	70
<i>Segunda parte.</i> Cordaje.....	73
Cordaje de retención.....	74
Cordaje de suspensión.....	75
Cordaje de maniobra.....	75
Cordaje de anclaje.....	77
Cordaje de amarre del sistema estabilizador.....	79
<i>Tercera parte.</i> Barquilla.....	79
Enlace.....	79
Barquilla.....	79
Aparatos y accesorios de la barquilla.....	80
III. MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN AMBOS TIPOS.....	86
IV. COMPARACIÓN DE AMBOS TIPOS.....	88

LA T, S. H. DURANTE 1924

ENRIQUE GALLEG0 VELASCO

CAPITAN DE INGENIEROS

LA T. S. H. DURANTE 1924



MADRID.—IMPRESA DEL «MEMORIAL
DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».—1925.



Introducción.

Ninguna ciencia como la eléctrica ha reportado a la Humanidad mayor número de aplicaciones. Aunque su origen se remonta a los tiempos de la antigua Grecia, no comienza a aplicarse hasta finales del siglo XVIII, en que Galvani y Volta descubren la electricidad dinámica, y unos años más tarde, Ampère y Faraday publican las leyes que rigen las citadas corrientes, al mismo tiempo que con Lenz, descubren los fenómenos de inducción y con ellos el *electromagnetismo*, fundamento de las modernas máquinas eléctricas. En el último cuarto de la pasada centuria se desarrollan extraordinariamente las aplicaciones industriales de la electricidad, comenzando Edison con el alumbrado (1880) a base de pilas y lámparas de filamento de carbón primero y de la dinamo Siemens después. El 87, se descubre el teléfono por Bell (el telégrafo ya lo había sido por Morse en 1837) y tres años más tarde, Hertz genera ondas electromagnéticas largas (alrededor de un metro), que obedeciendo a las mismas leyes que las luminosas y caloríficas, confirma la teoría de Maxwell que reúne en apretado lazo a gran número de especialidades físicas.

Antes de expirar el siglo, un cerebro meridional, reúne todas las enseñanzas y auna todos los esfuerzos, para dar ser en la campestre serenidad de una vacación estival a la telegrafía sin hilos, que abandona bien pronto el tibio regazo italiano para ir a desarrollarse en la brumosa y práctica Albion...

Han pasado veintiocho años, y lo que comenzó por ser una aplicación muy limitada de la electricidad, ha dado lugar no sólo a un nuevo medio de enlace entre naciones y continentes, sino que investigando la técnica de las *altas frecuencias* son descubiertos insospechados horizontes, que si de una parte alientan a seguir adelante, por otra deprimen, al ver la pequeñez de lo conquistado.. Genio fecundo y voluntad perseverante la de Guillermo Marconi, que no contento en inmortalizar a su patria con las primicias del invento, consagra su vida a perfeccionarlo, encerrándose primero en sus laboratorios de estudio y saliendo después por

mares y países remotos a contrastar sus experimentos para marcar el camino a seguir, obligando a meditar y detenerse a los que con fines más bastardos o utilitarios, creyeron llegado el término del perfeccionamiento.

*
* *

Es curioso observar la influencia que en las aplicaciones eléctricas tiene la frecuencia de la corriente o número de vibraciones por segundo de ese flúido misterioso, que envuelve todos los ámbitos del mundo, cual latido perenne de eternidad... A la débil corriente continua de las primeras pilas eléctricas, sucede pronto la enderezada en el colector de las dinamos, que sirve de base a los primeros motores industriales e instalaciones de alumbrado. Todavía recordamos en los días de nuestra niñez, el aspecto típico de las primeras dinamos accionadas por máquinas de vapor o motores a gas. Las centrales de fuerza y luz eran siempre bajo la base de corriente continua y los ingenieros electricistas de entonces, limitaban sus actividades a tal clase de corriente; nada de inductancias, factor de potencia, sincronismo de fases, etc. Al aparecer los primeros alternadores industriales (de 25 a 60 períodos) se ensanchan los campos de acción de la electricidad, al tiempo que la nueva clase de corriente favorece la explotación de los saltos de agua, al permitir con el empleo de transformadores elevadores de tensión, transportar la energía al lugar de su utilización, con pérdida razonable y a coste reducido. La frecuencia de los primeros alternadores especiales para la radio sube a 150, 300, y 500 períodos. Las estaciones de chispa, pasan de la ronca producida en los primeros descargadores de seta, a la fina musical, de nota alrededor de la normal (600 las Marconi y 1.000 las Telefunken) generada en los discos o en los de chispa dividida. La eficacia de éstas por su menor amortiguamiento y el deseo de producir directamente en la máquina la onda a radiar, condujo al estudio de los *alternadores de alta frecuencia*, que generando la onda *continua* o «no amortiguada» dá el máximo rendimiento, al mismo tiempo que permite aumentar casi indefinidamente la energía puesta en juego y con ella, la antena radiadora y la longitud de onda empleada. (Este hubiera sido el natural término de tan laboriosa y espléndida gestación, de no haber aprovechado Fleming y De Forest el «efecto Edison» para descubrir las válvulas de vacío que revolucionaron la ciencia Radio.) Tal ha sido el principal motivo que justificó el uso de las ondas largas, cuyo periodo álgido fueron los primeros años de la post-guerra en que se ponen en juego energías de mil kilovatios y se exceden los 23.000 metros de onda.

El mismo pueblo, que cual niño ignorante, sentíase deslumbrado ante las altas torres de los faros hertzianos que parecen jalonar el globo terráqueo, marcó los nuevos horizontes, cuando con estaciones de aficionados de infima potencia, engarzadas a pequeñas antenas, de corta longitud de onda por lo tanto, obtenían alcances que estaciones normales de mucha mayor potencia no podían lograr. El genio alerta de Marconi y de su pléyade de especialistas, se dió cuenta tardía de que el camino emprendido, si no erróneo, no era el de mayor rendimiento y al hacer examen de conciencia, fué recordado que las primeras experiencias se hicieron con ondas y reflectores, y que hasta buen número de buques se equiparon con estaciones de onda algo superior a 100 metros. La sana manía de las ondas cortas, viniendo de lo humilde, entró en los moldes del laboratorio, saliendo después a la luz en las emocionantes experiencias de Marconi durante los años 1923 y 1924 en sus cruceros por el Mediterráneo y Atlántico, algunas de las cuales fueron seguidas de cerca en nuestra Patria: Finisterre, Sevilla y Cabo Palos, primero, Cádiz y Canarias, después...

Al entrar el año 1925 las nuevas ideas han adquirido consistencia y a su amparo ha comenzado la construcción de estaciones de onda corta y antenas de reflector en tierras de América y Australia, que comunicarán con la típica inglesa de Poldhu, confiando en que su explotación industrial, confirme en no lejano plazo la bondad y seguridad de su funcionamiento.

Hecha esta larga introducción, comencemos a reseñar algo más al detalle las principales innovaciones del pasado año 1924.

I. Servicios lejanos comerciales.

Para mantener los servicios regulares implantados en gran escala al construirse los Centros Radioeléctricos posteriores a la guerra europea, continúan usándose casi exclusivamente los alternadores de alta frecuencia y las válvulas, preferidas éstas últimas por las compañías de tronco inglés; los sistemas de arco van poco a poco desapareciendo (como los de la Torre Eiffel y Burdeos) al propio tiempo que se mejoran los montajes de los que siguen en funcionamiento, como los ingleses de Oxford (Leafield) y Cairo (Egipto) de 250 kilovatios en los que se ha mejorado notablemente la emisión, substituyendo el acoplo directo por el inductivo y añadiendo un condensador en serie con el primario (de 0,025 microfaradio de placas de aluminio sumergidas en aceite) con lo que la onda queda casi libre de armónicos y la energía en antena pueda variarse gra-

dualmente (intensidad entre 0 y 260 amperes (1)). Toda la organización de los servicios transmarinos descansa, pues, en la existencia de estacio-

(1) No solamente las emisiones de arco producen ondas armónicas, sino que en las estaciones de válvulas pueden también producirse, bien por las malas cualidades del circuito radiador o por las condiciones de funcionamiento dentro del generador, según la región de trabajo a lo largo de las curvas características. Se sabe en efecto, que para cebar las oscilaciones, o sea para arrancar la estación a funcionar, es necesario que entre los circuitos de placa y rejilla exista un acoplo (negativo) superior en valor absoluto a cierto valor crítico denominado «condición límite de entretenimiento», el cual depende de las características eléctricas del circuito oscilante (C. L. y R.) y las de las válvulas (resistencia interior y factor de amplificación en voltios). El funcionamiento del transmisor en dicho valor crítico es inestable, por lo que el citado acoplo ha de aumentarse algo, no mucho, a menos de disminuir la amplitud de la oscilación y energía en la antena por lo tanto. En estas condiciones, el punto de funcionamiento se desplaza no sobre la parte recta de una sola característica, sino que su trayectoria es una elipse comprendida entre el eje de las abscisas y la horizontal que limita las corrientes de saturación (elipse tanto más achatada cuanto menor sea la resistencia del circuito oscilante). Al trabajar siempre en las partes rectas de las características y haber proporcionalidad entre las variaciones de voltaje en rejilla y amplitudes de corriente en placa, da lugar a que la onda continua generada sea de frecuencia constante y pura, es decir, desprovista de armónicos. La estación trabajará con el máximo de energía, pero análogamente a la combinación de una pila y motor magneto eléctrico (en que la máxima potencia mecánica se obtiene con 0,50 de rendimiento, y en cambio para mayores velocidades y menores potencias el rendimiento es mayor) la energía consumida se repartirá por igual entre el circuito oscilante (que será la útil) y las mismas válvulas, calentándose y disminuyendo su vida, por lo tanto. Así funcionan las estaciones de aviación y militares en general, pero en las comerciales, donde se busca el máximo rendimiento y la larga duración de las costosas válvulas, al aquilatar el factor económico, se hace funcionar no a la mitad de los trozos rectos de las características de placa, sino en las proximidades del recodo inferior (valiéndose para ello de una pequeña batería de acumuladores que dé a la rejilla la necesaria tensión negativa, o bien intercalando en los circuitos de rejilla de cada válvula, una gran resistencia shuntada por un condensador, como tiene en España la estación de Aranjuez).

Con estas disposiciones se logra anular la corriente de rejilla, y al apretar el manipulador el punto de funcionamiento sube por las partes rectas cuando el potencial de rejilla aumenta y retrocede a las partes curvas inferiores en las alternancias de rejilla negativas: la proporcionalidad cesa; la oscilación deja de ser sinusoidal, originándose oscilaciones de frecuencia múltiple de la fundamental; el consumo de energía es menor y las válvulas no se calientan al ser intermitente la corriente de rejilla; pero la oscilación en cambio es más impura, obligando a tomar disposiciones especiales para evitar se propaguen al circuito radiador las impurezas de la onda, procurando sean absorbidas por circuitos oscilantes (filtros) puestos en serie con el de placa y sintonizados a los diferentes armónicos, bien también, o simultáneamente, acoplado por inducción el circuito de antena (y mejor aún con circuito intermedio), haciendo por último que ésta sea lo menos amortiguada posible, variando el sistema de tierra o sustituyendo ésta por pantalla de tierra o contraantena que da al circuito radiador mayor fijeza en sus características.

nes ultrapotentes empleando ondas largas que por ser menos sensibles a las perturbaciones atmosféricas, gozar de menor absorción o simplemente por ser natural consecuencia de las grandes antenas requeridas para irradiar tan gran cantidad de energía, es lo cierto que hasta la fecha han sido las preferidas. Estados Unidos dispone de 13 grandes estaciones, Francia cinco, Alemania tres, Inglaterra e Italia dos, Noruega, Holanda, Polonia y España una, etc., trabajando con ondas que varían entre 12.000 ó 12.600 (Stavanger y Nauen), a 19.200 y 23.450 (Rocky Point y Burdeos), llegándose, pues, a hacer casi audible la oscilación.

Bajos estas normas, continúa la construcción de la estación de Ruyslede, cerca de Brujas (a base de alternadores franceses de 250 kilovatios acoplados en paralelo); está a punto de pruebas la de Gotemburgo (Suecia), de alternadores americanos de 200 kilovatios; en Alemania la de Munich, de la Compañía Lorenz (alternadores y arcos) (1); en Italia la nueva de Torre Nuova, cerca de Roma (alternadores Telefunquen de 400 kilovatios), y la ampliación de Coltano que, al ser cedida a la «Italo Radio» por la Marina, ha sido duplicada, instalando un alternador francés de 500 kilovatios y elevando a ocho el número de mástiles de 250 metros de altura (al mismo tiempo que se ha mejorado notablemente el sistema de tierra, adoptando las tomas de tierra múltiples, lográndose una resistencia total de 0,65 ohmios) (2). Inglaterra sigue construyendo la

(1) La antena en L_1 de altura efectiva de 300 metros, estará soportada por las cimas de dos picos montañosos distantes 2.600 metros y ambos generadores serán de 2.000 kilovatios alimentados por la conocida Central de Walchensee (168.000 caballos).

(2) A propósito de esta clase de tierra y ya que en nuestra estación trasatlántica se acaba de adoptar el mismo sistema, vamos a hacer algunas consideraciones sobre el mismo.

Como ya dijimos en otro artículo, la resistencia total del sistema antena tierra, debe procurarse sea la menor posible, aunque dentro de esta suma, la resistencia de radiación, a la que es proporcional la energía radiada, que es la útil, debe ser tan grande como se pueda. El rendimiento del sistema radiador podrá, pues, mejorarse aumentando la resistencia de radiación y disminuyendo la total. La resistencia de radiación tiene por valor:

$$R_r = 1.600 \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 \times z^2,$$

en la que h y λ son la altura de la antena y longitud de onda empleada y z un factor de forma de la antena, variable entre 0,64 y 1, según la relación que exista entre la longitud horizontal y altura del sistema aéreo (esto nos dice también que todas las formas de antena, de paraguas, en T , en L , etc., son equivalentes para igual altura media, con la sola excepción para esta última, de que su longitud no exceda cuatro veces la altura, por tener entonces excesiva pérdida a tierra). Para hacer R_r grande, habrá que compaginar las dimensiones mínimas de antena para poner

potente estación de Hillmorton (Rugby) de 500 kilovatios (válvulas americanas y alternadores Alexanderson de 200 kilovatios) con 16 postes de 250 metros y onda de 18.000.

En América se trabaja en las estaciones de Río Janeiro (Campo Grande), el Perú construye gran estación en Miraflores y en Méjico funciona, desde hace tiempo, la de 200 kilovatios Telefunken de Chapultepec. Entre los nuevos circuitos inaugurados, merece citarse el de Italia (nueva de Coltano) con Estados Unidos (Rocky Point), por cuyo conducto se cursa también el servicio argentino hasta que se termine la nueva de Roma (Torre Nuova) que trabajará con Buenos Aires. En este último Centro debe estar ya en servicio el segundo juego emisor de 400 kilovatios antena (alternador de 6.000 períodos y 750 kilovatios antena), pues el primeramente instalado no daba abasto a los circuitos de Francia,

en juego la energía necesaria, con la longitud de onda a emplear, viéndose, desde luego, la conveniencia de las ondas cortas que con aéreos pequeños y energías reducidas, puede obtenerse un gran R_r .

Veamos cómo puede disminuirse la resistencia total, y para ello recordemos la ley de Abrahám, quien en 1918 dijo que el *producto de la conductibilidad del suelo por la dimensión de la antena es una constante*. Es decir, que si aumentamos todas las dimensiones de una antena en la proporción de 1 a 2, la resistencia total cae a la mitad para la misma tierra. Aunque esta ley no sea rigurosamente cierta, en la práctica puede servir de guía, siempre que todas las dimensiones se amplíen o reduzcan en la misma proporción, pero no si conservando la altura constante, por ejemplo, se varía la longitud de los hilos, en cuyo caso para las ondas próximas a la normal no se alcanza la citada proporcionalidad. A este respecto, nos convendría usar ondas largas; pero al mismo tiempo hay que tener en cuenta la ley de Howe, de que las pérdidas dieléctricas son inversamente proporcionales a la frecuencia, o están en razón directa de la longitud de onda. Dichas pérdidas tienen lugar por la capacidad total del sistema radiador, la que puede suponerse formada de dos capacidades en serie: una C_1 , sin pérdidas (dieléctrico de aire), y otra C_2 , con pérdidas (dieléctrico imperfecto por la resistencia del terreno), siendo esta última asimilable a una idéntica de buen dieléctrico, shuntada por una resistencia óhmica entre sus armaduras, y para que la corriente vaya preferentemente por C_2 , convendrá que su impedancia sea mínima, o sea C_2 la mayor posible. Es decir, que la resistencia perjudicial a tierra es tanto menor cuanto mayor sea la capacidad de antena (siempre que C_2 aumente con C_1), favoreciéndose las corrientes de alta frecuencia caminos de mínima impedancia. Esto se consigue haciendo diversas tomas de tierra a distancias variables del pie de antena y dentro de la misma distancia, unidas a una serie de estrellas o mallas de hilos enterrados, que se unen entre sí por un anillo aéreo del que parten varios colectores, también aéreos, que en unión de los correspondientes a los demás anillos acometen, por fin, a los puntos variables de la inductancia de pie de antena, unida de una parte a la máquina de alta frecuencia y de otra a tierra (uniéndose a las mallas en la misma estación.) Variando convenientemente los puntos de acometida a la inductancia, para que todos los circuitos-anillos se encuentren igualmente cargados, se logra reducir la resistencia total del sistema alrededor de medio ohmio, obteniéndose un rendimiento en la antena, de un 50 por 100.

Alemania y Norteamérica, siendo de notar que las señales de Buenos Aires se reciben en Europa con más facilidad que las europeas en la Argentina.

Es curioso observar el estuerzo que vienen haciendo las principales Compañías de cables, perfeccionando los existentes y tendiendo otros nuevos, estudiados para permitir la transmisión a gran velocidad (250 palabras en un solo sentido y basados en el empleo del *permaloy*—78,5 por 100 Ni y 21,5 por 100 Fe—200 veces más permeable que el mejor hierro) poniéndoles en condiciones de hacer nuevamente seria competencia a los servicios radio (1). El nuevo cable italiano Anzio-Málaga-Canarias-Cabo Verde-Brasil-Uruguay-Argentina (13.000 kilómetros) está en funcionamiento en sus tramos Italia-España y España-Azores, donde enlaza con el nuevo cable de Azores-Nueva York, inaugurado el pasado octubre por la Compañía Western y al cual acometerá también el que se tiende entre Hamburgo y Azores. En menor escala y con idea de enlaces telefónicos, están en explotación cuatro de los 12 circuitos que puede servir el nuevo cable de Inglaterra a Holanda, gracias a lo cual,

(1) Mientras que en las líneas aéreas el amortiguamiento es, prácticamente al menos, independiente de la frecuencia, lo que en cierto modo garantiza una fiel reproducción de la voz y un alcance ilimitado, colocando estaciones de refuerzo intermedias basadas en la válvula de tres electrodos (como en el circuito Nueva York San Francisco de California, en funcionamiento desde 1915), en los cables, por el contrario, el amortiguamiento varía con la frecuencia desnaturalizando la voz, para evitar lo cual, ha de haber cierta relación entre las características eléctricas del cable. Dicha condición, denominada de Heaviside (eminente físico inglés muerto en febrero del año actual, 1925, y autor también de la célebre capa atmosférica, debida a la ionización superior de la atmósfera), es la siguiente,

$$\frac{R}{L} = \frac{A}{C},$$

en la que R , es la resistencia; L , la inductancia; C , la capacidad, y A , un valor inverso de la resistencia de aislamiento (A debe ser igual o menor que 10^{-6} ohmios por kilómetro).

Como en los cables, la resistencia y capacidad son apreciables, mientras las otras dos características son muy pequeñas, es conveniente para el cumplimiento de la citada proporcionalidad incrementar artificialmente la autoinducción del cable, lo que se consigue bien «cargándole» al intercalar una bobina de self cada 2 ó 3 kilómetros (solución del americano Pupin, aplicada generalmente a los cables terrestres), bien envolviendo el hilo de trabajo (de 2 a 3 milímetros) con una espiral de hierro (solución del dinamarqués Krarup), o de *permaloy* mucho más activo que el hierro, y que ha comenzado a emplearse en el nuevo cable Nueva York Azores (inaugurado a fines de 1924), lográndose cuadruplicar la capacidad de los cables, poniéndoles nuevamente en condiciones de volver a hacer seria competencia a los enlaces por radio.

es hoy posible la comunicación telefónica entre cualquier ciudad del Reino Unido y del Continente, que tenga enlace directo con Amsterdam, Rotterdam, Hamburgo o Berlín (este último servicio se inauguró en diciembre). Creemos, sin embargo, que únicamente en estos enlaces cortos y telefónicos, podrán los cables competir ventajosamente con las radios en casos especiales de países cercanos separados por el mar, como el citado de Inglaterra y el mismo nuestro de Algeciras-Ceuta, ya que por caros que sean los centros radio, su coste es muy inferior al de un cable (la estación de Rugby costará 400.000 libras, o sea unos 12.000.000 de pesetas, contra 1.000 libras por milla que cuestan los mejores cables, y el mismo italiano más económico ha llegado a los 150 millones) y por que la transmisión radiofónica a grandes distancias marinas no tiene competencia posible (el servicio telefónico próximo a inaugurarse entre Inglaterra y Estados Unidos, se hará con los juegos de válvulas de 200 kilovatios (en unidades de 10 kilovatios) de las estaciones de Rugby y Long Island, conforme explicamos en nuestro artículo anterior).

II. Las ondas cortas y la emisión en haz con antenas dirigidas.

Análogamente a lo que se hace en los proyectores con las ondas luminosas y con el doble objeto de aprovechar la energía concentrándola en una sola dirección, al mismo tiempo que se evitan dos grandes defectos atribuidos a las comunicaciones por radio, cuales son la falta de secreto y las interferencias o molestia mútua entre estaciones que trabajen en ondas cercanas, desde los mismos orígenes de la telegrafía sin hilos, se pensó en concentrar la emisión, luchándose de una parte con la dificultad de obtener alcances apreciables con las pequeñas ondas necesarias para hacer posible la construcción de la superficie parabólica del reflector y de otra por la falta de medio adecuado para generar una onda continua de suficiente pureza y frecuencia fija. Las válvulas triodo han resuelto de un modo completo el problema y la superficie continua del reflector, es en la práctica substituída por un cierto número de elementos de antena, independientes entre sí, pero que emiten oscilaciones de idénticas características al ser todas ellas excitadas por un emisor principal de tal modo dispuesto, que las resultantes de todas las emisiones parciales sean acordes o estén en fase en la dirección de la correspondencia, mientras que para las demás, interfieran unas con otras dando un campo resultante tanto más débil cuanto más se aparte de la dirección privilegiada de máxima radiación. La característica de emisión así obtenida (en todo análoga a la curva de recepción goniométrica), es tanto más

acentuada cuanto mayor sea el número de antenas y mayor su distancia, o sea la abertura de la parábola, que suele variar entre dos y ocho veces la longitud de onda. El emisor principal o excitador puede estar colocado en el foco de la parábola excitando por inducción las antenas parciales, o lo que es preferible (por obtenerse mayor rendimiento) en otro lugar apartado, alimentando los elementos de antena por otros tantos «feeders» con la sola condición de que la corriente total se reparta uniformemente en todos ellos para lograr emisiones de igual intensidad y concordancia de fases en la dirección de la línea focal. La eficacia del haz así radiado depende de lo que se llama «factor de concentración K», número por el cual habría que multiplicar la energía efectivamente radiada (un kilovatio, por ejemplo), para obtener la equivalente de un emisor ordinario, o sea, que produjera al mismo campo en la dirección deseada; dicho factor de concentración puede valer hasta 180 ó 200, es decir, que un kilovatio radiado por el nuevo sistema producirá en la dirección deseada el mismo efecto que 180 ó 200 radiados por una antena ordinaria. Vemos, pues, las grandes posibilidades del sistema de haz, si la absorción y más que nada la extrema sensibilidad de las ondas cortas a las variaciones atmosféricas, no influyeran tanto en la obtención de una buena recepción.

*
* *

En la primavera de 1923 comenzó Marconi sus experiencias entre la estación de ensayo instalada en Poldhu y la de su yate *Electra*, en un crucero por el Atlántico, en el que tocó Finisterre, Lisboa, Sevilla, Gibraltar y Tánger, estudiando la recepción, a través de la pantalla de nuestra Península, de las señales emitidas por la citada estación del sur de Inglaterra con 9 kilovatios y 97 metros de onda. Al doblar Cabo Espartel y entrar nuevamente en mar libre, se fué disminuyendo la energía de Poldhu hasta un kilovatio, obteniendo tan buena recepción durante todo el día, que al llegar a Casablanca se dió orden de suprimir el reflector que proyectaba la energía hacia el Sur. Se logró un K real, igual a 10 y al continuar su marcha hacia Canarias y Cabo Verde obtuvo un alcance mínimo de día superior a 1.200 millas, mientras que de noche en San Vicente de Cabo Verde a 2.200 millas, las señales en onda corta (con solo un kilovatio) eran superiores a las de la gran estación de Carnavon.

Mejorada la estación de Poldhu en potencia y pureza de emisión (20 kilovatios y excitador independiente con válvulas de mayor potencia y refrigeración artificial), se continuaron las pruebas (en un viaje a América del Norte, del vapor *Cedric* en el mes de febrero de 1924) con otro

fin más primordial, cual fué el de estudiar las posibilidades de las ondas cortas inferiores a 100 metros, por lo que se suprimió el reflector. Consecuencia de ellas, se observó como si hubiera un punto singular en la gama de las ondas cortas, pues por debajo de la banda 400 a 600 metros, mínima hasta ahora empleada, el coeficiente de absorción α vuelve a disminuir, siendo continuamente variable con la altura media del sol, calculada en el arco de círculo máximo que une las dos estaciones (1).

En el mes de mayo se hicieron pruebas con Australia (92 metros y 28 kilovatios; 2 en el transmisor independiente, 18 en el oscilador principal y 8 en las válvulas moduladoras para la telefonía), confirmándose el efecto decisivo de la altura del Sol que influye además sobre la ruta de las ondas, pues mientras que de mañana se propagan preferentemente hacia el Oeste, por el Atlántico y Pacífico, siguiendo el camino más largo (12.000 millas), de noche viajan por Oriente atravesando Europa y Asia (9.000 millas), cual seres conscientes, que prefiriesen la metálica superficie del mar, cuando el diurno camino terrestre les es desfavorable. El 30 del citado mayo se logra la comunicación telefónica con Australia sin el auxilio de reflector, y el 14 de junio termina este segundo ciclo de experiencias, dejándose oír en Buenos Aires el fino hálito de Poldhu.

Antes de terminar el año 1924 se efectúa un tercer ciclo de experiencias, con el fin de reducir el número de horas diurnas desfavorable para asegurar un tráfico regular. Se escoge la ruta del Mediterráneo (Nápoles, Mesina, Creta, Beyrouth en Siria y regreso por Atenas) y se va disminuyendo la onda entre 92 y 32 metros, viéndose el aumento de eficacia con estas elevadísimas oscilaciones, pues mientras en 92 metros no se alcanzó Madera (antes de entrar en el Mediterráneo) a sólo 1.100 millas durante varias horas del día, con la de 32 metros se recibió durante todo el día en Siria a una distancia doble. La misma onda de 32 metros se transmitió con éxito completo durante todo el día a lugares tan apartados como Río Janeiro y Nueva York, Sidney y Buenos Aires, con sólo 12 kilovatios, y a pesar de tener que atravesar en pleno día la zona tó-

(1) Esto equivale a variar el coeficiente α de la fórmula de Austin que da la intensidad de recepción en función de la corriente en la antena emisora, alturas de antenas emisora y receptora, longitud de onda y distancia, todo ello medido en kilómetros:

$$I_2 = 4,25 I_1 \times \frac{h_1 h_2}{\lambda d} \times e^{-\frac{\alpha d}{\sqrt{\lambda}}},$$

en la que α oscila entre límites más amplios de los hasta ahora supuestos (0,0015 de día sobre el mar y 0,0019) debiendo ser dado por una ecuación lineal dependiente de la estación, hora del día, altitud media del sol en una palabra.

rrida, tan propicia a debilitar la radiación procedente del hemisferio Norte. En noviembre se logra comunicación bilateral con una pequeña estación australiana (onda de 87 metros), y antes de terminar el año, se hacen pruebas con 15 kilovatios con Bombay (India) y Cabo de Buena Esperanza, poniéndose de manifiesto la benéfica influencia del reflector, especialmente de día, para asegurar la fijeza de la señal, eliminando el efecto «fading».

* * *

Aunque no exento de cierto excepticismo en las esferas oficiales, han sido acogidos con entusiasmo los sorprendentes y decisivos experimentos de Marconi.

El Gobierno inglés continúa la construcción de la potente estación de Rugby obediendo sin duda a ideas de orden estratégico o de defensa nacional, lo cual no quita para que guiado del práctico espíritu británico haya concertado con la Compañía Marconi del Canadá la construcción de estaciones de prueba en Montreal (Drummonville) con antena sustentada por cinco postes de 90 metros radiando 20 kilovatios en un haz de abertura no mayor de 30 grados, debiendo comunicar, por lo menos, durante dieciocho horas diarias a una velocidad mínima de 100 palabras por minuto: la potencia total consumida vendrá a ser de 150 caballos. Después de ésta, se construirán otras análogas en Australia (precio medio 75.000 libras y tráfico diario mínimo 4.000 palabras) y los restantes dominios, para que por fin llegue a ser realidad la tan anunciada red imperial.

Los demás países no han estado ociosos y las principales Compañías tienen ya en sus grandes estaciones juegos del nuevo sistema que substituyen a los de onda larga en las horas favorables. Ahí está Sainte Assise (París) con 75 metros y 20 kilovatios dando servicio a la Argentina y lo mismo Nauen, primero con 1 kilovatio y 70 metros de onda trabajando con Buenos Aires (de noche) y en 45 metros y 20 kilovatios después...

Estamos pues, en los preliminares de una profunda transformación en la teoría y práctica de las comunicaciones a grandes distancias. Más que lucha de sistemas, lo es de eficiencias y de explotación industrial segura y económica.

III. Potencias medias. Enlaces continentales.

Entendiendo por tales aquéllas cuya potencia oscilatoria en antena exceda de 10 kilovatios permitiendo un servicio regular y rápido (transmisión automática a gran velocidad) a distancias mínimas de 3.000 kilóme-

tros, casi todas las estaciones continentales disponen en sus instalaciones emisoras, de la máquina de alta frecuencia de 50, 25 y aún de 10 kilovatios, juntamente con equipos de válvulas de potencia 5, 10 y 20 kilovatios en antena. La organización del servicio y despacho del tráfico, es análoga a la de los grandes Centros intercontinentales, aunque a veces la Central, desde donde se hace el *mando a distancia* del transmisor, está unida al receptor, debidamente enlazado a los demás centros de comunicaciones de que dispone la Nación. Así está organizada la Red Europea formada por las estaciones de Sainte Assise (continental) cerca de París, Königwusterhausen cerca de Berlín, Ongar (Inglaterra), Aranjuez y Barcelona (España), Schevenigen (Holanda), Roma (Italia), Budapest (Sekesfeherar), Bukarest, Karlsburgo (Suecia), Belgrado, Berna, Riga, Praga, Reval, etcétera, todas dotadas con equipos de válvulas no inferiores a 10 kilovatios (con otros menores para enlaces cercanos) y buen número de ellas con alternador de alta frecuencia hasta de 50 kilovatios.

La Red americana análoga a la europea, pertenece a la Compañía Radio Tropical y está formada por estaciones de válvula triodo de 20 kilovatios (General Eléctric) de Nueva Orleans y Miami (Estados Unidos), Puerto Barrio (Guatemala), Almirante (Panamá), Honduras y Nicaragua. También en Europa se construyen válvulas de gran potencia unitaria destacándose entre ellas la desmontable Holweck que con tanto éxito viene funcionando desde su instalación en la Torre Eiffel en mayo del 23, habiéndose instalado en el 24 una nueva unidad de 30 kilovatios (70 amperios en antena) que ha venido a tomar el servicio de los arcos (de 50 kilovatios antena) con gran ahorro de energía y con cierto regocijo para los radioescuchas.

No solamente se tiende a que desaparezcan los sistemas de arco, de menor rendimiento y pureza de radiación que los de válvula, sino que al perfeccionarse los montajes de esta última clase de estaciones, se notan dos marcadas tendencias que no tardará mucho tiempo en declararse obligatorias en los Convenios internacionales: el empleo de los emisores de *circuito intermedio*, que al ser calibrado con toda exactitud y comodidad, se acopla inductivamente al de antena, originando en ésta oscilaciones de extremada pureza (desprovista de armónicos) necesaria para los nuevos procedimientos de recepción superheterodina y la adopción para potencias superiores a 2 kilovatios-antena, del *excitador independiente o de mando*, que actúa sobre el circuito de rejilla del transmisor principal, con lo que la frecuencia de la onda portadora es constante. Dicho excitador puede formar parte integrante del transmisor propiamente dicho, generando la oscilación en un par de válvulas de menor potencia (como las Neuvron, en la Torre Eiffel), o ser un pequeño trans-

misor completamente independiente (y con sus propias máquinas) que se acopla inductivamente al principal, como un verdadero *heterodíno transmisor*.

*
*
*

Entre los enlaces radio inaugurados el pasado año, figuran los de París-Liverpool, París-Cristiania, Berlín-Moscú, Berlín-Riga, Viena-Cracovia, Belgrado-Beyrouth (Siria), etc., al mismo tiempo que la construcción de verdaderos *cables terrestres*, unen las principales capitales europeas, haciendo posible la comunicación telefónica al emplearse reforzadores de válvulas en las estaciones *relais* intermedias. Así está establecida la comunicación de Roma con Viena (vía Trieste), París-Roma (vía Suiza), París-Viena, etc., al mismo tiempo que dentro de cada país va siendo cada vez más frecuente el empleo de cables telefónicos subterráneos que reemplazan a las líneas aéreas, como el que se construye en el Norte de Italia (Milán y Turín con Génova), Stokolmo-Gotenburgo, Nueva York-Boston, Berlín-Rhineland y muy especialmente la red inglesa en explotación a raíz de la guerra, que enlaza Londres con Liverpool y Birmingham (desde el año 1916), Londres-Manchester (el año 1921) y Londres-Bristol inaugurado en junio de 1924 y formado por un cable de 616 hilos con un diámetro total de 7 centímetros, pupinizado cada 1.800 metros y con reforzadores de válvulas cada 80 kilómetros.

Ninguna nación como Alemania dispone de tan extensa y bien organizada red radioeléctrica que, esbozada desde tiempo antes de la guerra, se ha desarrollado prodigiosamente como único medio económico y rápido de compensar la pérdida de los cables y de aliviar el creciente servicio de las líneas telegráficas del interior. Para ello, se concentraron los esfuerzos del Ministerio de Comunicaciones y Compañías particulares con el fin de que entre los diferentes servicios transmarinos, continentales y nacionales, no existiera solución de continuidad. Para los primeros, en efecto, se dispone de los Centros Radios de Berlín y Hamburgo, el primero de los cuales tiene como transmisor la estación de Nauen (con cuatro alternadores de alta frecuencia para el servicio oceánico, Argentina, China y Japón y el segundo la estación de Eilvese (para Estados Unidos, Egipto, Java y mares del Sur) mientras que los receptores están en Geltow (10 cuadros) y en Sylt a orillas del mar para recibir el servicio argentino. El servicio continental es llenado por la estación de Königwusterhausen (manejada desde el Centro de Berlín) única en su clase, al reunir los tres clásicos tipos de generadores de onda continua, dando un total de 24 estaciones de potencia variable entre uno y 50 kilovatios (antenas soportadas por tres postes de 210 metros, recién instalados, cinco de 150

y dos de 100), de alternador esta última, para los servicios europeos algo lejanos (Rusia y España) que hasta muy recientemente los tenía que dar Nauen. Dicho Centro del Estado alemán reúne también todo el tráfico nacional al comunicar simultáneamente con la red de 20 estaciones de válvula (Telefunken de 500 vatios a 1 kilovatio antena), las cuales a su vez son manejadas a distancia desde un local anejo a la central civil de telegrafos, donde se dispone también el receptor de cuadro. Toda la red telegráfica civil está así enlazada a la de las estaciones radio, poniendo a la aldea más apartada en disposición de enlace rapidísimo con la central de Berlín y por los trasmisores de largo alcance, con los países más lejanos o con los buques que naveguen a América (intervalo de tiempo que no pasa de quince minutos en los «radios relámpagos»).

IV. Servicios marítimos y aéreos.

Para que los servicios marítimos evolucionen con tendencias análogas a los terrestres, es necesario, primeramente, efectuar una radical transformación en las estaciones costeras, instalando en ellas, además del emisor de onda continua, apto para el servicio lejano en onda larga y para la comunicación telefónica con los buques, los aparatos de mando a distancia que permiten accionar la estación desde el receptor situado en las proximidades del centro telegráfico más cercano, a una distancia variable entre uno y cinco kilómetros, suficiente para permitir el trabajo en *duplex*, dado que la onda es continua y la potencia de la estación de 5 kilovatios-antena como máximo. Gracias a esto, una costera así organizada, puede al mismo tiempo estar recibiendo el servicio de un barco, transmitiendo a otro con el juego de onda continua y dando un parte meteorológico con el de amortiguada, haciendo un papel inestimable y completamente original, ya que esta clase de servicios tienen desde su origen la exclusiva del enlace entre los buques y la costa. No tardará mucho en abolirse el sistema de chispa, que quedará relegado a los casos extremos de señales de auxilio, avisos relativos a la seguridad de la navegación, informes meteorológicos, etc., para lo que es muy apropiada la onda amortiguada al accionar receptores toscamente sintonizados a su longitud de onda. Con arreglo a estas ideas funcionan, entre otras, las estaciones de Nordeich, Cuxhaven y Swinemunde, en Alemania; el Havre y Santa María del Mar, en Francia; Clifden, en Inglaterra; Schwenigen, en Holanda, etc., las cuales mantienen enlazados con la madre patria a los buques de las rutas americanas hasta casi Nueva York y hasta pasado el Ecuador en los mares del Sur (¡lástima que nuestras costeras de Finisterre y Canarias, tan popularísimas en barcos de todas las banderas,

no hayan sido ya transformadas!) El servicio telefónico lejano tardará aún algo en resolverse, principalmente por la dificultad que existe en la estación de a bordo, el trabajo en *duplex* o comunicación bilateral entre el pasajero del barco y el abonado de tierra, único medio de que el público acepte sin reserva el aumento de tasa que la telefonía ha de tener sobre la telegrafía. En cambio, a distancias cercanas y muy especialmente cuando por la brevedad de la escala o dificultades de atraque, el barco quede en bahía, pequeños emisores radiofónicos de enlace con el puerto y casas consignatarias pueden prestar valiosos servicios. A este respecto de enlace telefónico cercano, son muy dignos de señalarse los ensayos que ya en 1925 se han efectuado en Inglaterra por la Compañía Marconi, que ha instalado un juego de 400 vatios a bordo del vapor *Princess Ena*, logrando comunicación *duplex* con la estación de Southampton hasta una distancia de 100 millas y con Londres por intermedio de línea de tierra telefónica hasta 50 millas de la costa, a pesar de las interferencias de las estaciones de chispa pertenecientes a los numerosos barcos que cruzan aquellas aguas. Estos ensayos, con otros análogos ejecutados en Alemania (Nordeich transmitiendo a un barco en 1.800 metros, recibiendo del mismo en 2.300) y en América con el *Leviathan*, telefoneando hasta 50 millas con los abonados de Nueva York, parece servirán de base a las compañías inglesas y continentales para que, al entrar los barcos en sus aguas jurisdiccionales, dejen de trabajar en chispa y puedan comunicar con las redes urbanas por intermedio de las costeras así organizadas.

*
* *

Especial mención merece el creciente empleo que de la radio se hace en el servicio de señales marítimas destinadas unas a asegurar la navegación en sitios peligrosos y otras a determinar la situación geográfica de los buques cuando por la niebla, estado nuboso del cielo, etc., no es posible la observación con el sextante, por lo que su implantación es mucho más urgente en los brumosos mares del Norte que en los despejados del Mediodía. Se emplean con dicho objeto, pequeñas estaciones radiofaros, llamadas así por instalarse generalmente junto a los faros luminosos o puntos salientes de la costa que tengan un horizonte hertziano bien despejado, es decir, sin obstáculos terrestres en un sector lo más amplio posible para evitar efectos de pantalla, desviación de las ondas, etc., que puedan desvirtuar las indicaciones; a este efecto, es de notar que la onda continua es más sensible que la amortiguada, por lo que las señales de los radiofaros se hacen en chispa (o tren tónico) con onda algo larga (1.000 metros) y con una potencia de unos 100 ó 150 vatios-antena, suficiente para accionar los receptores (de cristal) de los barcos situa-

dos dentro de un radio de 50 millas. Esto supone la existencia a bordo, del radiogoniómetro o receptor dirigido, cuya instalación no ofrece dificultad, ya se emplee como en el Marconi, sistema aéreo de dos espiras fijas (soportadas por un poste de 21 metros) y bobina de sondeo, ya sea un sencillo cuadro móvil, como los franceses y alemanes. El radiofaro emite automáticamente la inicial de su estación con intervalos de silencio de tal modo combinados con los de otros de la misma región, que sus señales no puedan superponerse, dificultando la observación. Con arreglo a estas ideas funcionan en Europa una veintena de *beacon stations* (Nash Point, isla de Wight, Cabo Lizard, Cherburgo, Ouassant, etc.) y en España tenemos desde hace algún tiempo los de Finisterre y Estaca de Vares, estando próximos a instalarse tres más en el Cantábrico y dos en el Sur. Para los casos (numerosísimos todavía) que las estaciones de a bordo no lleven goniómetro, hay costeras que con toda exactitud y comodidad pueden dar al barco su situación, requiriéndose entonces que las costeras goniométricas comuniquen rápidamente entre sí para observar al mismo tiempo las señales emitidas por el barco y comunicarse sus resultados. De esta clase tenemos en España los goniómetros de Cádiz y Mahón.

El advenimiento de la onda corta primero y la transmisión en haz últimamente, ha dado origen a un tercer sistema de orientación al observar los barcos las señales de *una sola* costera (*beam station*) de haz lentamente giratorio y muy cerrado, que emita una señal convenida en cada azimut, de cuyo novísimo sistema sólo sabemos existan dos estaciones inglesas (en la isla Inchkeith y en el Sur Foreland) que radian ondas de unos 6 metros.

Se tiende, pues, a que los barcos por sí solos y sin necesidad de hacer acto de presencia ante las costeras, puedan determinar o comprobar su situación, siendo cada día mayor el número de ellos dotados de la moderna brújula radioeléctrica, que invade no solamente los grandes trasatlánticos, sino también las frágiles canoas de salvamento y barcos pesqueros, que además de la estación de chispa para pedir socorro en un radio de 50 millas (juego de un cuarto de kilovatio y alternador directamente acoplado a un motor de gasolina) lleva un receptor gonio de seis válvulas engarzado a un pequeño cuadro situado en la popa que trabaja combinado con la pequeña antena transmisora. En el pasado año 24 se hicieron pruebas concluyentes con los botes de salvamento del vapor inglés *Maloja* en un viaje a Australia; las canoas fueron echadas al mar y las señales del barco fueron oídas desde 80 millas, determinándose la dirección en que venía el supuesto auxilio.

Si grandes son los servicios que a la navegación marítima presta la radiotelegrafía, mucho mayores e imprescindibles son los que proporciona a la Aeronáutica, hasta el punto de que todo el actual desarrollo de las líneas comerciales aéreas va, en cierto modo, ligado a la buena organización de los servicios radio, único enlace de que el aeronauta dispone en las solitarias rutas del aire.

Como en los barcos, es necesario, ante todo, una buena red de estaciones fijas situadas en los puertos aéreos y dedicadas única y exclusivamente a la atenta observación de las señales procedentes de los aparatos en vuelo, pues hasta los informes meteorológicos, avisos de salida, condiciones de los campos de aterrizaje y demás intercambio de noticias entre los aeródromos, debe cursarse por la red general de comunicaciones con o sin hilos, para lo cual la estación del aeródromo debe tener buen enlace con la central telegráfica local y ser al mismo tiempo un buen «ojo óptico» del campo de vuelos, por lo que los aparatos de mando a distancia deberán situarse en la torre de mando, separada de la estación a una distancia comprendida entre $\frac{1}{2}$ y 2 ó 3 kilómetros, suficiente para permitir un trabajo en duplex, dada la poca potencia empleada por estas estaciones, que en general oscila entre $\frac{1}{2}$ y 1.5 kilovatios antena, lo que representa un alcance telefónico de unos 250 a 500 kilómetros, respectivamente. Con la idea fundamental de simplificar los equipos radio de los aviones, las estaciones de a bordo son generalmente pequeños emisores de válvula de 40 a 150 vatios, maneja los indistintamente por el piloto y observador, gracias al doble mando. Sólo en los aparatos grandes de guerra (de bombardeo y reconocimiento a gran distancia) o los de rutas comerciales sobre terrenos inhóspitos y desde luego en los dirigibles, la estación a bordo llega a ser hasta de $\frac{1}{2}$ kilovatio, y la comunicación en telegrafía vuelve a tener prioridad sobre la telefonía.

También para la orientación se emplean en Aeronáutica estaciones goniométricas instaladas en general en el mismo local del receptor y puesto de mando de la estación del aeródromo, gracias a lo cual puede seguirse la marcha de los aparatos que emitan señales periódicas, pudiendo situar en un gráfico o carta la situación momentánea de cada aparato en vuelo así como recoger y localizar, en caso desgraciado, el más fugaz S. O. S. Aunque análogamente a los barcos, se tiende a que cada aeronave pueda por sí sola determinar su situación, la instalación a bordo es sólo factible en los dirigibles y aviones gigantes, ya que el gonio requiere antena especial, impropia para transmitir (aunque también hay cuadros transmisores), precisa un especialista para su manejo y está sujeto a falsear sus indicaciones por la falta de equilibrio de los dos circuitos normales de captación, interferencia de las magnetos de los multimotores tan próximos y

otros detalles fáciles de vencer en tierra, donde se trabaja con más exactitud y seguridad. Además de esto, los gonios de aviación tienen que ser más sensibles que los marítimos, por la sencilla razón de que aquí habrá frecuentemente que observar estaciones a distancias bastante mayores de las clásicas 50 millas de los radiofaros marítimos, con lo que los errores de indicación pueden ser mayores.

Entre las estaciones de aeródromo organiza las para responder a estas nuevas necesidades figuran en Europa las de Croydon (modelo en su clase) en Inglaterra, La Bourget (París) y Estrasburgo, Tempelhof (Berlín), Konisberg y Munich, Zurich (1), Basle (Berna), Praga, Viena, Budapest, Belgrado, Turm Severn y Bukarest en la ruta de la Compañía Aérea Franco-Rumana, cuyos aparatos atraviesan casi toda Europa (París-Constantinopla) en menos de veinticuatro horas. También en España tenemos, aunque en pequeño, una buena red aeronáutica de estaciones Marconi, dotadas del nuevo gonio «12 A», de ocho válvulas, y un buen número de estaciones «A. D. 6», de 150 vatios, para montar en aparatos, trabajando en 900 metros y con un radio de acción de unas 100 millas.

En el reciente viaje a América del dirigible *Z. R. 3*, el equipo radio mereció los mayores cuidados dentro de la sencillez de los aparatos instalados a bordo, ya que, excepción hecha de un amplificador de alta frecuencia, de seis escalas, suplemento de corriente «Bordpeiler» o goniómetro alemán (de cuadro giratorio), la estación contenía un emisor de onda continua de $1\frac{1}{2}$ kilovatio (una sola válvula a 3.000 voltios, tensión de placa, como las de nuestra red militar), otro análogo de chispa movido como el anterior, por un generador de 1,5 kilovatios directamente acoplado a un molinete de ángulo de ataque variable (para conservar su velocidad al variar la de la nave o la fuerza del viento) y un pequeño emisor telefónico de 50 vatios para facilitar las maniobras de despegue y llegada. Como receptor, el típico y sencillo «E. 266» detectora y dos amplificadoras de baja frecuencia, todo ello colocado en la nave de proa, de donde colgaba la antena (un hilo de 100 metros), yendo todos los aparatos envueltos en rejillas metálicas (análogas a las protecciones de lámpara de minero contra el gas grisú) y con la sola precaución de dejar de transmitir al elevarse el dirigible (por el escape de hidrógeno, altamente explosivo). Sólo así, con el práctico criterio de sencillez y seguridad de funcionamiento (de las diez personas de la dotación, tres eran radiotelegrafistas) salió de Friedrichshaven en la mañana del 12 de octubre con espesa niebla. Los informes de Nauen y Torre Eiffel hicie-

(1) Torre de 65 metros pintada de blanco y rojo, y para señal de noche tiene en el extremo superior cuatro focos eléctricos.

ron cambiar la ruta estudiada (que era bajar al Golfo de Lyon y atravesar España de través), entrando en Francia por la desembocadura del Gironde y divisando sólo las costas gallegas. Hasta cerca de Azores pudo comunicar con Nordeich, y gracias al gonio y a las señales emitidas por los barcos del Atlántico (en especial del *City de Boston* que comprobó su situación, y el *Detroit* que le transmitió el aviso), pudo fácilmente salvar una depresión barométrica poco después de las Azores. Es curioso observar que las estaciones americanas venían oyendo las señales del dirigible desde su entrada en el Atlántico libre, por Finisterre, con la misma intensidad que volando sobre Nueva York.

V. Especialidades.

Hoy día son ya numerosas las especialidades radioeléctricas, algunas de las cuales aprovechan la típica cualidad de que un solo transmisor puede accionar los receptores situados dentro de su radio de acción (sintonizados a su onda) y en otras en cambio, son utilizadas las propiedades de las corrientes de alta frecuencia, que se propagan a lo largo de circuitos defectuosos completamente inservibles si de corrientes continuas se tratara. Dado el carácter general, de verdadera ojeada, que tiene este modesto trabajo, sólo muy por encima, indicamos a continuación el fundamento y estado actual de las principales aplicaciones.

a) *Servicios generales de información.*—De antiguo son conocidos los servicios de prensa, recordando los que durante la guerra daban las estaciones de Nauen, Torre Eiffel, Poldhu (y después Horsea), etc. Las grandes Agencias disponen de tan excelente medio de información y esto no sólo dentro del Continente, sino para el servicio de buques (las estaciones de Cádiz y Canarias retransmiten la prensa inglesa después de la española) y aún para los países de Ultramar, siéndonos grato hacer notar que algunas estaciones extranjeras (como la alemana de Eilvese, cerca de Hannover) dan también prensa en español.

Al llegar la telefonía nacen los servicios de prensa nacionales o interiores al país de donde son emanadas. En Alemania funciona desde mediados de 1922 un servicio telefónico de noticias referentes a la vida económica y comercial, el cual es explotado por la compañía «Eildienst» (1) que emplea la estación de Königwusterhausen manejada desde Berlín; hay unas 500 ciudades alemanas suscritas a este servicio y la misma compañía instala y arrienda el aparato receptor, fijamente sintonizado a la onda de 4.000 metros. Al comenzar el año 1924 se establece un consor-

(1) Servicio urgente.

cio entre la Agencia Wolff, la Unión telegráfica y la Sociedad Editorial Periodística para organizar un servicio interior que sirve de base a las ediciones de periódicos. En Francia, la estación militar de la Torre Eiffel ha pasado en parte, a ser explotada por la nueva Sociedad «Les amis de la Tour Eiffel» y en España mismo, nuestra estación de Carabanchel, cuyos largos años de continuos y estimables servicios la hacen acreedora a que no sea desmantelada, al inaugurarse la nueva de Prado del Rey (que además del transmisor de gran potencia dispondrá también de uno de 2 kilovatios válvulas para el interior y Africa) será conservada para estación-escuela de radiotelegrafía militar, con lo que la utilidad y la tradición quedarán hermanadas.

El nuevo progreso, no se conformó con entrar en los centros oficiales, establecimientos de enseñanza, centros de información periodísticos, etcétera, sino que invadiendo la vida colectiva, se propagó después al hogar, naciendo la radiodifusión, que tiene ya cuatro años en Norteamérica, dos en Inglaterra y Francia, uno en los Países Bajos y Alemania y acaba de ser recién organizada en España, Italia y Austria. Las estaciones emisoras, al tener que responder a la amplia gama de la escala musical para reproducir con fidelidad los conciertos, necesitan una excelente modulación telefónica, lo que exige una adecuada amplificación de las corrientes de baja frecuencia procedentes de las líneas o cables que enlazan la estación con el teatro de la acción a irradiar (estudios, salas de espectáculos, etcétera). A este respecto, se tiende hoy día al empleo de pequeñas estaciones portátiles que retransmiten a la principal, con lo cual, no sólo se gana en pureza de emisión y economía, al suprimirse los cables de unión antes citados, tan costosos como propensos a distorsiones, sino que se facilitan grandemente los motivos a irradiar sin más preparativos que el transporte del pequeño emisor con su micrófono, todo ello instalado en un pequeño carruaje.

La pequeñez de la onda empleada por las emisoras fijas, exige una sintonía muy aguda (a pesar de que la banda de frecuencia o canal afectado se extiende 5.000 períodos por encima y por debajo de la onda portadora) evitando se molesten mutuamente unos conciertos con otros; la pureza en la emisión (desprovista de armónicos) es, desde luego, necesaria y la constancia de la onda o completa fijeza de la frecuencia es también conveniente para evitar esos frecuentes cambios de la intensidad de recepción, atribuidos frecuentemente al «fading» atmosférico, lo que puede ser un defecto de la estación. De aquí la necesidad de emplear antenas rígidas (de alambres bien fijos y tensos o rígidos tubos de cobre), válvulas emisoras de suspensión elástica y refrigeración artificial; contraantenas o, mejor aún, pantallas de tierras elevadas, cuando por estar

situada la estación sobre edificios y, sobre todo, talleres, motores, etc., líneas telegráficas o subterráneas y demás orígenes de inducciones; no pueda organizarse un buen sistema de toma de tierra, por todo lo cual se tiende hoy día a construir los emisores fuera del casco de las poblaciones, mandándolas a distancia desde el estudio enclavado en el corazón de la ciudad. Dicho local requiere también ciertas condiciones: amplio, sin huecos ni luz natural por lo tanto; paredes y techo forrados de espesos cortinajes, para evitar resonancias y apagar ruidos exteriores; decoración sobria, algunas plantas artificiales, atriles y aparatos de orquesta; cuadros de enchufes para micrófonos, alumbrado y líneas de control; órdenes breves de mando eléctrico al encenderse bujías de color. Los actores o artistas al pisar sin ruido, subordinar sus movimientos y hasta su arte a las mudas órdenes del puesto de mando, respiran el aire ozonizado de la ventilación forzada, como si al convertir su voz en vibración hertziana hubieran ellos mismos de soportar una vida artificial.

Entre las Compañías que más se han distinguido en el estudio y organización de los servicios difusores, figuran en primer término la Compañía Británica, que emplea aparatos Marconi y la Western Electric, con aparatos americanos. La primera tiene, además de las estaciones inglesas, las de Bruselas y Roma (fines del 1924), Cabo de Buena Esperanza y Durban, Río Janeiro y Lima, etc., todas ellas de 6 kilovatios de energía oscilatoria (1,5 en antena, excepto la nueva de Londres que tiene 3 kilovatios). De la compañía Western hay varias en Europa como las de París (P. T. T., *Petit Parisien*, Birmingham, Barcelona, Zurich, etc.), mientras que las Compañías alemanas después de haber construído (fines del 1923 y 1924) una red de nueve estaciones, análoga a la inglesa, extiende sus actividades a los países centrales como Austria (Viena) desde fines del 1924. No ha permanecido indiferente España a las corrientes de progreso, pues aparte de la veterana «Radio Ibérica», de 3 kilovatios, antena recientemente reformada (tubos emisores del Sr. Castilla, de 1 kilovatio), cuenta la Corte con la «Radio España» y la ya inaugurada de la «Unión Radio» (Marconi 1,5 kilovatios antena) funcionando, además, las de Barcelona, Sevilla y Valencia, y tratándose de construir por una Compañía francesa las de Bilbao, Cádiz y Canarias, siendo sólo de lamentar la falta de unidad y compenetración entre tanto esfuerzo disperso.

Además de estas redes interiores, las naciones se esfuerzan en disponer también de emisoras más potentes que escalan y aun exceden a las potencias medias. Ejemplo de esta clase son las difusoras de Clichy (cerca de París, una válvula de 25 kilovatios y 8 kilovatios-antena), la inglesa que se construye en Daventry (tres válvulas de 10 kilovatios a 10.000 voltios, a base de la experimental de Chelmsford), la de Hilver-

sum (Holanda) con válvula Phillips de 10 kilovatios y la que se construye en Berlín, de 8 kilovatios antena, en el Palacio de la Industria. Norteamérica no contenta con sus populares estaciones de Pittsburgo (K. D. K. de 15 kilovatios) y Schenectady, Ido Montreal (de 28 kilovatios), etc., construye la Continental de Nueva York, potente, de 50 kilovatios.

Gran diferencia existe en la libertad que los distintos países dejan a estos servicios, pues mientras en América no se precisa licencia alguna (excepto las transmisoras) y en Francia sólo hay que dar fe de existencia, en Inglaterra se protegió grandemente la industria nacional, obligando a adquirir aparatos ingleses hasta fines de 1924, en que terminada la concesión inicial de la B. B. C.; la competencia es libre para la industria extranjera y la tasa única por receptor es de 10 chelines año. Los transmisores de aficionado son de una potencia máxima de 10 vatios-antena, prohibiéndose la chispa, así como el comunicar con estaciones enclavadas fuera de Inglaterra (ζ), injusta recompensa a esas asombrosas comunicaciones bilaterales con Nueva Zelanda y Australia. En el Continente hay más libertad en las emisiones privadas, necesitándose sólo autorización especial para usar onda superior a 120 metros. En España está prohibido a las emisoras de aficionado emplear ondas superiores a 120 metros, siendo la potencia máxima permitida de 100 vatios, ampliable a 500 (en el generador) si dista más de 50 kilómetros de una estación oficial. La licencia para receptor cuesta 5 pesetas año si es privado y 50 si es público, mientras que los emisores abonan un cánón de 2 pesetas por vatio-año.

La banda de frecuencias ordinariamente empleada en los servicios nacionales de radiodifusión, es la comprendida entre 300 y 550 metros (y de 1.500 a 3.000 los destinados a regiones lejanas), pues aunque algunas estaciones emiten en onda alrededor de 100 metros (como las americanas «K. D. A.», en 100 y luego en 64 y la «W. S. Y» que desciende hasta 15 metros), se conserva, sin embargo, la onda normal incluida en el margen citado («K. D. K. A.» sigue también en 326 metros). En estas condiciones, es muy difícil que tan altísimas frecuencias (definidas en kilociclos o kilohertz = 1.000 períodos por segundo) entren en los receptores corrientes que necesitan ser de primario aperiódico (bobina de hilo grueso sin goma laca) y de acoplo directo, empleándose además la recepción *superheterodina* del comandante americano Armstrong, que la ideó hace ya varios años, con el fin de recibir señales débiles sin peligro de interferencias. Para ello, las precauciones que deben tomarse con tan altas frecuencias, quedan limitadas al circuito de antena, ya que son inmediatamente transformadas en otras de la frecuencia corriente para accionar con el máximo rendimiento los receptores hasta ahora empleados.

Si la oscilación captada por la antena es de 3.000 kilociclos (o sea onda de 100 metros) y el primer oscilador local o heterodino se gradúa a 3.100 ó 2.900 kilociclos, tendremos una onda resultante de 100 kilociclos, o sea 3.000 metros que podrá ya tratarse como si realmente hubiera llegado a la antena la onda de 3.000 metros, es decir, que el aparato tendrá después sus escalas de amplificación de alta frecuencia; otra segunda detectora para bajar a la frecuencia audible y amplificadores de baja por último. El manejo será sencillísimo, pues como todo el aparato está graduado a la onda escogida (3.000 metros en nuestro caso), no habrá que tocar nada más que el primer heterodino que transforma la onda incidente en la fija del aparato. La selección obtenida es mucho más aguda que con la ordinaria de simple reacción. Supongamos, por ejemplo, que llega la onda de 99 metros; su frecuencia es de 3.030 kilociclos, que al incidir con la de 3.100 del heterodino, dará una de entrada en el amplificador (graduado a 3.000 metros) de $3.100 - 3.030$, o sean 70 kilociclos, correspondiente a 4.285 metros; es decir, que 1 metro de diferencia en la onda, produce 1.285 en el aparato, con lo que la interferencia será imposible (si el primer heterodino se graduó a 2.900, se obtendrá una frecuencia de $3.030 - 2.900 = 130$, correspondiente a 2.307 metros y la diferencia con la del aparato será solo de 693, todavía apreciable).

Es necesario, sin embargo, que la telefonía, con la banda de frecuencias empleada (5.000 períodos por encima y por debajo de la portadora) tenga entrada en el receptor, lo que exige solamente que el amplificador de alta frecuencia sea del tipo de resistencia y capacidad o de transformadores semiaperiódicos en vez de resonancia.

Así, por ejemplo, en la misma onda de 100 metros la banda de frecuencias afectada por la telefonía, será de 3.005.000 a 2.995.000, que al interferir con la 3.100.000 del heterodino, producirá en los casos más desfavorables ondas de 3.158 y 2.857, que deben ser recibidas por amplificador a 3.000 metros. El segundo heterodino será indispensable en la recepción de onda continua, y todo el amplificador fijamente graduado a la onda elegida (3.000 metros en nuestro ejemplo), debe ir protegido por una cubierta metálica comunicando con tierra para que las ondas hertzianas exteriores de 3.000 metros no sean recibidas por el aparato, y sí sólo las que vengan por la antena.

Continúan usándose cada vez más las válvulas de débil consumo o de filamento oscuro, aunque su funcionamiento es algo más inestable que las corrientes de filamento brillante; en estas últimas, en efecto, el filamento es más robusto al tener que soportar la corriente necesaria para llegar a la incandescencia (alrededor de medio amperio), pero en las de débil consumo (unas milésimas de amperio) al no exceder de 800 gra-

dos la temperatura del filamento, éste puede ser más débil, y como al mismo tiempo es bimetálico (bien recubierto por una sal de torio, o lo que es preferible, por una aleación especial a base del citado metal altamente emisor de electrones, sin necesidad de ser llevado al rojo), resulta por su pequeño diámetro y elasticidad altamente sensible a las vibraciones mecánicas, haciendo a la válvula microfónica, lo que obliga a tomar algunas precauciones, como el disponer los soportes muelles, colocando las lámparas en el interior del aparato o, lo que es preferible, envolviéndolas en su embalaje de algodón, pues incluso las vibraciones sonoras producidas al hablar son causa de ruidos. Aparece un nuevo tipo de esta clase que tiene la placa en forma de casquete esférico recubriendo la rejilla formada por un hilo en espiral y siendo el filamento curvo y soportado en tres puntos, debiendo tener cuidado en estos modelos de ánodos muy próximos al filamento, de no exagerar la tensión de placa que también puede originar ruidos por la atracción electrostática que se origina entre filamento y placa que tiende a destruir el primero; por eso los receptores de esta clase tienen tomas independientes de la batería de alta para las válvulas detectora, amplificadoras y de reacción, pudiendo graduarse esta última por el acoplo magnético de las bobinas (o capacidad), por la tensión de alta o por el brillo de filamento, todo ello favorable para aumentar la selección del aparato, del que es un ejemplo el nuevo Marconi «R. P. 1.», de seis válvulas.

Aparecen en el mercado variadísimos tipos de válvulas triodos según el trabajo para que han de ser destinadas: amplificadoras de alta frecuencia, detectoras, amplificadoras de baja o de potencia (para recepción en alta voz). Se comprende, en efecto, que éstas últimas necesitan tener una característica de gran extensión rectilínea (para que no haya distorsión); su resistencia interior ha de ser pequeña y la tensión de placa grande, para producir gran volumen de voz. El factor de amplificación en voltios será, en cambio, pequeño y se aprovecha toda la parte recta de la característica dando a la rejilla una tensión negativa respecto al filamento, bien uniendo las resistencias de éstos y la rejilla al polo menos de la batería de baja, o lo que es preferible con una pequeña batería de pilas secas, trabajándose así entre el codo inferior y el punto en que nace la corriente de rejilla (en cuyo caso las resistencias de filamento irán al positivo). Las amplificadoras de alta, en cambio, necesitan tratar pequeñas cantidades de energía con gran factor de amplificación y las detectoras deberán tener sus características con el recodo inferior bien marcado o que la corriente de rejilla nazca hacia la mitad de la parte recta si se emplea el principio de condensador shuntado.

No solamente varían las válvulas al variar su misión, sino que por

el contrario, aparecen modelos que pueden simultáneamente verificar el trabajo de varias del tipo corriente; éstas se emplean en los circuitos «Reflex», en que la misma lámpara es detectora y amplificadora de baja y hasta hay una nueva variante del superheterodino (Houck, americano), en que el primer heterodino o pequeño oscilador independiente, es substituído haciendo funcionar a la primera válvula como detectora y osciladora, empleando un armónico en vez de la oscilación necesaria para obtener la frecuencia intermedia, obteniéndose así un funcionamiento más estable. Aunque en otro orden de ideas, ha despertado gran interés la máquina del ingeniero Schmidt, de la compañía Lorenz, que genera y utiliza ondas armónicas hasta de 250 metros.

Es de hacer notar, sin embargo, que, al menos en los receptores de aficionados, se tiende a la sencillez, huyéndose de los neutrodinos (que evitan los efectos de capacidad, de temer especialmente en las altísimas frecuencias de las ondas cortas) reflejos (varias válvulas que al trabajar en alta y en baja son sometidas a la misma carga) y demás montajes especiales que son substituídos por disposiciones básicas bien construídas (condensadores sin pérdidas, bobinas intercambiables según los márgenes de onda; capacidades con nonius y mandadas por mangos aisladores, etc.), siendo ejemplares modelos en España los construídos por los señores García Marcellán y Alba de Yeltes.

Nacen los cristales osciladores o montajes de «cristadinas», debidos principalmente al ruso Losev que estudió al microscopio (ya que por la baja temperatura, menos de 100 grados, no es visible), la descarga eléctrica entre el estilete metálico y el mineral de un detector de contacto, en cierto modo análoga a la luminiscencia observada en los tubos de Crookes por ciertos cristales minerales. Se emplea como negativo la zinzita (óxido de cinc mucho más conductor que el carborundum), mientras que hace de ánodo el estilete de acero, bastando una batería de 8 a 10 voltios y otra con potenciómetro y resistencia en serie.

Comunicaciones bilaterales terrestres o enlace entre dos puntos fijos van poco a poco desarrollándose, especialmente en los países montañosos sujetos a fuertes temporales que dificultan el establecimiento, primero, y funcionamiento después, de las líneas telegráficas. En el Pirineo francés se inauguró a fines de año la estación del Pico del Midi, cerca de Tarbes (dicha estación con antena soportada por dos postes de 30 metros se dice ser la más alta del mundo), que comunica con Bagnères, cursando especialmente los partes meteorológicos. Estos informes, al adquirir de día en día mayor importancia, obliga a ir pensando en que los observatorios dispongan no solamente de estación receptora (como tienen ya casi todos los españoles), sino transmisora de potencia suficiente para dar sin de-

mora los partes meteorológicos al Centro Radio, emisor del Report nacional o bien al menos, una línea directa a la estación más cercana que podrá así ser accionada desde el propio observatorio, como piensa hacerse, por ejemplo, en las estaciones de Carabanchel y Tenerife unidas por hilo directo a los observatorios del Retiro e Izaña (en la falda del Teide, en Canarias).

Con fines privados, no sabemos exista en España ningún enlace radio (para los que se reserva una onda entre 240 y 280 metros) a que tan apropiadas son las Marconi tipo «X P» popular (citadas en nuestra crónica anterior) empleadas desde mediados del 1924 por cuatro compañías griegas con objeto de enlazar sus fábricas de Atenas con el Puerto del Pireo. La iniciativa privada se limita por ahora a la atracción que ejerce la radiodifusión, siendo ya varias las emisoras nacionales de aficionados como la del ingeniero Sr. Ochoa, en Madrid, difusora del Sr. Viesca, en Cádiz, la del oficial de Telégrafos Sr. García, en Guadalajara, etc., las cuales dan programas para la localidad en que están enclavadas, siendo de esperar se vayan estableciendo estaciones provinciales o intercomunales que tan gran impulso están recibiendo en la región Sur de Francia, donde a fines de año se inauguró la de Agen (de un cuarto de kilovatio) a unos 200 kilómetros de la frontera española.

b) *La telegrafía dirigida de alta frecuencia (ferrocarriles y líneas de alta tensión).*—Se utiliza la propiedad que tienen las corrientes de alta frecuencia de propagarse favorablemente a lo largo de superficies conductoras, como son los hilos metálicos de las líneas telegráficas o de transporte de energía, sin que por ello causen en las mismas la menor perturbación. Gracias a las corrientes hertzianas pueden aprovecharse líneas telegráficas o cables abandonadas por inservibles para corrientes continuas (por faltas de aislamiento, interrupciones pequeñas, etc.), aumentar el rendimiento de las normales superponiendo a los circuitos de corriente continua los de corriente hertziana, bien, por último, para evitarse el tendido de los hilos telefónicos en las líneas de transporte de energía, modalidad ésta última que por su evidente economía, seguridad y sencillez de funcionamiento, está siendo cada vez más empleada por las compañías hidroeléctricas. En España tenemos estaciones telefónicas de alta frecuencia en la línea de la compañía Mengemor que une el salto del Carpio con Villanueva de las Minas; en la Electra del Viesgo en Asturias en Camarmeña y Ujo-Taruelo y entre el Salto de Maitena y Granada, en todas las cuales se emplean pequeños emisores de una sola válvula (5 a 10 vatios que alcanzan unos 250 kilómetros), unidos a la línea de alta, bien por acoplo de capacidad (empleado por las compañías alemanas y americanas) o inductivo las francesas; hilo de unos 100 metros paralelo a la línea y a unos 30 ó 40

centímetros de la misma. El funcionamiento es el mismo que el de un teléfono corriente (o sea comunicación bilateral); existe un aparato de llamada para evitar la escucha permanente y no hay que graduar nada, ya que siendo fijas las ondas de transmisión y receptor, los aparatos se sintonizan de una vez para siempre.

La telefonía múltiple de alta frecuencia requiere únicamente el empleo de onda superior a 3 ó 4 mil metros, pues las inferiores se amortiguan mucho a lo largo de la línea (por su elevada frecuencia); esto limita el número de conversaciones simultáneas que pueden hacerse por los mismos hilos (en general no pasan de cuatro) al tener que distanciar debidamente las frecuencias empleadas. En España no tenemos aún enlaces de este género, ni parece los tendremos en mucho tiempo al haberse aprobado un crédito de 17 millones para la construcción de nuevos circuitos de cobre y mejora de los antiguos. Alemania, con menos disponibilidades económicas, no ha alterado su red antigua, aumentando la capacidad de la misma al establecer unos cuarenta enlaces de este nuevo sistema (Berlín con Hannover, Hamburgo, Stettin, Breslau, Munich, Stuttgart, etc.), y lo mismo en otros países europeos (Berna con Zurich, Praga con Presburgo, Budapest y Szegedin, Stockolmo y Malmoe, etcétera.)

El mismo procedimiento se emplea ya por varias Compañías de ferrocarriles de Alemania y Norteamérica, empleando uno de los hilos telegráficos tendidos paralelamente al camino de hierro. El primer tren europeo en que funciona normalmente este servicio de enlace telefónico entre los viajeros del tren y los abonados de las principales poblaciones de tránsito, es el expreso de Berlín a Hamburgo (cuyo estudio comenzó la casa Huth en el año 1921). Cada central telefónica urbana está unida a una pequeña estación situada al pie de la vía, en donde la corriente telefónica acciona un pequeño emisor radio (onda de 3.800) engarzado a un hilo telegráfico de la Compañía férrea, por intermedio de un condensador. El tren lleva un emisor análogo (onda de 2.800), cuya antena ocupa la longitud de dos coches a unos treinta centímetros sobre el techo de los mismos, actuando por inducción sobre el hilo antes citado y llegando así a la estación radio del pie de vía donde una sencilla disposición en montaje Wheastone (abonado artificial) hace que las conversaciones procedentes del tren accionen sólo el receptor y por ende la línea del abonado de tierra sin molestar la transmisión. Un montaje análogo al esbozado se está instalando en la nueva estación radiotelefónica de Tetuán, para que desde el Palacio de la Residencia pueda hablarse a Madrid y escucharse al mismo tiempo al Ministerio de la Guerra, desde donde se acciona el emisor de válvulas de Carabanchel. En Inglaterra se hicie-

ron en el mes de julio pruebas con un emisor de 100 vatios y antena interior de 15 metros, instalado en el *express* de Scotch, obteniendo, un alcance de unas 100 millas.

c) *La transmisión de imágenes y la televisión.*

Al nacer con el generador de válvula triodo, el vehículo apropiado para la transmisión de la palabra a distancia, se pensó en la posibilidad de transmitir imágenes, dibujos, autógrafos, etc., seres inanimados, en una palabra, como fundamento inicial para lograr el anhelo humano de la televisión.

Si la transmisión de la palabra por radio es asunto resuelto al enviar las ondas acústicas sobre el soporte apropiado de las hertzianas, que por ser de frecuencia mucho mayor de las sonoras podrán ser moduladas por ellas, no sucede lo propio con las luminosas que, aun siendo más allegadas a las hertzianas (por ser ambas vibraciones etéreas y no del aire como las acústicas), tienen su estrecha banda de frecuencias muy por encima del amplio márgen hertziano, no pudiendo, por tanto, propagarse por dicho último medio; es decir, que un color del espectro, vibración etérea de determinada frecuencia, no puede ser radiotransmitido como se hace con una nota musical por grave o aguda que sea. Mientras no se descubre, pues, el aparato o disposición que transforme las elevadísimas frecuencias de las ondas luminosas (caloríficas, etc.) en las relativamente bajas de las hertzianas, habremos de contentarnos con medios indirectos que vienen ensayándose desde los albores del siglo, sin que hasta la fecha pueda en verdad afirmarse se haya resuelto el problema, de un modo práctico al menos.

En tres grupos pueden dividirse los citados métodos óptico-mecánico-eléctricos para la reproducción de imágenes a distancia. En el primero iniciado por Korn, en 1909, se arrolla la película de la imagen a transmitir, sobre un cilindro movable de cristal; un foco y una lente exteriores proyectan un vivo punto de luz en la citada película fotográfica, atravesándola con más o menos facilidad, según el grado de opacidad de la misma y yendo a incidir sobre el detector fotoeléctrico (célula de selenio, de conductibilidad variable con la intensidad lumínica recibida) que transtorna los tonos de luz en variaciones de corriente de un circuito de pila, que acciona el relevador de un transmisor radio, de onda continua.

En el segundo, del francés Belin (1922), la foto en relieve, es arrollada sobre un cilindro de metal, sobre el que se apoya un estilete, cuyo otro extremo, al vibrar acorde con las desigualdades de la foto, hace variar la resistencia del circuito eléctrico que manda el emisor. En el tercero, por último, empleado por Caselli, Baker, etc., la aguja se apoya

sobre un cliché metálico, cuyas rugosidades son enrasadas con una substancia aisladora, como la cera, con lo que la corriente del circuito será siempre de igual intensidad e interrumpida cuando la aguja salga del cliché metálico para apoyarse sobre la materia aisladora que recubre los huecos.

Para la recepción se emplea en el primer sistema, papel bromuro sobre tambor de movimiento sincrónico al de transmisor, que recibe intensidades variables de luz procedentes de una célula fotoeléctrica accionada por la corriente del receptor. En el segundo, un sensible galvanómetro de espejo, intercepta con sus oscilaciones un haz de luz que incide sobre la placa fotográfica, o bien hace oscilar un estilete sobre un papel químico, que por descomposición electrolítica deja impresos los trazos en color, siendo este último medio el empleado en el tercer sistema. Como se vé, todos ellos exigen preparativos preliminares de la estampa que se ha de transmitir, o sea un tiempo apreciable (dos o tres minutos) y un perfecto sincronismo en los aparatos transmisores y receptores. Por un procedimiento análogo al primero indicado y debido al capitán americano Ranger, con la cooperación de las Compañías Radio Corporation de América y Marconi inglesa, se transmitieron el pasado noviembre varias fotografías entre Nueva York y Londres.

Mucho más difícil de lograr es la televisión o transmisión de escenas en movimiento, que aun figurando (como hacen los aparatos de proyección) con la transmisión sucesiva de fotografías, precisa para que la ilusión del movimiento exista, el que sean reproducidas con una velocidad de 16 imágenes por segundo, en lugar del par de minutos que se necesitaron en las experiencias antes citadas.

La célula de selenio ha sido substituída por la llamada «foción» (compuesta en esencia de una ampolla llena de un gas raro, neon, y dos electrodos simétricos interiores unidos a los polos de una pila), la cual es mucho más sensible y con menos inercia que las primitivas; en dicho elemento foto-eléctrico,—verdadera piedra de toque y elemento de enlace entre los fenómenos luminosos y eléctricos—reside la clave del problema. Entre los físicos dedicados a este asunto se destaca el americano Jenkins que utiliza una célula ultrasensible y reversible, es decir, que lo mismo obedece la intensidad de corriente al variar la intensidad lumínica que incide sobre la ampolla, que ésta altera su iluminación si la corriente del circuito varia. Sobre la escena se proyecta la luz de un foco luminoso a través de un disco giratorio (960 revoluciones por minuto) que lleva 48 lentes, cada una de las cuales consta de una parte prismática gradualmente variable y otra convexa igual para todas. Las partes prismáticas desvían los rayos horizontalmente mientras las convexas los desvían verti-

calmente, haciendo desfilar ante la célula foto-eléctrica todos los trozos del objeto a reproducir *cada vuelta del disco* con lo que se obtendrán 16 imágenes por segundo, que reproducidas por un procedimiento inverso en el receptor darán la impresión del movimiento; hasta ahora sólo se ha reproducido el de una mano, haciéndose la transmisión en el interior del laboratorio y facilitándose el riguroso sincronismo de los discos del emisor y receptor, al ser áccionados por el mismo motor.

De un modo análogo se ha logrado el «cinema parlante» haciendo que la célula traduzca en variaciones de intensidad lumínica, que impresionan una banda de gelatina, las variaciones de corriente producidas en el circuito de un micrófono térmico (el «catodófono», aparato alemán, compuesto de un cátodo incandescente como de lámpara de Nerts, y un ánodo tubular terminado en pabellón acústico y sometido a unos 200 voltios; las variaciones de presión del aire ionizado, alteran su conductibilidad y la del circuito del micrófono por lo tanto). Si al mismo tiempo se han registrado las imágenes como en el cine corriente, habrá después perfecta correspondencia entre las gesticulaciones de los actores y el lenguaje reproducido. En Astronomía se aprovecha la célula para registrar con un error menor de una millonésima de segundo, el paso de una estrella por determinada latitud a la que se enfoca el campo de un telescopio; a fines de otoño se repiten en Spezia experiencias de Telemecánica (mando a distancia de objetos movibles, aviones, minas submarinas, etc.); se anuncia la transmisión de energía a distancia; la luz sin hilos; la radiodifusión del frío artificial.. al mismo tiempo que aparece el rayo diabólico del inglés Matheus y se afirma la existencia de ondas humanas o psíquicas que emanan de la materia viviente..

El mundo se agita al interesarse por asuntos que hieren tan vivamente la imaginación popular: todos los países celebran torneos y exposiciones (en España las de Zaragoza, en octubre, y Madrid, en diciembre); algunas naciones como Alemania traen al Palacio de la Radio industria las palpitaciones de la vida industrial en países remotos, mientras otras como Inglaterra de gustos más infantiles llevan al hogar con los conciertos no sólo el lenguaje de los parques zoológicos y la pisada de los caballos en las carreras, sino el eterno murmullo de las aguas del Niágara en sus cataratas y la voz cadenciosa y solemne del «muezzin» africano.

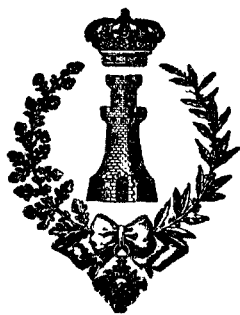


EL PALACIO DE BUENAVISTA

JUAN LARA ALHAMA

CORONEL DE INGENIEROS

EL PALACIO DE BUENAVISTA



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * *
* * * de Ingenieros del Ejército». 1925



EN el año 1884 se publicó en el MEMORIAL DE INGENIEROS un trabajo del entonces teniente coronel del Cuerpo D. Luis Martín del Yerro, titulado *Historia y descripción de la posesión titulada de Buenavista o del Ministerio de la Guerra*, Memoria en extremo interesante, en la que se exponían numerosos antecedentes y se daba idea del estado del edificio a la sazón.

Transcurrido casi medio siglo, en el curso de este tiempo se han realizado cesiones de parte del solar, reparaciones, ampliaciones y otras obras de consideración, con lo cual este importante inmueble del ramo de Guerra ha mejorado en todos conceptos y ha aumentado su valor, que siempre fué cuantioso. Habiendo realizado el actual Ingeniero Comandante de Buenavista, coronel D. Juan Lara, la minuciosa labor que representa el redactar la hoja estadística, documento que no se encontraba en sus archivos, ha opinado la Superioridad que sería útil e interesante la publicación, y conforme en absoluto la Redacción del MEMORIAL DE INGENIEROS, la acoge gustosísima en sus páginas, esperando será grato a sus lectores el conocimiento de muchas circunstancias, generalmente ignoradas y conveniente para todos el que se puedan extender las noticias sobre la labor desarrollada y cuidados que se prodigan al edificio más valioso del Estado, de los que usufructúa el Ministerio de la Guerra.



Datos generales.

Fecha de estos datos.—31 de diciembre de 1924. Esta hoja estadística ha sido redactada por el coronel Ingeniero Comandante que la suscribe, para cumplimentar lo dispuesto en el artículo 214 del vigente Reglamento de obras aprobado por R. O. C. de 4 de octubre de 1906 (C. L. número 178).

Superficie (1).—Total, 44.820,64 metros cuadrados. Patios, jardines y calles, 28.520,25 metros cuadrados.

Superficie edificada.—Con un piso, 724,45; dos pisos, 318; tres pisos, 1.107,94; cuatro pisos, 10.747, y cinco pisos, 3.403.

Capacidad ordinaria (2).—Hombres, 252; caballos, 51.

Capacidad extraordinaria (3).—Hombres, 322; caballos, 60.

Situación respecto a la población.

Se encuentra situado en el centro de Madrid, estando todo su solar dentro de la manzana formada por las calles de Alcalá, Barquillo, Prim y paseo de Recoletos; tiene fachadas y verjas a las expresadas calles y al paseo; el edificio de la calle de Alcalá es medianero con el Banco Español del Río de la Plata; el edificio-cuartel de las Secciones de Ordenanzas del Ministerio, es medianero con varias casas de las calles de Barquillo y Prim; el edificio del Depósito de la Guerra es medianero con la casa número 16 de esta última calle y el edificio que comprende talleres del Depósito de la Guerra, dormitorios de la Brigada Obrera y Topográfica de Estado Mayor, Caballerizas y cocheras, es medianero con el convento de San Pascual; las casas del paseo de Recoletos están separadas del solar

(1) Datos tomados de la tasación hecha el día 15 de julio de 1914 por el comandante Don Julián Gil Clemente, (expediente).

(2) Se ha asignado a cada hombre 18 metros cúbicos y a cada caballo 38, según puede verse en una relación detallada que obra en el expediente.

(3) Los hombres y caballos que hay actualmente.

por un paso, propiedad del Estado, comprendido entre las fachadas posteriores y un muro de contención de tierras. Tiene tres puertas en la verja de la calle Alcalá, dos en la del Paseo de Recoletos y una puerta pequeña que comunica con el paso mencionado; dos en la verja de la calle de Prim y, el edificio de la calle del Barquillo, tiene tres puertas, una en la verja central y dos laterales al edificio.

Estado de conservación.

Todos los edificios del Palacio de Buenavista están en buen estado de conservación, excepto las cubiertas del edificio principal, existiendo un proyecto aprobado por Real orden de 12 de agosto de 1916, que no se ha ejecutado por ser imposible trasladar las dependencias que hay en la segunda planta a otros locales del ramo de Guerra. Las cocheras están en regular estado.

Destino actual.

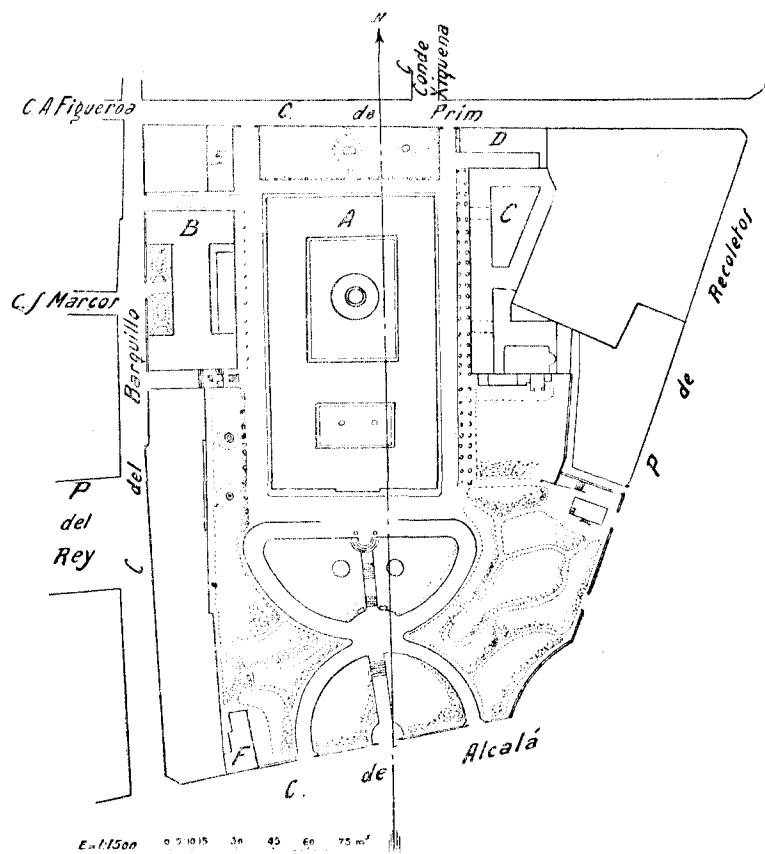
Edificio Central.—En la planta de sótanos, Cuerpo Oeste, siguiendo por Norte y Este, carboneras y máquinaria del ascensor del pabellón del Sr. Ministro, almacén de calefacción, locales de calderas de calefacción y carboneras, del Sr. Ministro, Sanidad Militar e Infantería, archivo del Consejo Supremo, carboneras y calderas del mismo, almacén de la Cooperativa, depósito de efectos de la habilitación del material, almacén de efectos de la Comandancia exenta, calderas y carboneras de Carabineros, ídem de la Guardia Civil, almacén y taller de la Comandancia exenta y un local de la Comandancia de Ingenieros de la Plaza, calderas y carboneras de esta última y de la Sección de Ingenieros, Caballería y Artillería, almacenes de la Comandancia exenta y carbonera de la Comandancia de Madrid, *Diario Oficial*, calderas y carboneras de la Sección de Infantería, archivo, calderas y carboneras de Subsecretaría y Estado Mayor Central.

Planta baja.—Sección y Dirección de la cría caballar y remonta, Colegio de Huérfanos de Santa Bárbara y San Fernando, dos almacenes del material de incendios y dormitorios, Estafeta militar, Biblioteca, Consejo Supremo de Guerra y Marina, Carabineros, Oficinas Centrales del Colegio de Huérfanos de la Guerra, Guardia civil, Comandancia de Ingenieros de la plaza de Madrid, Comandancia General de Ingenieros de la Región, Comandancia exenta de Ingenieros de Buenavista y Depósito de planos, oficinas del *Diario Oficial* y Negociado de Marruecos.

Planta principal.—Despachos del Ministro, Consejo Supremo, Guardia civil, Sección de Ingenieros y Subsecretaría.

Planta segunda.—Sección de Infantería, ídem de Justicia, ídem de Sanidad, Carabineros, ídem de Caballería y Artillería y Estado Mayor Central.

Edificio de la calle del Barquillo.—Sótanos, venta de libros, archivo de Intervención, Cooperativa, archivo de Intendencia, caldera y carbo-



Planta general del Palacio de Buenavista.

nera de calefacción, almacén de la Sección de Ordenanzas, dormitorio de tropas, archivo de la Sección de Ajustes, calderas y carboneras de la calefacción, archivo de la Sección de Ajustes.

Planta baja.—Caja central, Sección de Ajustes, Sección de Ordenanzas.

Planta principal.—Sección de Aeronáutica, Comandancia General de Artillería de la 1.^a Región, vicariato General Castrense, Tenencia Vicaría de la 1.^a Región, Destinos civiles, Escuela Central de Tiro, Inspección de Sanidad de la 1.^a Región, Cooperativa.

Planta segunda.—Intendencia de la 1.^a Región, Intendencia General Militar.

Planta tercera.—Intervención de la 1.^a Región, Intervención general.

Cuartel de la calle de Prim.—Secciones de Ordenanzas.

Edificio Este de la calle de Prim.—Plantas, sótano, baja y principal del Depósito de la Guerra.

Edificio Este.—Imprenta, encuadernación, taller de carpintería, dormitorios de la Brigada Obrera y Topográfica y otras dependencias del Depósito de la Guerra, caballerizas, picadero y cocheras.

Edificio de la calle de Alcalá.—Planta de sótanos, almacén de Ingenieros.

Planta baja.—Informaciones y reclamaciones, Comisión de táctica, Pagaduría militar de haberes de la 1.^a Región y Cuerpo de guardia.

Pabellones.—*Edificio principal.*—En la planta principal, el del señor Ministro, ocupado por el Excmo. Sr. Presidente del Directorio Militar.

Planta baja.—Dos pabellones ocupados por José Hurtado, chofer, y Pedro Domínguez, ujier, del Supremo.

Planta de sótanos.—Cuatro ocupados por Raimundo Gómez, portero del Estado Mayor Central, Antonio Castilla, guarda del jardín, Pedro Bel, portero, y Francisco Alvarez, portero.

Edificio de la calle de Prim.—*Planta segunda.*—Un pabellón ocupado actualmente con los muebles del anterior Subsecretario de Guerra, general Bermúdez de Castro.

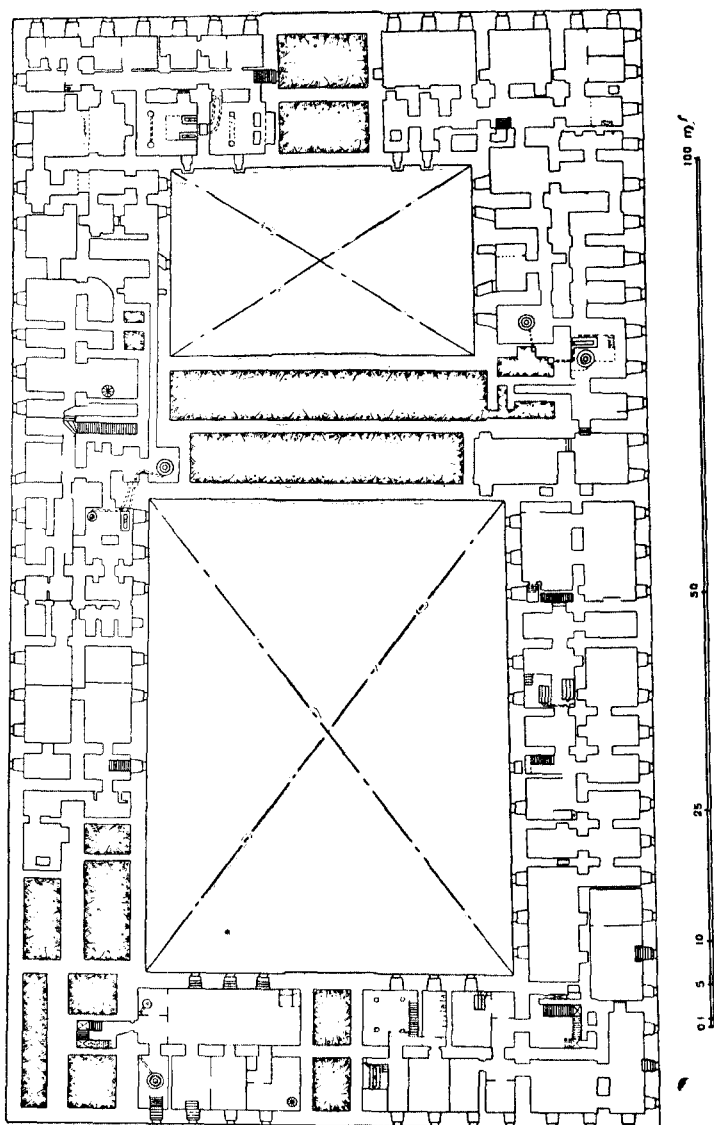
Edificio Este.—*Planta principal.*—Un pabellón ocupado por el teniente coronel de Infantería (E. R.) D. Ricardo Moreno, Inspector de caballerizas.

Planta segunda.—Silverio Felú, portero mayor, Juan Ronzano, portero y jardinero mayor, Joaquín Pascual, portero-electricista, Martín Cristina, portero del Sr. Ministro, José Odriozola, peón de confianza de la Comandancia exenta de Ingenieros de Buenavista.

Propiedad.

La posesión de Buenavista perteneció a los duques de Alba en el siglo XVIII, siendo regalada por el Ayuntamiento de Madrid a D. Manuel Godoy, Príncipe de la Paz, celebrándose escritura de compra a los duques

el 15 de mayo de 1807, ante el escribano D. Vicente Francisco Guerra.
Después de la caída del Príncipe, se le confiscaron sus bienes y, por



Edificio principal.—Planta de sótanos.

tanto, la posesión de Buenavista, el día 18 de marzo del año 1808, pasando a poder del Estado (*Historia y descripción de la posesión titulada de*

Buenavista o del Ministerio de la Guerra, por D. Luis Martín del Yerro, teniente coronel de Ingenieros, Madrid, imprenta del MEMORIAL DE INGENIEROS, año 1884).

Para inscribirla en el Registro de la propiedad se hizo en 26 de diciembre de 1882 por D. Luis Asensi, Comisario de Guerra e Interventor del Material de Ingenieros, una descripción de los edificios y dependencias que componen el Ministerio de la Guerra, pudiendo considerarse esta descripción como el título inscripto del Palacio de Buenavista y por el teniente coronel D. Luis Martín del Yerro un deslinde (Estado número 16 de la citada Historia).

Se anotó en el Registro de la Propiedad de Madrid, al folio 145 del tomo 1044, esta primera inscripción, con el número 6185 fecha 20 de junio de 1884.

Disposiciones dictadas para su enajenación o abandono.

A fines del año 1880 se dispuso que el solar lindante con el paseo de Recoletos se entregara a Hacienda, para que por ésta se vendiese en subasta pública (página 49 de la expresada Historia). En éste, se han levantado varios edificios particulares, con fachada principal al citado paseo, y con el objeto de evitar en lo sucesivo litigios, se separó del solar enajenado en toda la extensión del muro de contención de tierras, una calle de tres metros de anchura, que es propiedad del Ramo de Guerra (página 50 de la misma Historia).

Enajenación, o mejor, cesión de parte del solar de la posesión de Buenavista al Ayuntamiento de Madrid y derribo del pabellón de la plaza de la Cibeles.—En la Memoria del proyecto de reforma del parque de Buenavista, formulado por el coronel D. Licer López Ayllón, ingeniero comandante de Buenavista, aprobado por Real orden de 21 de febrero de 1899, se hace una historia detallada. La ejecución de la Plaza de Madrid, hoy llamada de Castelar, tuvo su origen en las fiestas que se celebraron para conmemorar el IV Centenario del descubrimiento de América.

El Ayuntamiento comenzó las obras prescindiendo de la ley vigente de Expropiación forzosa del 10 de enero de 1879, del Reglamento para su ejecución del 13 de julio del mismo año y del Reglamento para la aplicación de las disposiciones de Policía urbana a las construcciones militares, de 22 de diciembre de 1880. Ya en inteligencia el Ayuntamiento con el Ministerio de la Guerra, se propusieron y estudiaron varias soluciones, que detalladamente constan en la Memoria citada.

Publicada la ley de 28 de junio del año 1898 (C. L. núm. 218), por la cual se autoriza la cesión por el Estado al Ayuntamiento del terreno del

parque de Buenavista, necesario para terminar las obras de la plaza de Madrid, previo pago de 150.000 pesetas, el Ayuntamiento exigió más terreno.

En estas últimas conferencias se convino el que se limitara el terreno cedido por un arco de círculo, teniendo por centro el de la fuente de la Cibeles y por radio 60,50 metros lineales, partiendo de la arista exterior de la segunda pilastra de la verja, contada desde la puerta de la derecha de la calle de Alcalá y terminando en la intersección con la verja del paseo de Recoletos; de este modo, el terreno cedido fué de 344 metros cuadrados, o sean 4.430,72 pies cuadrados, a razón de 12,88 pies por metro cuadrado, y como el Ayuntamiento abonó 150.000 pesetas, resulta el pie cuadrado a 33,85 pesetas, cuando muy bien se pudo pedir a 100 pesetas el pie cuadrado y la cantidad de 443.072 pesetas por el total.

Por lo expuesto se ve que Guerra ha cedido al Ayuntamiento 293.072 pesetas, más el valor del pabellón de la Cibeles.

En la historia y descripción de la posesión titulada Palacio de Buenavista, de D. Luis Martín del Yerro, ya citada, existe un estado, el número 2, con las cantidades que el año 1884 debía el Ayuntamiento al ramo de Guerra por terrenos cedidos para vía pública, elevándose a la cantidad de 117.536,73 pesetas.

Obras proyectadas.

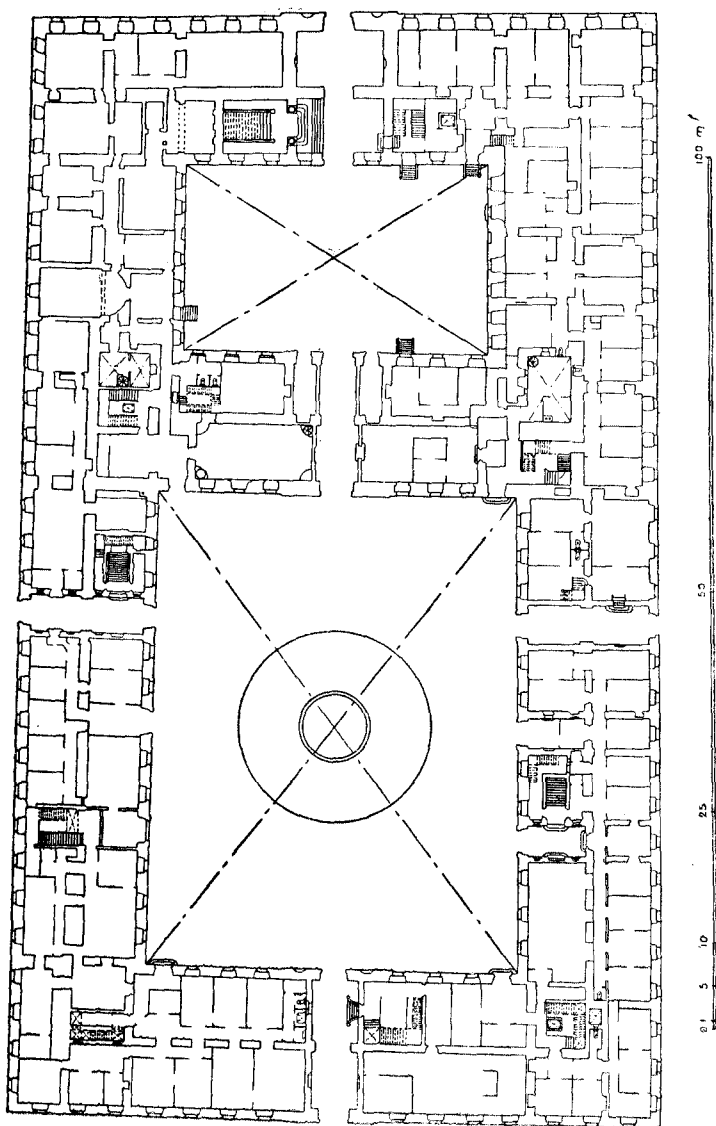
Presupuestos de las obras necesarias y accesorias para canalización de cables en los jardines y calles del Palacio de Buenavista y cuadros de conmutación y distribución del fluido, con importe de 19.610 pesetas, aprobado por Real orden de 9 de febrero de 1924 (número 227 del libro Crédito e Inversión). Este presupuesto se ha realizado ya en el presente ejercicio económico de 1924-25.

Presupuesto de arreglos de despachos en las secciones de Sanidad y Caballería, pasillos de la de Artillería y portería entre estas dos últimas, con importe de 17.160 pesetas, aprobado el 11 de febrero de 1924 (número 229 del libro Crédito e Inversión). Todavía no se han comenzado las obras.

Presupuesto de reformas de los locales de la Comandancia General de Ingenieros de la 1.^a Región y Comandancia de Ingenieros de Madrid, con importe de 24.480 pesetas (número 251 del libro Crédito e Inversión). Se han realizado en el presente ejercicio.

Presupuesto para sustituir una escalera de madera, situada en el cuerpo Este del edificio central del Palacio de Buenavista por otra de materiales incombustibles y reparación de los vestibulos de entrada, con

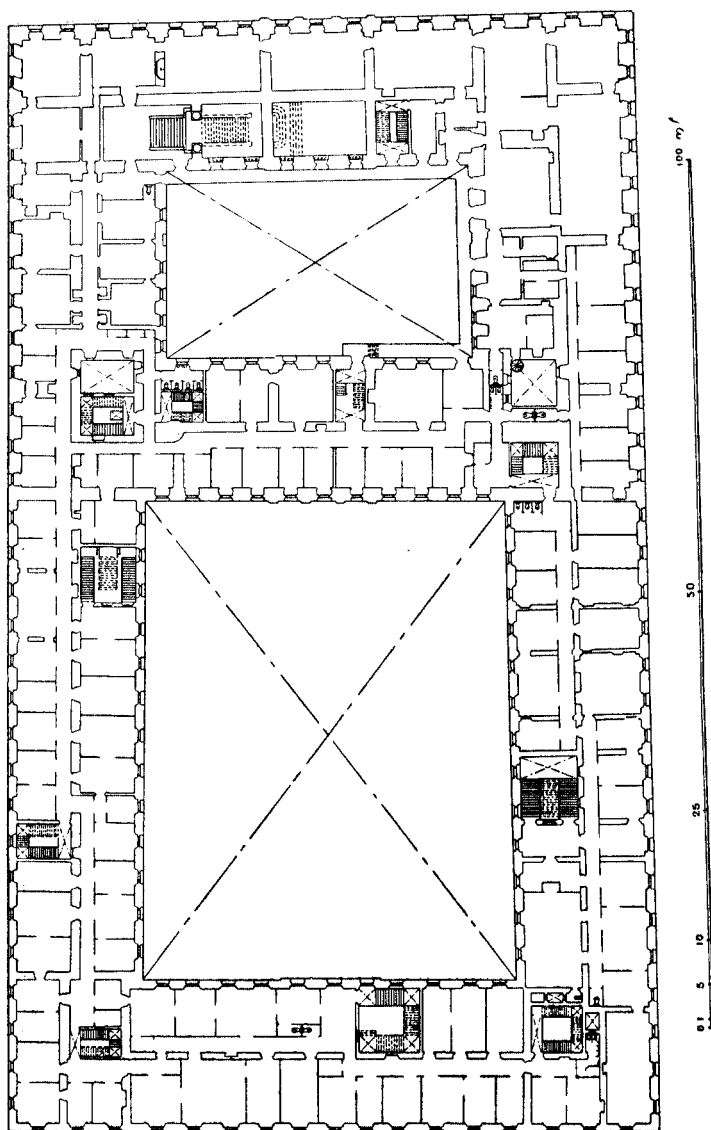
importe de 24.740 pesetas (número 252 del libro Crédito e Inversión). Se va a comenzar en seguida.



Edificio principal.—Planta baja.

Presupuesto de la sustitución de la actual calefacción de vapor a baja presión en las secciones de Sanidad y parte de la de Justicia y

Asuntos Generales por otra de agua caliente con circulación normal o acelerada, según convenga, con importe de 23.440 pesetas (número 253



Edificio principal.—Planta principal.

del libro Crédito e Inversión). Este servicio ya se ha realizado en el presente ejercicio.

Presupuesto de arreglo de cocheras para el servicio de Incendios. Se cursó a la Superioridad el día 22 de diciembre del presente año.

Descripción de la finca y valor aproximado.

El solar del Palacio de Buenavista está limitado: al Norte, por la calle de Prim; al Este, por el paseo de Recoletos y casas de él; al Sur, por la calle de Alcalá, y al Oeste, por la calle del Barquillo y casas de dicha calle.

Con la calle de Prim linda el cuartelillo de las secciones de Ordenanzas y el pabellón con las dependencias del Depósito de la Guerra y pabellón particular del Subsecretario. Al Este linda con casas de la calle de Prim y convento de San Pascual el pabellón del Depósito ya citado, el edificio con dormitorios de la Brigada Topográfica, talleres del Depósito y cuadras. El pabellón llamado de la calle Alcalá linda con dicha calle y con el edificio del Banco Español del Río de la Plata; el edificio llamado de la calle del Barquillo limita con dicha calle; y, por último, el edificio central, compuesto de varios cuerpos unidos, formando rectángulo, comprendiendo dos patios, está situado en la parte central y más elevada del Palacio de Buenavista. Hay instalación eléctrica en todos los edificios, dependencias, calles, patios y parque, cuyo flúido suministran las sociedades Cooperativa Electra y Unión Eléctrica Madrileña.

El agua la proporciona el Canal de Isabel II, con cuatro acometidas y contadores: dos en la calle de Prim, uno en la de Alcalá y otro en la del Barquillo. En el trabajo ya citado, estado número 7, página 82, puede verse con el número de reales de fontanero que suministraba el canal de Lozoya. Se han levantado recientemente tres planos: uno de la red eléctrica, otro de la de agua potable y el tercero de la red de atarjeas y alcantarillas, elevando hasta el terreno las tapas de los pozos.

Actualmente tiene catorce pabellones, que los ocupan: los excelentes Sres. Ministro de la Guerra y Subsecretario, Inspector de Caballerizas, portero mayor, ídem jardinero mayor, ídem electricista, ídem del Sr. Ministro, peón de confianza de la Comandancia exenta de Buenavista, portero del Estado Mayor Central, ídem guarda del jardín, otros dos porteros, el conductor del automóvil del Sr. Ministro, y por último, el Ujier Mayor del Consejo Supremo de Guerra y Marina.

El valor de la finca actualmente es de *cuarenta y cuatro millones setecientas mil novecientos noventa y siete pesetas cincuenta y tres céntimos*.

El estado que sigue detalla la superficie de los distintos edificios, patios, calles y jardines con sus precios, tomando un valor medio por pie cuadrado de solar y por pisos en lo edificado.

VALOR DETALLADO DE LA FINCA

CLASE DE EDIFICIOS O TERRENOS	SUPERFICIE		Plantas de que consta.	Estado de conservación.	Valor a todo coste del pie cuadrado en pesetas.	Valor de la finca. — Pesetas.	OBSERVACIONES
	Metros cuadrad. ^s	Pies cuadrados.					
Edificio central y principal del palacio.....	9.768,00	125.812,00	Cuatro.....	Bueno.....	103 (2)	12.958.636,00	(1) Valor medio del terreno por pie cuadrado, 63 pesetas. Valor medio de la edificación por pie cuadrado y planta, 10 pesetas.
Pabellón de la calle de Alcalá.....	318,00	4.095,84	Dos.....	Idem.....	83	339.954,72	
Edificio central. Depósito de la Guerra.....	494,00	6.362,72	Tres.....	Idem.....	93	591.732,96	
Edificios laterales.....	613,94	7.907,55	Tres.....	Idem.....	93	735.402,15	
Idem cocheras y cuadras..	484,45	6.239,72	Uno.....	Idem.....	73	455.499,56	
Idem picadero.....	240,00	3.091,20	Uno.....	Idem.....	73	225.657,60	
Patios de las caballerizas..	746,25	9.611,70		Idem.....	63	605.537,10	
Cuartelillo de las Secciones de ordenanzas y pabellón del Depósito de la Guerra de la calle de Prím..	979,00	12.609,52	Cuatro.....	Idem.....	103	1.298.780,56	
Edificio de la calle del Barquillo.....	3.403,00	43.830,64	Cinco.....	Idem.....	113	4.952.862,32	
Jardines.....	19.806,00	255.101,28		Idem.....	63	16.071.380,64	
Calles.....	7.968,00	102.627,84		Idem.....	63	6.465.553,92	
² Valor total de la finca.....						44.700.997,53	

No se incluye el valor de los invernaderos, por ser este servicio de lujo para sostener plantas de adorno de los jardines.

Historia y vicisitudes.

La mayor parte de los datos aquí consignados se han tomado del libro *Historia y descripción de la posesión titulada de Buenavista o del Ministerio de la Guerra*, por D. Luis Martín del Yerro, teniente coronel de Ingenieros. Madrid, 1884. Imprenta del MEMORIAL DE INGENIEROS, la que está archivada en la Biblioteca de Ingenieros.

Al principio del siglo XVI, la parte Este de Madrid terminaba en la puerta del Sol.

En ese siglo se abrió la calle de los Olivares o de los caños de Alcalá, hoy de Alcalá.

En el plano de Madrid del año 1656, hecho en perspectiva caballera, en el sector o manzana que hoy comprende las calles de Alcalá, Barquillo, Prim y paseo de Recoletos, existen escasas y dispersas edificaciones muy bajas y rodeadas de huertas; la más importante de ellas estaba situada en la colina, en la que hoy existe el edificio principal, de planta rectangular.

En el año 1769 y siguientes, el duque de Alba, D. Fernando de Silva Alvarez de Toledo, compró las casas llamadas de Buenavista en la calle del Barquillo, pertenecientes a la testamentaria de la Reina Doña Isabel de Farnesio, esposa que fué del Rey Felipe V, y otras muchas más, importando la adquisición 4.198.307 reales.

El citado duque hizo en las casas y sus dependencias obras de importancia, pasando a su muerte a su nieta y heredera D.^a María Teresa Cayetana de Silva, esposa del marqués de Villafranca, D. José Alvarez de Toledo.

Estos señores emprendieron en el año 1777 grandes obras, algunas de ellas dirigidas por el arquitecto D. Pedro de Arnal, conservándose varias en el siglo XIX, entre las que figuraban el rectángulo de cuerpos de edificios, que rodeaban el patio primero pequeño del Palacio Central de Buenavista, que hoy existe.

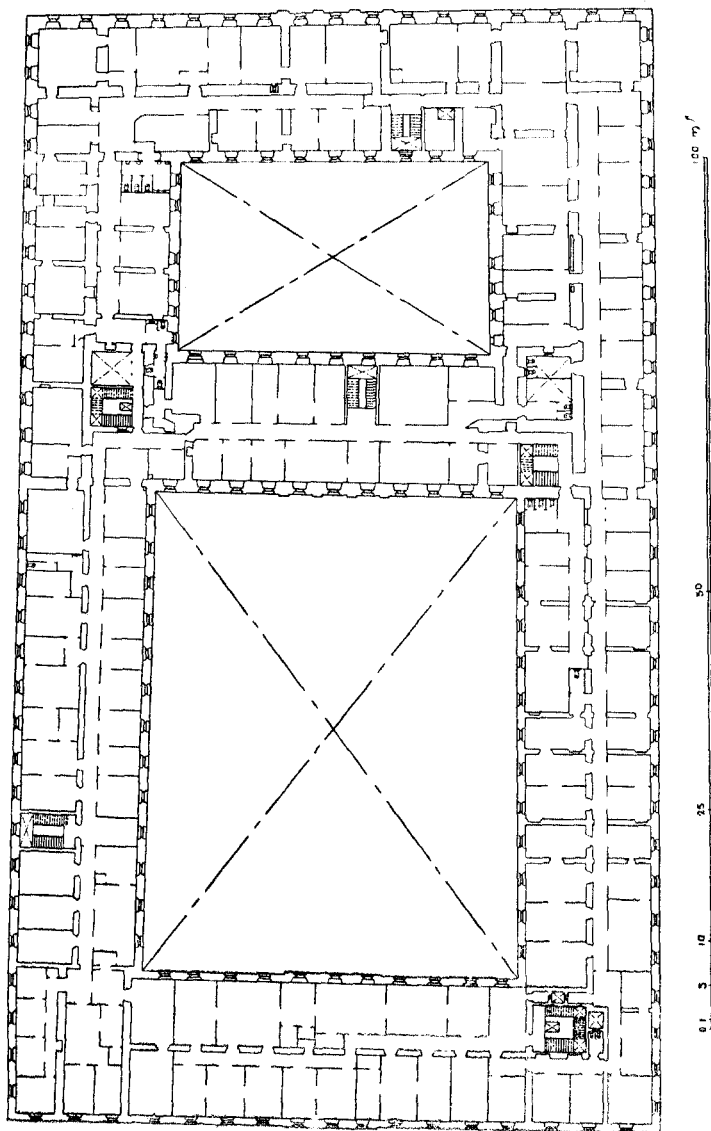
Dichos señores no consiguieron ver terminados sus proyectos grandiosos de edificación, porque dos horrorosos incendios destruyeron gran parte de lo ejecutado.

Los duques compraron después en 1795 varias fincas, que agregaron a las que ya poseían, entre ellas el palacio y jardín del marqués de Braccaccio, general de Artillería.

Habiendo fallecido en 1802 la duquesa de Alba, entraron en posesión del Palacio de Buenavista los herederos de los bienes libres de la señora.

El Ayuntamiento de Madrid dirigió una petición al Rey Carlos IV

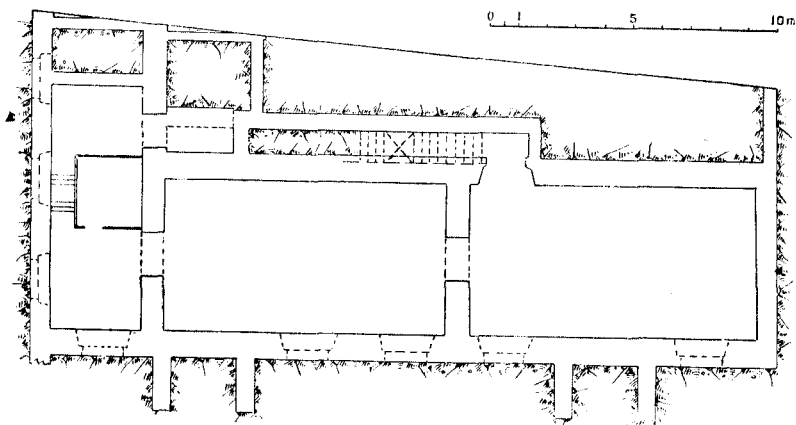
para que permitiese comprar y regalar Buenavista a D. Manuel Godoy, Príncipe de la Paz, a lo cual gustosamente accedió, verificándose la com-



Edificio principal.—Pianta segunda.

pra por escritura pública ante el escribano D. Vicente Francisco Guerrero en 15 de mayo de 1807.

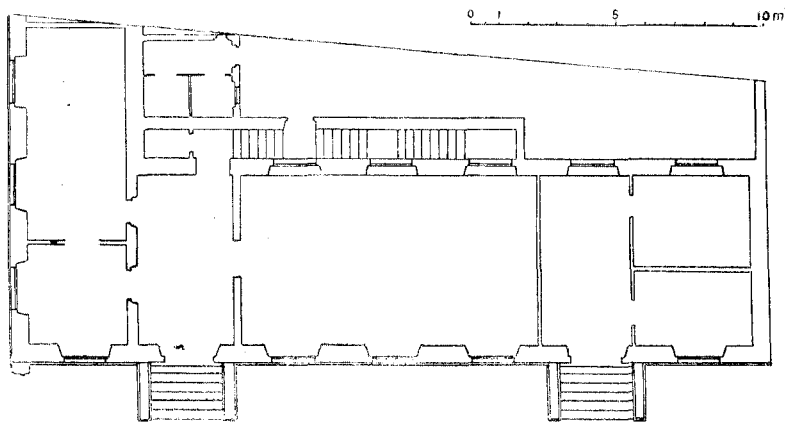
Godoy emprendió grandes obras, habitando entretanto varias casas de la calle del Barquillo, situadas frente a la plaza llamada hoy del Rey,



Edificio de la calle de Alcalá.—Planta de sótanos.

que se ejecutó con parte de la huerta del extenso convento del Carmen para dar vistas y desahogo al frente de las citadas casas.

El 17 de marzo de 1808 estalló un motín contra el Príncipe de la



Edificio de la calle de Alcalá.—Planta baja.

Paz, siendo depuesto de sus títulos, secuestrándosele después sus bienes, que pasaron a poder del Estado.

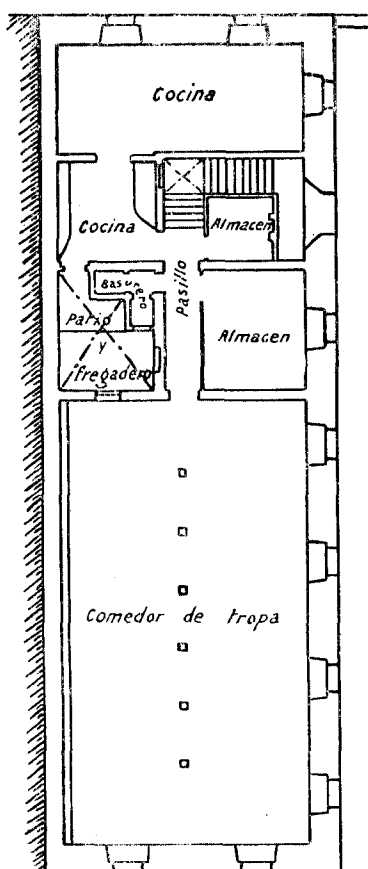
En el año 1812, se almacenaron en los edificios de Buenavista los

muebles y efectos secuestrados a los partidarios del Rey José Bonaparte.

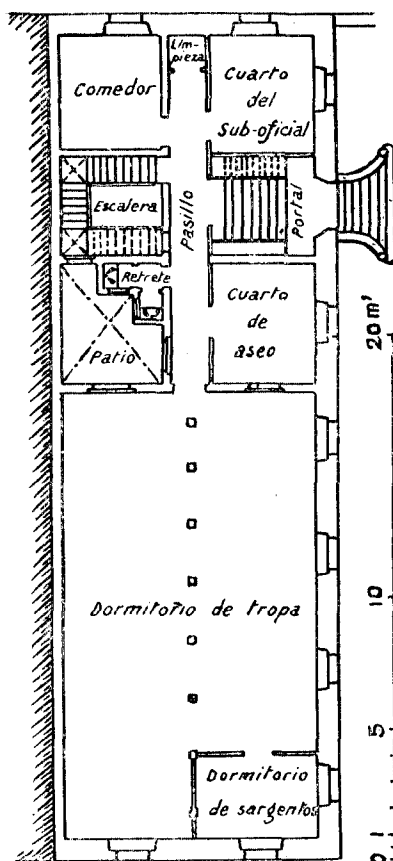
Por Real orden de 8 de marzo de 1816 (reinando ya Fernando VII) se dispuso se trasladaran a Buenavista los parques, talleres de Artillería e Ingenieros y el Museo de los mismos (Museo Militar), ocupando parte de los edificios que pertenecieron a Godoy.

Tomó posesión el conde de Casa-Sarriá, Jefe (Director) de la Escuela de Artillería.

El palacio se encontraba en estado lastimoso: el agua entraba por entre las losas negras que cubrían los cuerpos; varias bóvedas estaban hun-



Edificio C.—Planta de sótanos.

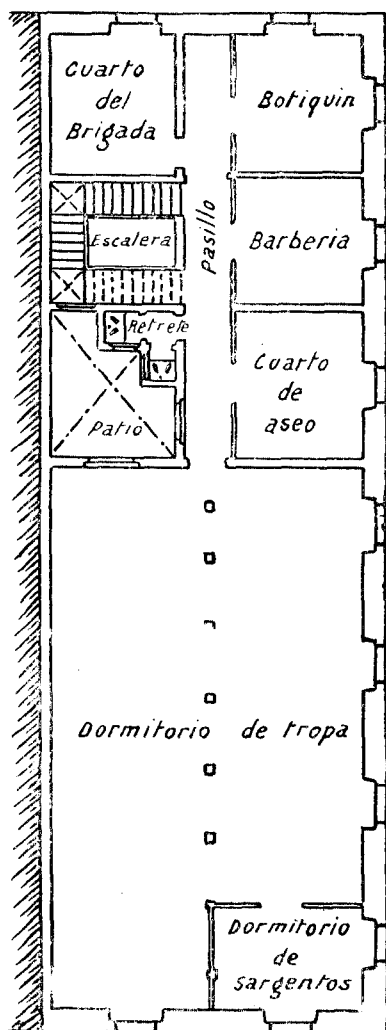


Edificio C.—Planta baja.

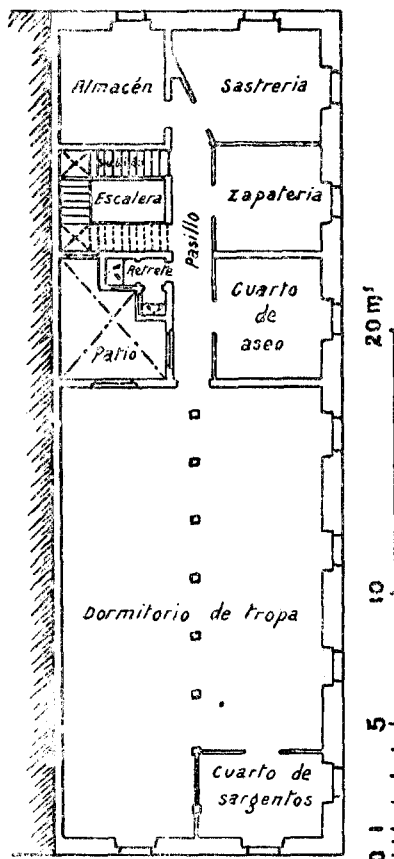
didadas y la mayoría de los techos; faltaban puertas, ventanas y vidrieras; no había canalones para la recogida de aguas, ni alcantarillas para la salida de excretas, existiendo solo algunos pozos negros en los sótanos.

Para poderlo utilizar fué preciso cubrir los tejados con tejas lomudas, y como solo habia en el centro del patio (el pequeño hoy) una escalera provisional de madera, se construyó la gran escalera de piedra, hasta el piso principal, en el vestibulo de entrada, que aún existe, reforzando los pisos, etc.

Por la calle de Alcalá, estaba cerrada la finca por una estacada, sin



Edificio C.—Planta principal.

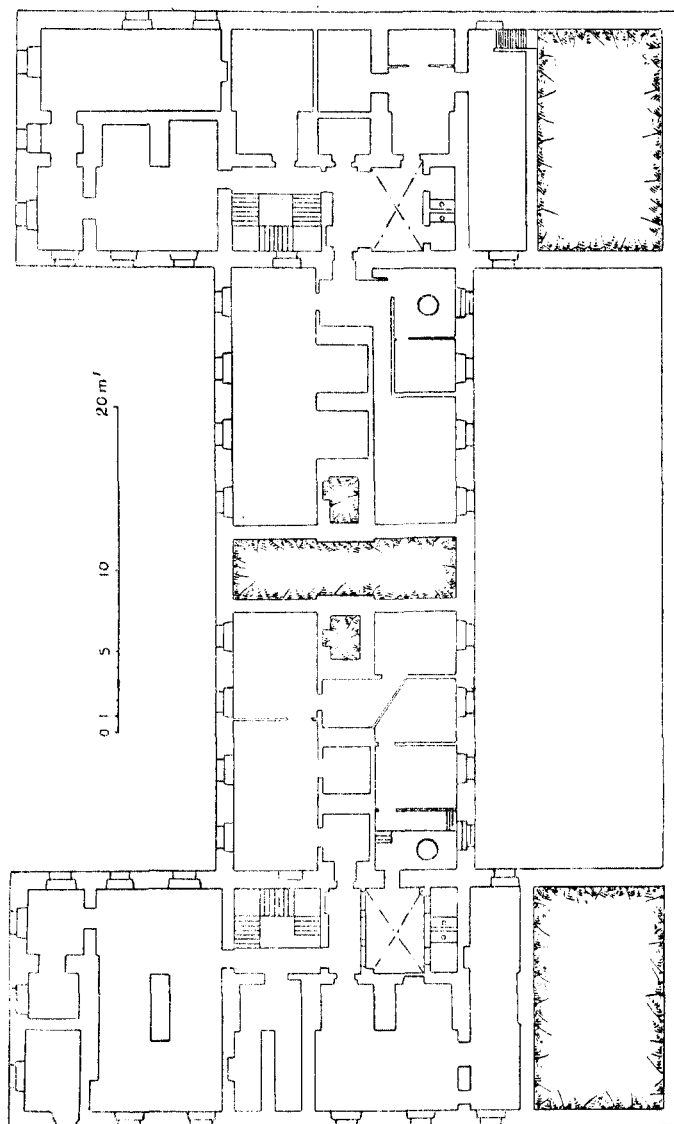


Edificio C.—Planta segunda.

que desde ésta hubiese acceso al Palacio, al que se entraba por su parte Norte, en la que había tres puertas.

Para dar entrada al Palacio por la calle de Alcalá, se hizo una gran

trinchera, formándose rampa y escalinata; también se sustituyó la estacada de madera por un muro de piedra que servía a su vez de contención de tierras.



Edificio de la calle del Barquillo. --- Planta de sótanos.

Después se reconoció la necesidad de habilitar en Buenavista un cuartel, instalándose en él fuerzas que custodiaron la posesión, para cuyo

objeto se solicitó, y obtuvo, la casa conocida por la Yesería, de la Dirección del crédito público.

Para el abastecimiento de aguas, tenía un cuartillo de real fontanero (que se tomaba de la arqueta de la calle del Almirante), cuatro pozos y una noria.

Con el aumento que tomó el Regimiento de Artillería instalado y el Parque, tomó el nombre de Real Parque de Artillería, poniéndose los emblemas de este Arma en la puerta de la calle de Alcalá.

Hasta el año 1836, no se encargó el Cuerpo de Ingenieros, de la posesión titulada de Buenavista.

En 1837 se hicieron escaleras de comunicación. En 1840 se construyó un barracón para Artillería. En 1841, se reconstruyó el cuartelillo del mismo Cuerpo y la crujía Norte del cuerpo que formaba la fachada Sur del edificio principal, en el que se había hundido la bóveda por tranquil que la formaba.

En los dos últimos años se ejecutaron obras de consideración para alojar al Regente del Reino, Duque de la Victoria.

En el año 1842 se arreglaron puertas y ventanas en el edificio principal y se habilitó el cuartelillo alto para alojamiento de la escolta del Regente.

En el siguiente de 1843 se ejecutaron varias obras de consolidación, construyéndose a la vez la escalera de comunicación del piso principal con el superior.

En este mismo año 1843, se dispuso de Real orden dividir los diferentes pisos del Palacio, edificios accesorios, sótanos y jardines anejos, entre los Cuerpos de Artillería e Ingenieros, instalando las Direcciones generales de los dos organismos.

En 1844 se hicieron nuevas obras, construyéndose puertas y ventanas y decorándose habitaciones para alojar al enviado extraordinario del imperio turco Fuad-Efendi.

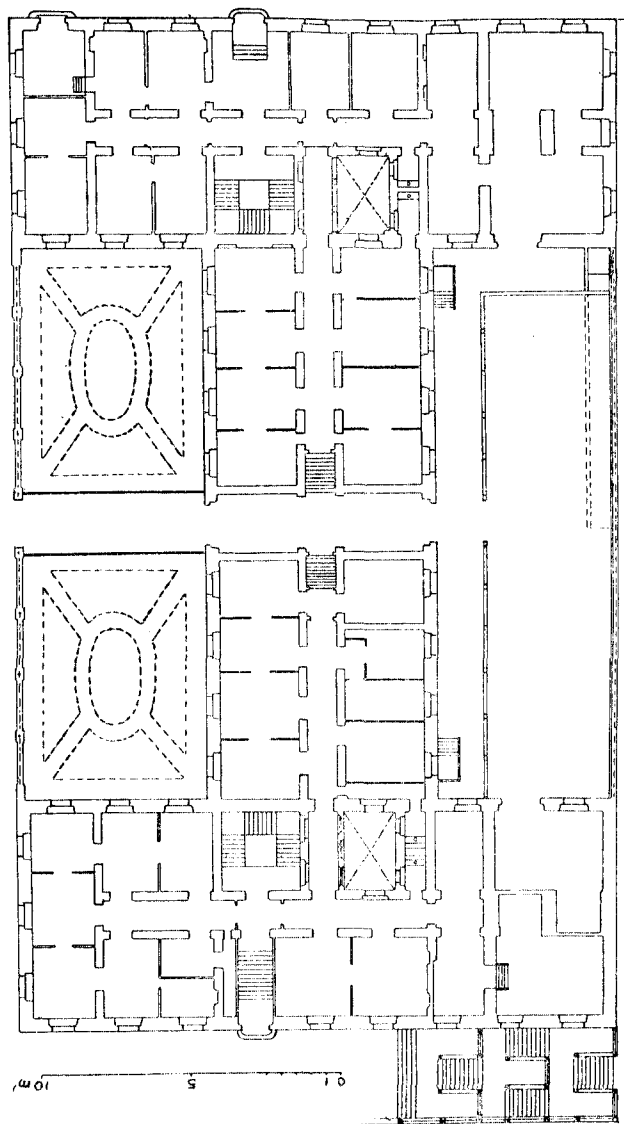
En este mismo año se separaron las tierras que se apoyaban en el muro de la calle de Alcalá, excavando un foso detrás que alejaba humedades y le daba condiciones para la defensa.

Con este objeto y para la instrucción de los artilleros, se construyó una batería para seis cañones y dos morteros.

En 1845 se hicieron banquetas en las ventanas de los sótanos del edificio principal, se abrieron aspilleras en el cuartel y construyeron garitas en los puntos convenientes de la posición de Buenavista.

En el año 1846 se comenzaron las obras necesarias para instalar el Ministerio de la Guerra, siendo las realizadas las siguientes: revocar el muro que cerraba la finca por la calle de Alcalá, suprimir por completo

los emblemas alegóricos de Artillería que existían sobre la puerta principal de hierro de este muro, profundizar más el foso; en 1847, construir



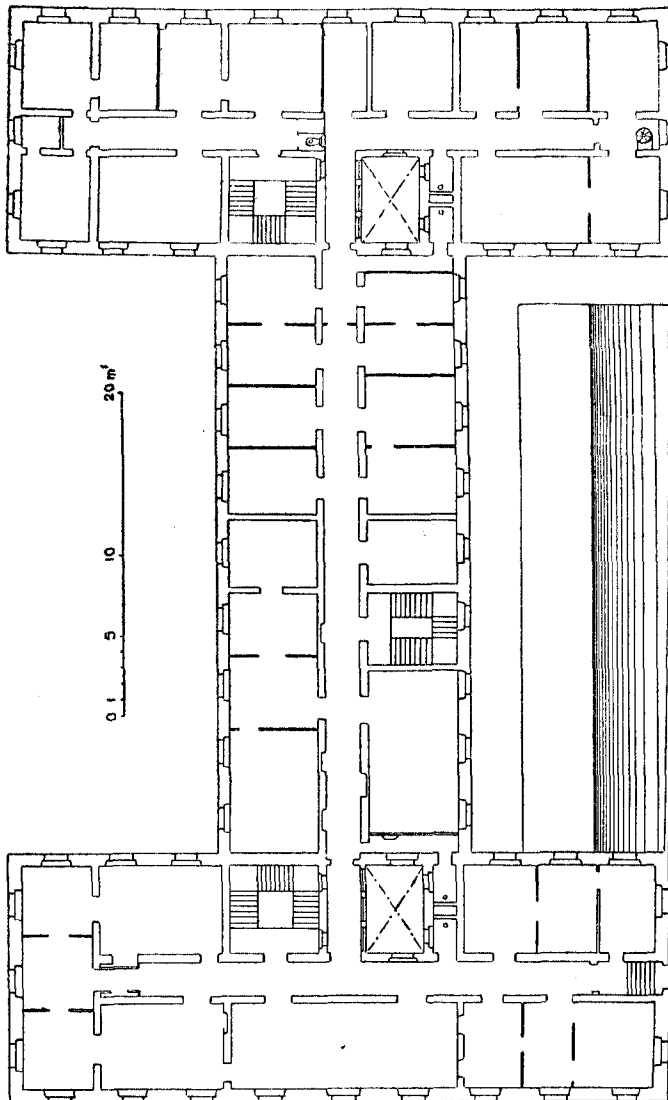
Edificio de la calle del Barquillo.—Planta baja.

alcantarillas, atarjeas y canalones en el patio y cuerpo Norte del edificio principal y, por último, rampas de acceso desde la calle del Barquillo.

En agosto de este año se trasladó el Ministerio de la Guerra, tomando

la posesión el nombre de Ministerio de la Guerra o Palacio de Buenavista, que conserva.

En este mismo año 1847, se trasladó la Dirección general de Caballería desde la casa número 45 de la calle de Jacometrezo, al piso bajo de

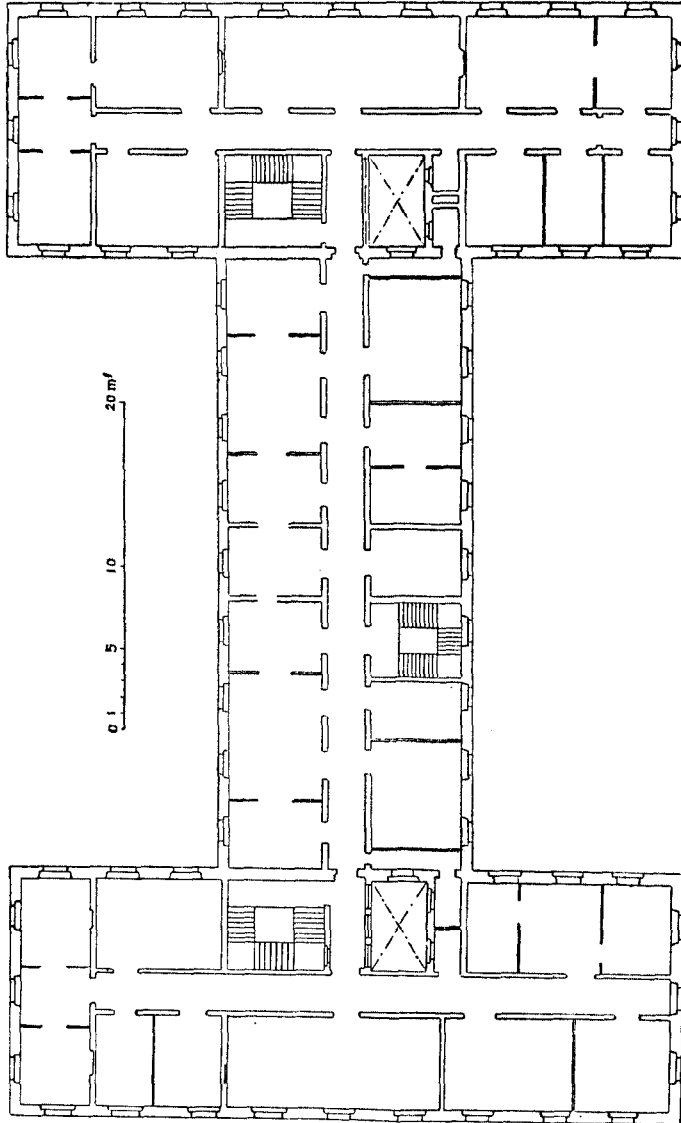


Edificio de la calle del Barquillo.--Planta principal.

Buenavista, a los locales que tenía ocupados como almacenes de armamento de Artillería, permaneciendo aquí hasta que el año 1863, se tras-

ladó al cuartel del Conde Duque, cambiando con el Depósito de la Guerra, que se instaló en Buenavista.

En 1.º de abril de 1861 se comenzó a construir un cuerpo de edificio,



Edificio de la calle del Barquillo.—Planta segunda.

prolongación del Este del palacio primitivo, con la misma arquitectura exterior, terminando el año 1862; fué ocupado por dependencias de Ar-

tillería e Ingenieros y por la Junta consultiva de Guerra hasta febrero del 1863.

En este año se estableció el curso preparatorio (cursito) de la Academia de Ingenieros.

En el mismo año hubo que reconstruir una tapia que se derribó en el cuartelillo situado a espaldas de las casas de la calle del Sauco (hoy Prim).

En el año 1865, hubo que apuntalar las tapias que cercaban el solar de Buenavista por esta parte de la calle del Sauco.

En el año 1869, se hicieron muchas obras y reformas, se formalizó un convenio con el Ayuntamiento, por el cual se destruía la arqueta del agua que para abastecer la villa de Madrid había detrás del muro de cerca de la calle de Alcalá; se aprobó el proyecto para demoler este muro, sustituyéndole por una verja, desmontándose las tierras que existían detrás de él y se arreglaron las rampas de subida.

En el año 1870, comenzaron los trabajos de desmonte, se quitó la arqueta y empezó la verja.

En el mismo año, se derribó el edificio de la Presidencia del Consejo de Ministros, que había sido destruido por un incendio y que se encontraba en el ángulo que forma la calle de Alcalá con el paseo de Recoletos.

Fué construído en tiempos de Carlos IV y se estableció en él la Inspección de Milicias, pasando después a ocuparlo la Presidencia.

Parte del solar contiguo al citado paseo de Recoletos, se cedió al Ayuntamiento para vías y jardines públicos, construyendo por esta cesión la verja que dá al paseo y dando además la dehesa de los Carabancheles al ramo de Guerra.

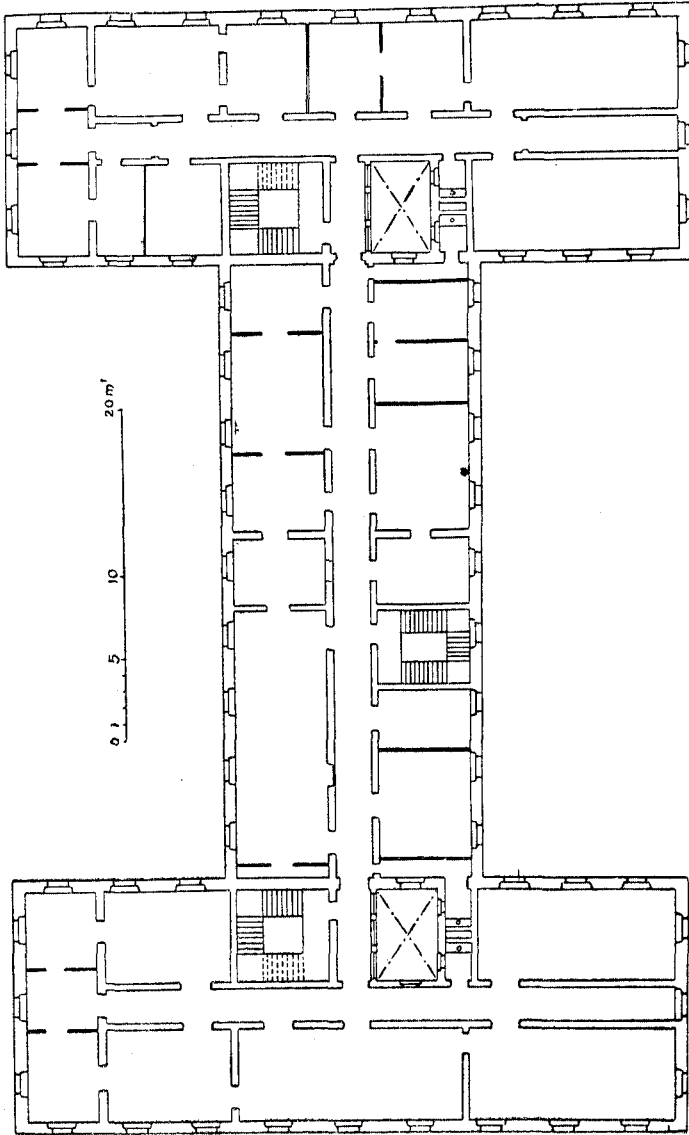
En este año 1870, se celebró contrato con el conde de Vegamar, adquiriendo para la posesión de Buenavista las casas números 6, 8, 10 y 12 de la calle del Sauco (Prim) y dándole a dicho señor parte del cuartel del Soldado y 50.000 pesetas en metálico.

En el año 1871, se proyectó la construcción de dos cuerpos nuevos de edificio, que unidos al ya construído al Este del antiguo Palacio, limitan un nuevo patio de mayor superficie que el existente.

Se comenzaron las obras del de Poniente en marzo de este año, que por carecer de fondos se tuvieron que suspender en noviembre.

La calle del Sauco (Prim) quedaba en esa época sin salida al paseo de Recoletos, y siendo de gran conveniencia su prolongación, ocupando terrenos del ramo de Guerra, tanto para esto como para el ensanche de la expresada calle, se celebró convenio entre las dos entidades, abriéndose la vía el año 1872. El Ayuntamiento por los terrenos cedidos, construyó 54,75 metros de verja de la calle, se comprometió a abonar 117.536,73

pesetas, ayudó a los desmontes y contribuyó a las obras de Buenavista.
En el cuerpo de Poniente, cuyas obras estuvieron suspendidas más de



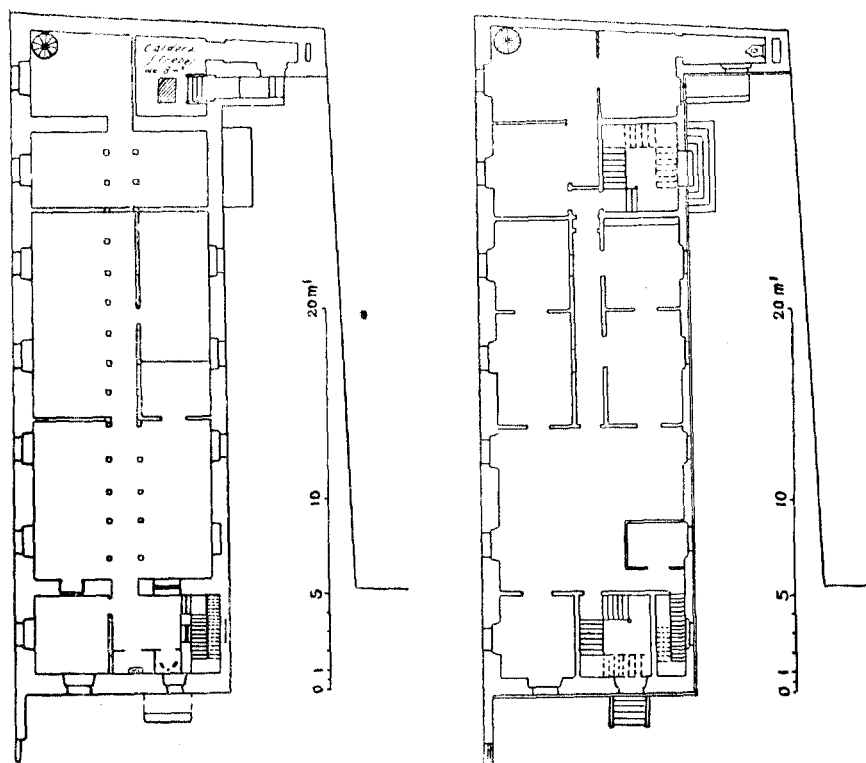
Edificio de la calle del Barquillo.---Planta tercera.

un año, desde noviembre de 1871, continuaron instalándose ya en él la Capitanía General con, todas sus dependencias, en el piso principal y casi todo el bajo.

Antes de terminar este cuerpo, se comenzaron las obras para construir el del Norte, empezando por derribar el cuartelillo que existía en el terreno en que se había de edificar.

Sin embargo, antes de ello hubo que desmontar mucho terreno que se elevaba de 3 a 5 metros sobre la rasante de la calle del Sauco, y derribar las casas adquiridas

Se continuaron las obras del cuerpo Norte, se construyó la verja y se



Edificio de la calle de Prim.
Planta de sótanos.

Edificio de la calle de Prim.
Planta baja.

establecieron los jardines situados entre este cuerpo y la calle del Sauco y también se estableció la verja de la calle del Barquillo.

La verja de la calle de Alcalá que comenzó a ejecutarse el año 1870, se terminó, faltándole solo los candelabros y farolas de bronce que habían de coronar los pilares de las tres puertas. Estos aparatos se hicieron y colocaron después en los años 1877 y 1878.

El pabellón de la calle de Alcalá inmediato al hoy Banco Español del

Río de la Plata, se terminó por completo el año 1872, siendo ocupado por la guardia del Palacio de Buenavista.

El otro pabellón inmediato a la fuente de la Cibeles se construyó y después de terminar las obras de entarimado y decorado interior en el año 1875, fué ocupado por la Junta superior consultiva de Guerra.

Edificios accesorios.—Estos se levantaron en la parte Noreste del solar de Buenavista; contenían cuadra, dormitorio y pabellón de oficial



Edificio de la calle de Prim.
Planta principal.

Edificio de la calle de Prim.
Planta segunda.

para la escolta del Ministro; cocheras y caballerizas para todas las dependencias que ocupaban en esa época el Palacio de Buenavista; habitaciones para los cocheros y dormitorios para los ordenanzas encargados del ganado.

En los locales de edificios accesorios estuvo alojada una compañía del batallón de escribientes y ordenanzas y después varias dependencias del Depósito de la Guerra.

En el año 1874 se construyó, sobre la cubierta del cuerpo que separa los dos patios del edificio principal, una galería para el citado Depósito,

continuando allí hasta que en el año 1882 un grandísimo incendio destruyó este cuerpo.

En el año 1874 se terminó la verja de la calle del Sauco que comenzó a levantarse en el año anterior 1873.

En el año 1875 cerrado ya el patio grande y solicitada y concedida agua a toda presión para el servicio de incendios, se estableció la toma y llave de paso por la calle del Sauco, instalándose la tubería alrededor del edificio principal con doce bocas de incendio, de la que partía la de los patios, con seis bocas en el grande y dos en el pequeño; también se establecieron otras tuberías para el riego de los jardines y suministro de agua a las fuentes, abrevaderos, etc., se hicieron obras de desmonte y terraplenado en el patio grande, empedrándolo, rodeándolo de aceras, así como exteriormente al Palacio.

En el año 1876 se formalizó la escritura de la compra de la casa número 4 de la calle del Sauco, propiedad de D. Isaac Goyeneche y otros. Todas las casas adquiridas por el Estado en esta calle (números 4, 6, 8, 10, 12 y 14) costaron 332.422,50 pesetas.

Palacio primitivo.

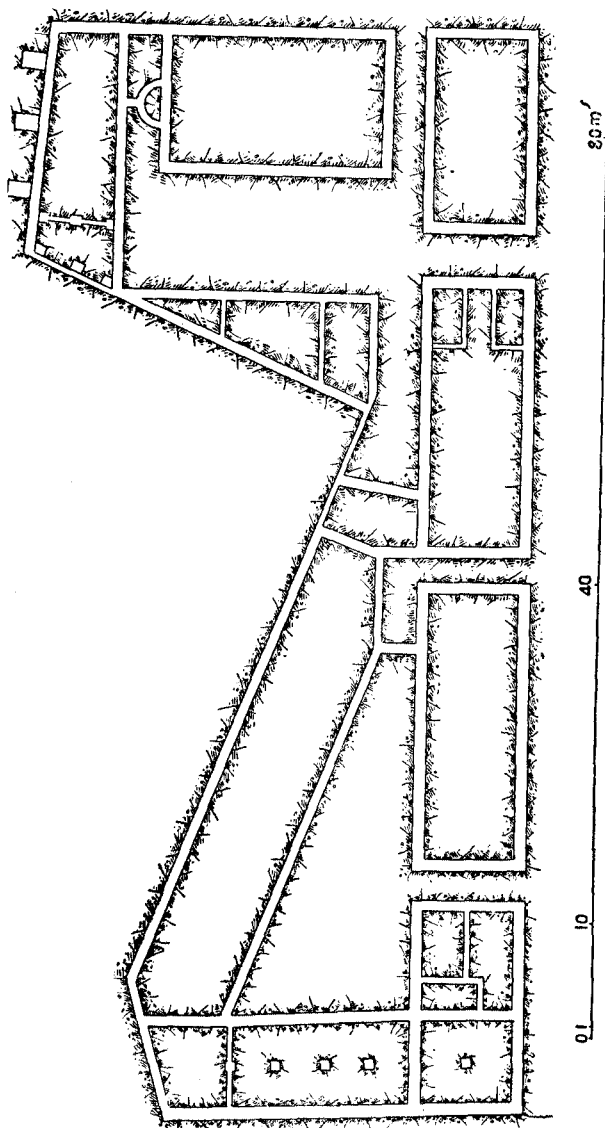
A medida que se terminaba la parte nueva era indispensable reforzar, igualar y ornamentar el palacio antiguo. Se formó un proyecto de obras con el cual se reformaron las cubiertas, igualando sus pendientes, sustituyendo la teja moruna (lomuda) por plana, igual a la empleada en la parte nueva, se arreglaron las salidas de humos, se pusieron pararrayos, se normalizaron los vanos e igualaron las cornisas forrándolas de cinc; se efectuó el revoque de todas las fachadas exteriores; se recalzaron y picaron los zócalos de sillería y se chapearon con este material la parte de cimientos que quedaron al descubierto por los desmontes al normalizar las rasantes de las calles.

En la parte Este de la posesión de Buenavista y lindante con el paseo de Recoletos, existía un solar que se limitó al Oeste con un muro de contención, inmediato al edificio de accesorios y al mediodía con un muro en rampa, siguiendo la inclinación de la ladera y en dirección aproximadamente perpendicular a la verja de Recoletos; los dos citados muros se unieron en mayo de 1877.

Edificio de la calle del Barquillo.—Otro solar existía, cuyos linderos eran por el Poniente la calle del Barquillo, por el Norte y Sur edificios particulares y, por el saliente, los terrenos de Buenavista.

Tenía más elevación que la rasante de la calle del Barquillo, y como

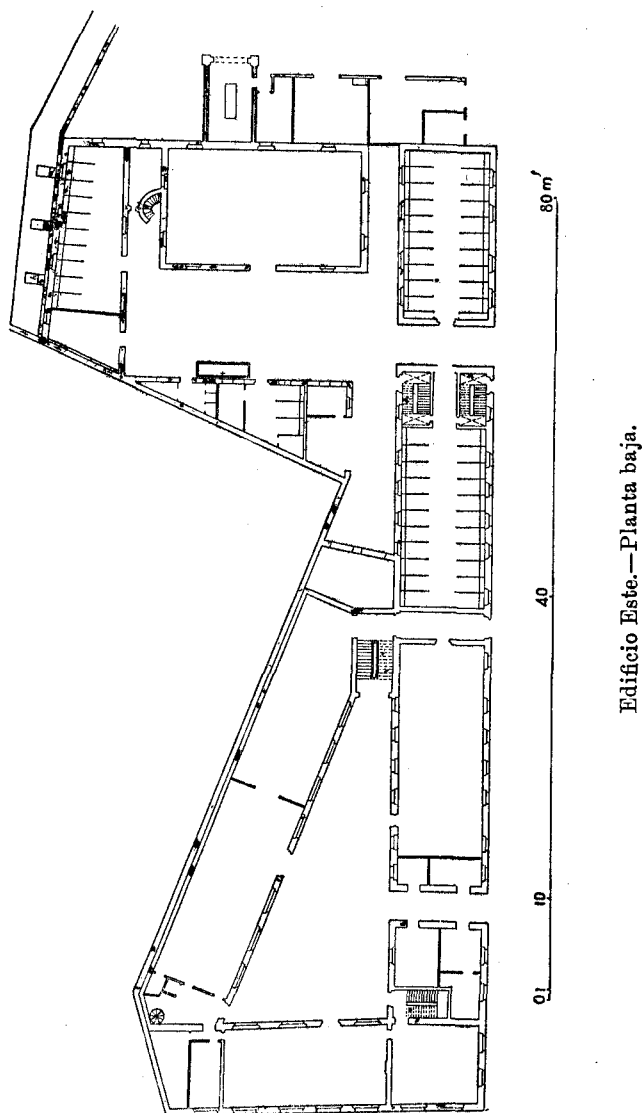
se proyectó en este solar un edificio, lo primero que hubo que hacer fué un desmante, que comenzó en el mes de mayo del año 1877, para formar la explanación del edificio.



Edificio Este.—Planta de sótanos.

Tiene en planta la figura de **I**, y la línea límite con la calle del Barquillo, una longitud de 84 metros lineal. De esta línea ocupan a cada lado del edificio dos calles de 6 metros de anchura; la Norte, en rampa, para

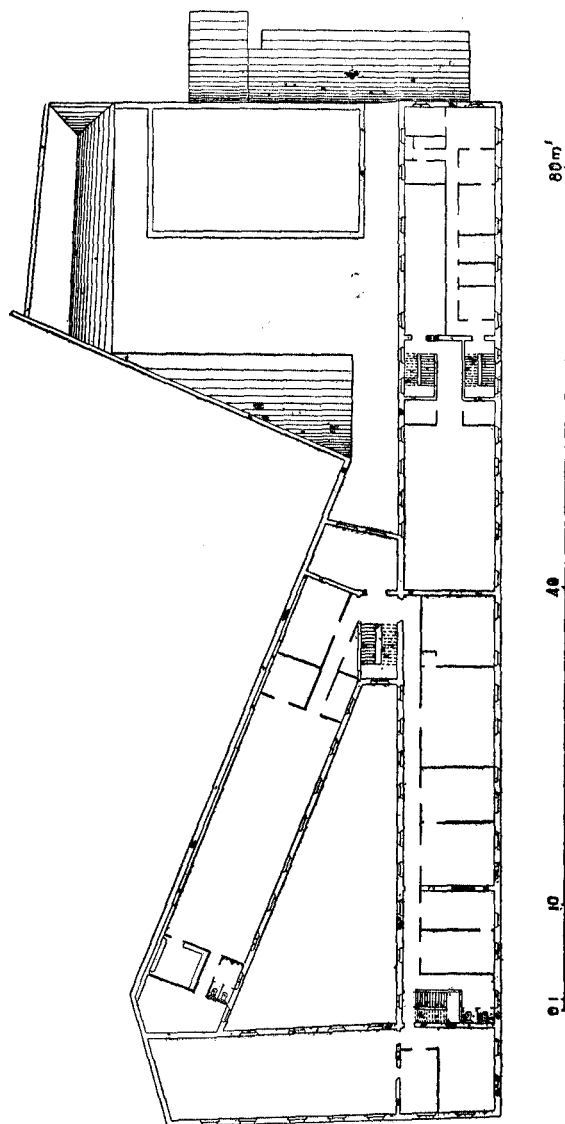
carruajes, y la Sur, con escalinata de sillería, cerradas ambas por una puerta de hierro y, en la parte central, una verja con otra puerta que da paso a la principal de este edificio.



Consta de planta de sótanos, baja, principal, segunda y tercera; los pisos y cubiertas están formados de entramados de hierro. Se destinó para el alojamiento de las Direcciones generales de Administración y Sanidad Militar, Auditoría de Guerra y Vicariato Castrense, etc.

En el solar de Recoletos, después de varios proyectos, se aceptó uno de edificio destinado a Consejo Supremo de Guerra y Marina.

Al terminar el año 1878 se hicieron los desmontes para explanar el

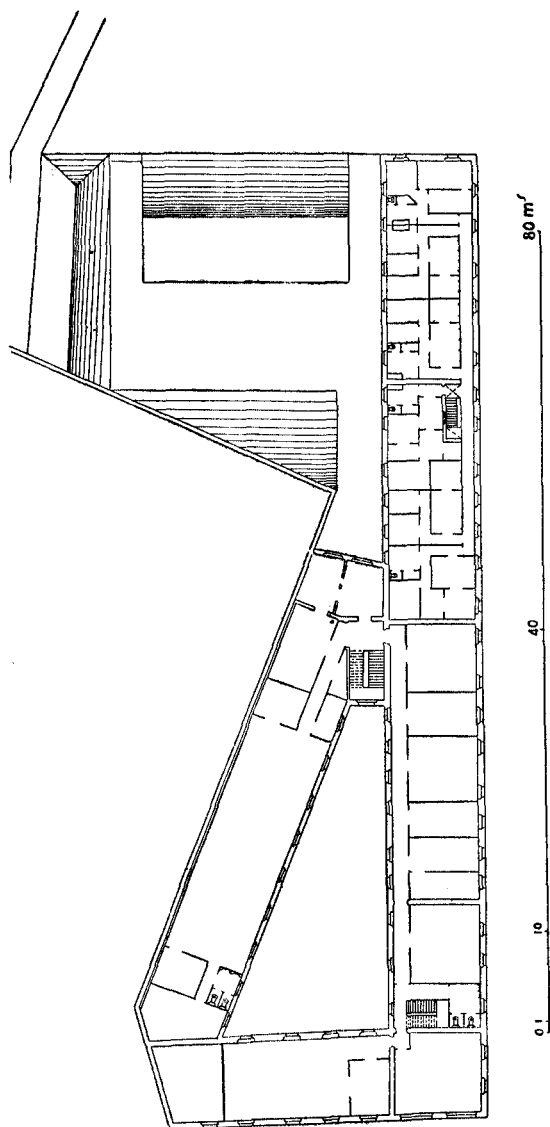


Edificio Este.—Planta principal.

terreno, procediéndose el año 1879 al replanteo del edificio y vaciado de sótanos. Se mandaron suspender las obras y se ordenó la entrega a Hacienda, realizándose a fines del año 1880.

Se vendió en subasta pública y en él se han levantado casas particulares con fachadas al paseo de Recoletos.

El teniente coronel D. Luis Martín del Yerro, por orden superior, hizo



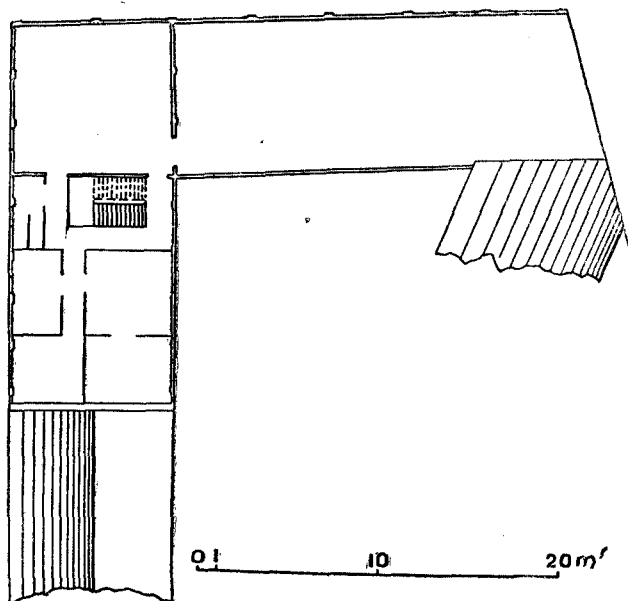
Edificio Este.—Planta segunda.

en el año 1877 una tasación de la posesión de Buenavista, la cual se detalla en el estado número 13 de la obra ya citada al principio *Historia y descripción de la posesión titulada Palacio de Buenavista*; tenía una exten-

sión de 48.357 metros cuadrados y se valoró en 24.043,181 pesetas; en esta suma se incluyó el edificio que se iba a edificar en el solar de Recoletos (que estaba proyectado), el cual como ya se ha manifestado, se entregó a Hacienda.

En la noche del 12 de diciembre de 1882 se declaró un violento incendio en el cuerpo que separa los dos patios.

Aunque actuaron desde el principio las dos bombas de incendios de que se disponía en el Ministerio y el servicio del Ayuntamiento, no se pudo dominar, a lo cual contribuyó la madera que abundaba en el cuer-



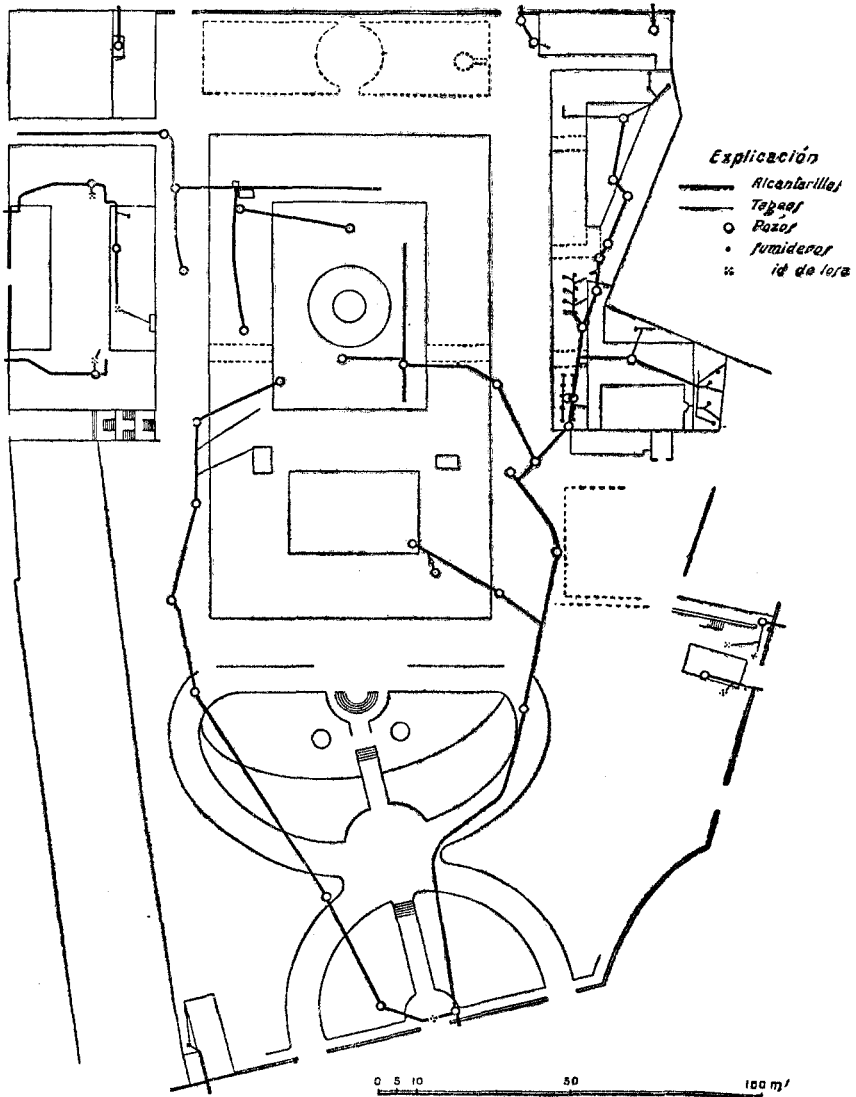
Edificio Este.—Planta tercera.

po del edificio y los muchos papeles en él almacenados; quedaron de pie los muros principales y parte de los de traviesa.

Apagados al tercer día los últimos restos del fuego y mientras se descombró, se ordenó la formación del proyecto de reedificación, procediéndose en seguida a ejecutar las obras, y se realizaron con tal actividad, que en septiembre del año 1883 se instalaron muchas dependencias en el cuerpo construido.

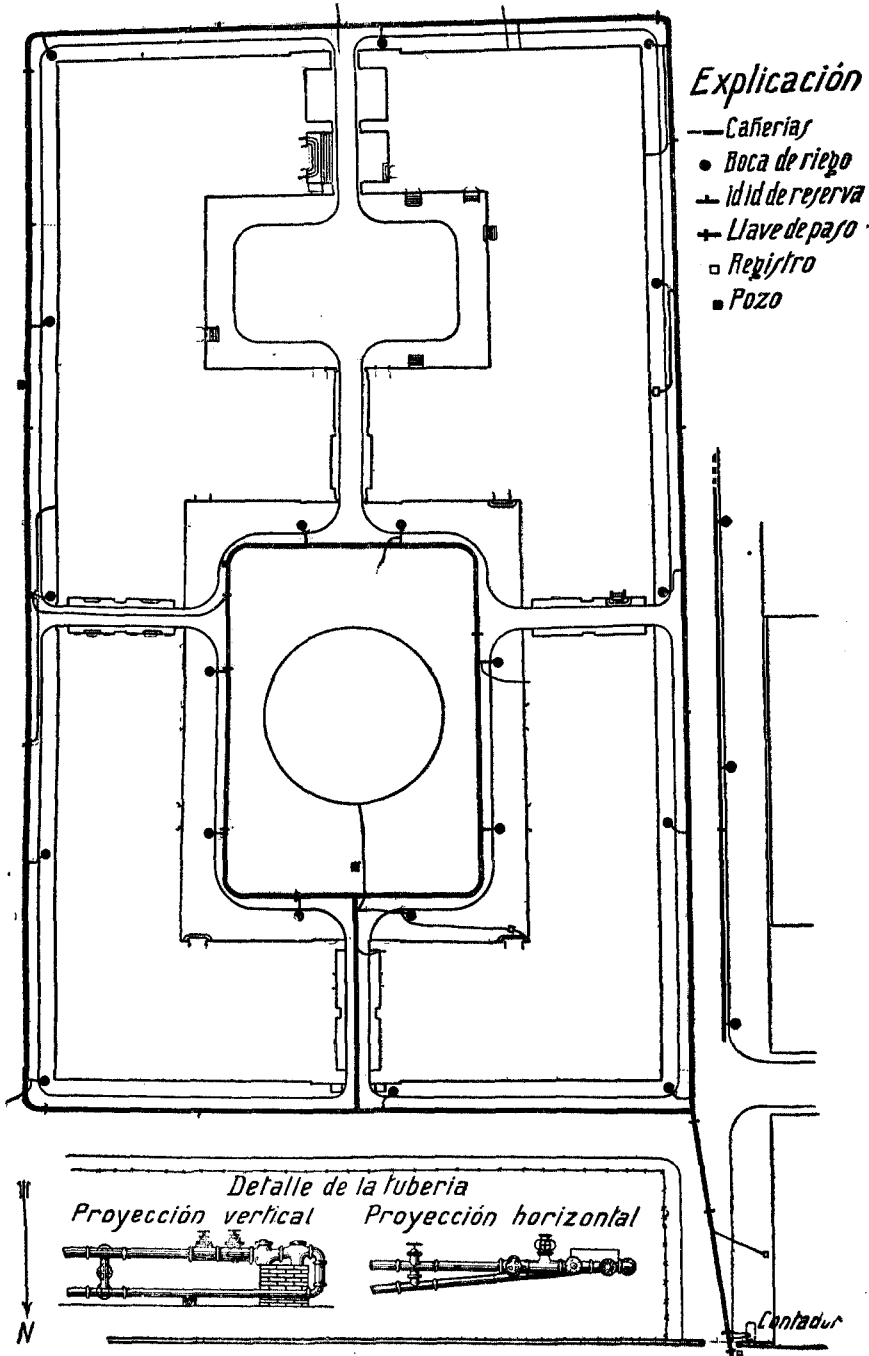
Por lo que se ha expuesto al principio, el ser la procedencia de la posesión de Buenavista de D. Manuel Godoy, Príncipe de la Paz, que se confiscó pasando a poder del Estado y al modo cómo tomó posesión de

ella el ramo de Guerra, no se tenían títulos de propiedad del conjunto y sí solo de las casas adquiridas en la calle del Sauco, hoy Prim. Para sub-



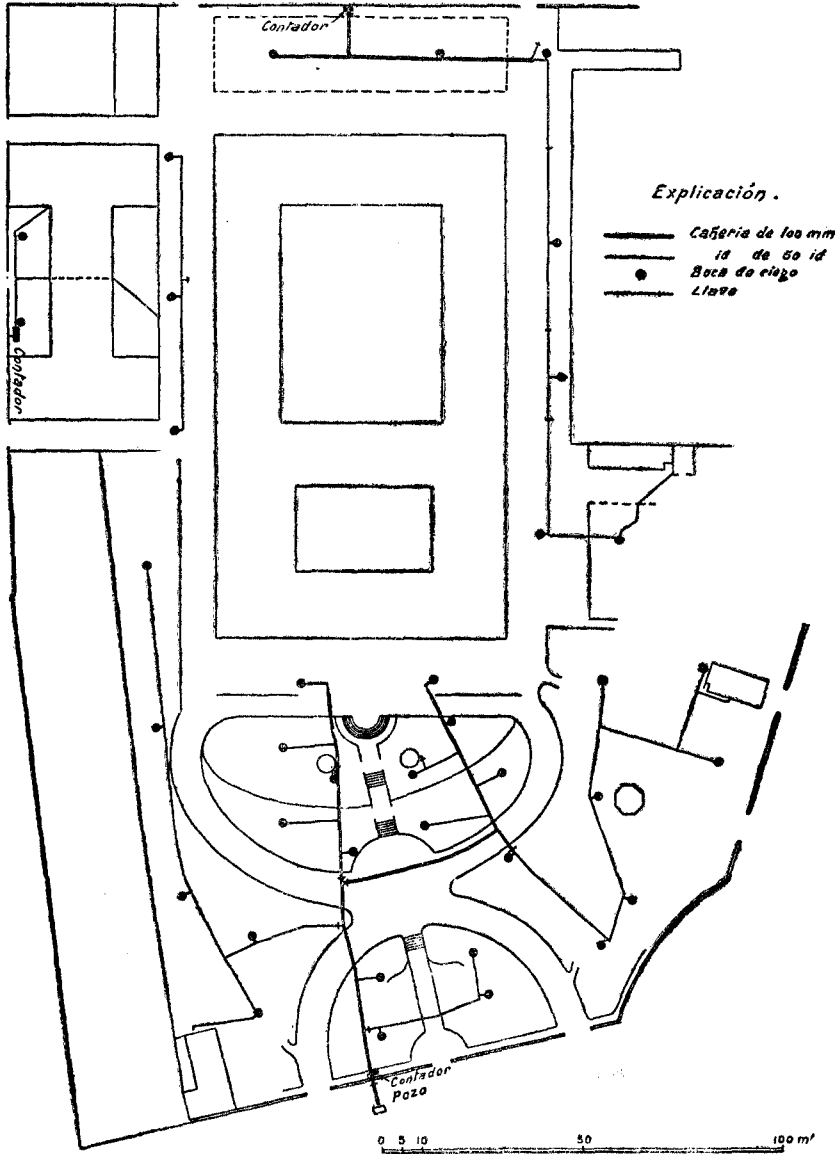
Plano del alcantarillado.

sanar este defecto y llenar respecto de toda la finca las formalidades legales, se verificó el deslinde de la misma, según se detalla en el estado número 16 de la obra citada, y basado en él se hizo la inscripción del in-



Plano de distribución de aguas y situación de las bocas de incendio.

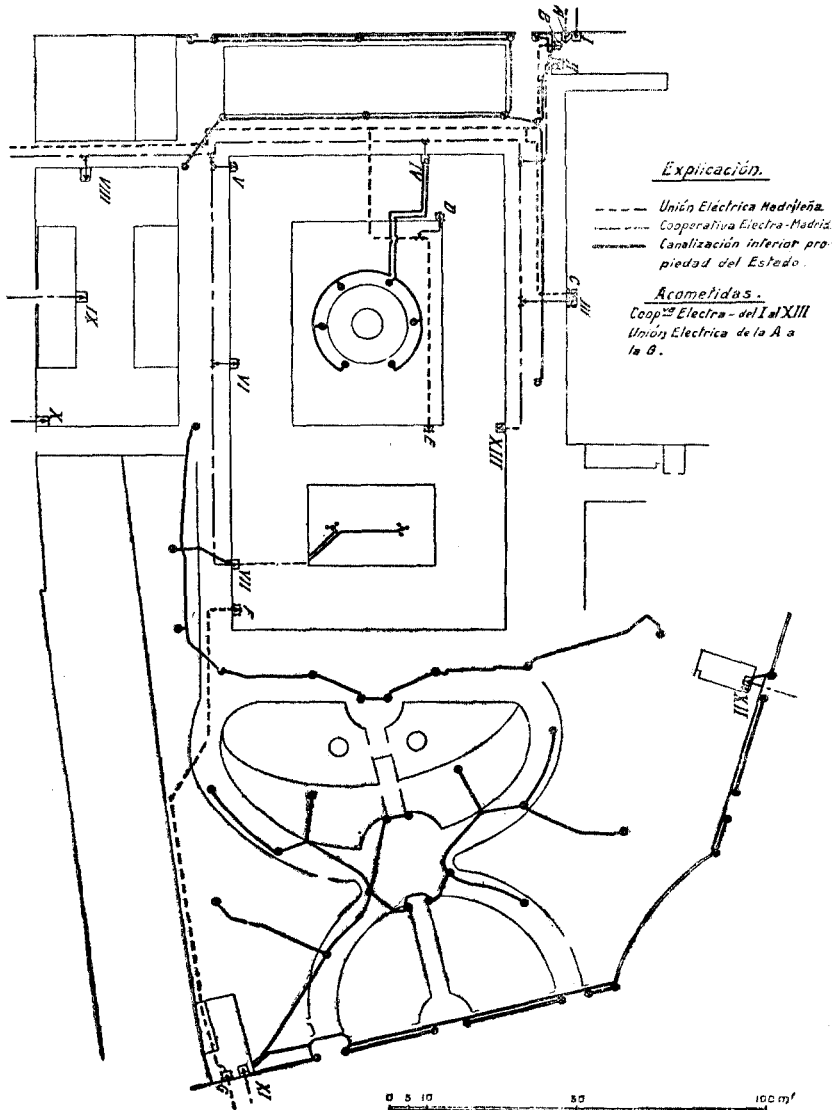
mueble en el Registro de la Propiedad el día 20 de junio de 1884 cumplimentando la Real orden de 21 de febrero de 1880 (C. L. núm. 73).



Plano de la nueva distribución de aguas y situación de las bocas de riego.

Por Real orden de 12 de julio de 1883 se ordenó que con las 144.400 pesetas sobrantes del crédito de 300.000 pesetas concedido para la reedi-

ficación del cuerpo incendiado, en diciembre del año anterior se procediese a verificar obras de arreglo y renovación en las oficinas del Ministerio



Plano de alumbrado.

y elevar un piso sobre los dos cuerpos extremos de los edificios accesorios.

Varias dependencias del Depósito de la Guerra se instalaron en la planta principal de estos edificios accesorios, y se construyó una galería

fotográfica en la parte central del cuerpo de fachada, formando un piso segundo.

En el estado número 7 de la obra citada se consigna la cantidad de agua que poseía la posesión de Buenavista, expresada en reales de fontanero.

El total de ellos es de 23,25, y según los datos adquiridos, un real de fontanero equivale a 100 cubas de 32 litros, o sean 3.200 litros, dando una cantidad de $23,25 \times 3.200 = 74.400$ litros por día.

El estado número 1 detalla las cantidades invertidas en obras desde 1837 a 1861, cuyo total es de 387.000,88 pesetas.

El estado número 3, las invertidas en Buenavista desde 1861 a 1873, en total 1.837.438,46 pesetas; el estado número 4, comprende la inversión dada desde 1869 hasta marzo de 1873 a los fondos producidos por la venta del edificio del Carmen y otras recibidas con aplicación al embellecimiento y obras de Buenavista, etc.; el estado número 5, comprende las propiedades adquiridas por el ramo de Guerra para regularizar los solares de Buenavista; el estado número 8, trae la relación de los proyectos de obras en el Palacio de Buenavista, redactados por D. Luis Martín del Yerro; el estado número 10, una relación de obras, redactadas por varios ingenieros y dirigidas por D. Luis Martín del Yerro; el estado número 11, comprende las obras ejecutadas por el mismo ingeniero, con las economías obtenidas en varias construcciones.

Desde el año 1884, en que terminan los datos de la citada obra de D. Luis Martín del Yerro, para proporcionárnoslos acudimos a la Comandancia de Ingenieros de Madrid, y no nos pudo facilitar ninguno de las obras proyectadas y ejecutadas en el Palacio de Buenavista; se gestionó del archivo del Ministerio la entrega de los libros de Crédito e Inversión del período comprendido desde el año 1884 a 1896, en el que se creó la Comandancia exenta de Ingenieros de Buenavista, así como del archivo General Militar, siendo nuestras gestiones infructuosas.

Sin embargo, se consignan a continuación los proyectos y presupuestos que hoy existen en el Depósito Topográfico de la Comandancia que actualmente se está organizando, que son los siguientes:

Proyecto de reforma de los cuartelillos N.E. y N.O. y dependencias de la Junta Superior Consultiva de Guerra en el Palacio de Buenavista. (Año 1884.) Ejecutado.

Proyecto de reforma del piso segundo del cuartelillo N.E. para pabellón del Comandante Militar del Palacio de Buenavista. (Año 1884.) Ejecutado.

Proyecto de palomar para palomas mensajeras situado en la planta de bohardillas del Palacio de Buenavista. (Año 1884.) Ejecutado.

Proyecto de cañerías y bocas de riego en el Ministerio de la Guerra del Palacio de Buenavista. (Año 1884.) Ejecutado.

Anteproyecto de una biblioteca en los locales del Ministerio de la Guerra destinados al efecto. (Año 1884.) Ejecutado.

Proyecto de una atarjea de desagüe en el callejón de separación entre el solar de Buenavista y las casas del paseo de Recoletos. (Año 1885.) Ejecutado.

Proyecto en hierro de las obras de la Biblioteca del Ministerio de la Guerra. (Año 1886.) Ejecutado.

Proyecto para la construcción de una galería de cristales en el lado del Oeste del patio pequeño del Ministerio de la Guerra. (Año 1887.) Ejecutado.

Proyecto de reconstrucción de la cubierta del Cuerpo de guardia del Ministerio de la Guerra. (Año 1888.)

Proyecto de obras de reparación en el edificio de Buenavista. (Año 1889.)

Proyecto de obras de reforma en el Palacio de Buenavista (accesorias). (Año 1890.)

Proyecto de reconstrucción de una escalera situada frente a la principal del Palacio de Buenavista. (Año 1890.)

Proyecto de obras de reparación en los sótanos que ocupa el Archivo del Consejo Supremo de Guerra y Marina. (Año 1890.)

Proyecto de continuación de la galería de cristales situada en el lado Oeste del patio pequeño del Ministerio de la Guerra. (Año 1891.) Ejecutado.

Proyecto de obras de segunda clase en las dependencias ocupadas por el Consejo Supremo de Guerra y Marina en el Palacio de Buenavista. (Año 1892.) Ejecutado.

Proyecto de presupuesto adicional al proyecto de decoración de la escalera principal y sus dos vestíbulos en el Ministerio de la Guerra. (Año 1892.)

Desde el año 1896 hasta el presente, en los libros de crédito e inversión existen todos los proyectos y presupuestos formulados, con la época de aprobación, sus importes y si han sido o no ejecutados, que no se copian a continuación, para no hacer más extensa esta primera hoja estadística de la posesión de Buenavista. Sin embargo, se consignan sin detallar las más importantes obras realizadas, desde que el Ingeniero tomó posesión del cargo de Ingeniero Comandante de la Comandancia exenta de Buenavista en febrero del presente año.

Con fondos de Ingenieros se han ejecutado: La substitución de cables aéreos por otros subterráneos en todos los jardines, calles, etc., re-

paración del alumbrado en las verjas de la calle de Alcalá y Recoletos, arreglos de acometidas y cuadros y, por último, instalación de lámparas de gran número de bujías, en jardines, patios y verjas.

La substitución de la mayor parte de la tubería de plomo de la red de agua potable, por otra de fundición.

La gran reparación de las verjas y puertas de las calles de Alcalá y Prim y paseo de Recoletos, volviendo a instalar el artístico trofeo de bronce, que corona la puerta principal y que hacía años se había desprendido y una reparación general en todos los candelabros (portaglobos) colocados sobre algunos de los pilares, también de gran valor artístico.

La substitución de las garitas de madera por otras de cemento armado. La substitución de la calefacción de vapor por la de agua caliente con circulación normal o acelerada, en las Secciones de Sanidad, Asuntos generales y parte de la de Justicia y Subsecretaría.

Esta primera prueba para la substitución total de un sistema por otro de calefacción, ha dado buen resultado, como era de esperar, y que la práctica ya ha sancionado en numerosas instalaciones.


Importante reparación en la Comandancia General de Ingenieros instalada en la planta baja del cuerpo Este del segundo patio. Con fondos facilitados por el Ministerio de la Guerra se han ejecutado la nueva pavimentación y zócalos de mármol del vestíbulo principal de entrada.

La substitución de mesillas y peldaños de madera por otros de mármol en la escalera del pabellón del Sr. Ministro, así como en el vestíbulo de acceso y en los zócalos correspondientes; ejecución de cristalerías en los vanos, pintura de baranda y muros, más otros detalles de decoración.

Arreglos y colocación de plantas en la parte de jardines situados a derecha e izquierda (dos planos o etages) de la rampa de subida a la puerta principal.

Con el fondo de entretenimiento se han hecho importantes reparaciones en la cubierta del cuerpo Este del edificio principal en la pavimentación y entrada del picadero y guardarropas de él, invernaderos, etc.

Planos.—Una hoja del plano general o de conjunto; cuatro hojas del edificio principal; una hoja del edificio de la calle del Barquillo con cinco plantas; una hoja del cuartel de la calle de Prim con cuatro plantas; una hoja del edificio de la calle de Prim (Depósito de la Guerra) con cuatro plantas; una hoja del edificio Este con cinco plantas; una hoja del edificio de la calle de Alcalá con dos plantas; una hoja de la nueva distribución de agua y situación de las bocas de riego; una hoja de distribución de agua y situación de las bocas de incendios; una hoja del plano de alcantarillado y otra del plano de alumbrado.



CENTRALES PORTATILES DE CAMPAÑA TIPO T. O.

JOAQUIN TARAZONA

::: COMANDANTE DE INGENIEROS :::

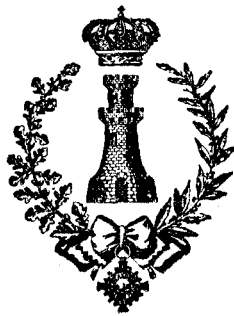
EUGENIO ONDOVILLA

::: CAPITÁN DE INGENIEROS :::

CENTRALES PORTÁTILES TELEGRÁFICAS Y TELEFÓNICAS

DE CAMPAÑA Y TELÉFONOS MILITARES LIGEROS

TIPO ESPAÑOL T. O.



MADRID.—IMPRESA DEL «MEMORIAL
DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».—1925.



Principio en que se basa su construcción.

Preocupación constante de todos los ejércitos ha sido asegurar sus comunicaciones. De su éxito o fracaso ha dependido, con frecuencia, la suerte de una batalla; llevar una orden ha dado origen a multitud de actos heroicos, que si bien esmaltaron la Historia con gloriosas páginas para el ejército que las escribió, fué a costa de sus elegidos.

Los progresos de la técnica han ido asegurando más y más el contacto constante del jefe con las tropas de su mando, pero de todos los medios de que hoy se dispone para lograrlo, ninguno adaptable, rápido y seguro si se maneja con discreción, como el teléfono. Las comunicaciones ópticas son lentas, indiscretas y, por lo general, expuestas para el personal que ha de efectuarlas. El Morse, a más de lento, requiere en su manejo conocimientos técnicos que no son fáciles de adquirir y menos de improvisar. Ciertamente tiene la ventaja de que escrito queda cuanto transmite, y que hasta hace poco era bastante secreto; empero, esta última preciosa cualidad ha caído por tierra con la generalización de la válvula de tres electrodos, pues tomando dos tierras unidas por un conductor e intercalando un amplificador, el secreto del Morse es un secreto a voces.

La radiotelegrafía presenta los mismos inconvenientes del Morse en cuanto al aprendizaje de su manejo, mayores aún en cuanto al secreto se refiere, pero tiene la enorme ventaja de no necesitar hilos, expuestos siempre a interrupciones y averías. La radiotelefonía puede en ocasiones prestar excelentes servicios, su manejo no requiere telegrafistas de larga práctica, y con un buen mecánico aparatista puede funcionar perfectamente sin que los que transmiten sean técnicos. Pero es tan indiscreto este medio de comunicación, que en campaña hay que emplearlo con cautela. Otro inconveniente tiene: y es que el enemigo puede dificultarle cuando le plazca, sin más que emitir ondas de igual longitud, continuamente.

Por exclusión nos queda la comunicación telefónica por conductores,

con sus muchos inconvenientes. Es precaria; una granada enemiga, un accidente cualquiera que corte el hilo de comunicación, deja sin enlace un amplio sector del frente; la comunicación es por palabras, nada queda escrito, y ya es sabido que las palabras se las lleva el viento, y si algo sale mal, muy humano será achacarlo a que las órdenes no llegaron tales como se redactaron. Además, del teléfono se suele abusar, todos en él hablan y no todos son discretos, muchas veces por inducciones o sorpresas el enemigo averigua noticias más importantes y precisas que las que pudiera suministrarle el más perfecto servicio de espionaje.

Frente a estos no pequeños inconvenientes del teléfono, ofréncense mayores ventajas que obligan a generalizar su empleo. Es sencillo en su manejo, no requiere conocimientos especiales, es poco voluminoso, relativamente económico, permite utilizar redes civiles y, por último, es rápido; esto interesante sobre todo encarecimiento, ya que si el tiempo en la vida es oro, en la guerra es más aún: es la victoria.

Las centrales telefónicas que hoy presentamos han sido estudiadas tratando de disminuir en lo posible los defectos y acentuar las ventajas de la comunicación telefónica. Para explicar la razón de ser de estos aparatos, pasamos a hacer una ligera crítica de los sistemas telefónicos principalmente adoptados, sacando como consecuencia el programa a que deberá ajustarse una central telefónica de campaña.

Tres son los sistemas telefónicos hoy más en uso: centrales automáticas, sistemas de batería central y de batería local. Las primeras son, por ahora, complicadas y costosas, tienen la ventaja de no requerir telefonistas, y poseen otra cualidad, que para la vida civil es una hermosa virtud, pero que, aunque parezca paradójico, en las aplicaciones militares, es vicio de tal magnitud, que en absoluto las condenan; las centrales automáticas son eminentemente democráticas; establecida la comunicación entre dos corresponsales, si un tercero llama a uno de estos interlocutores, le avisa «línea ocupada», sin mirar para nada la categoría de las personas que hablan, ni menos la de la que llama. Una central telefónica militar no puede ser democrática, cuando un general en jefe quiere hablar con un número que esté en conversación, no puede aguardar a que ésta termine. El hombre que asume la responsabilidad del mando, no tiene ni debe tener paciencia para perder un segundo por consideraciones de cortesía.

Los cuadros de batería central presentan la gran ventaja de no requerir pilas, ni magnetos en los teléfonos corresponsales, pero necesitan en cambio una línea muy bien aislada y construida, y en campaña, nos podremos dar por satisfechos con que haya línea, pero pretender que ésta sea buena y bien aislada, es ya querer demasiado. Desechados estos dos

tipos de centrales, no queda en qué elegir: centrales de batería local tienen que ser necesariamente las militares.

Indudablemente, para la comodidad del servicio y rapidez de las comunicaciones, sería sumamente ventajoso centralizar los servicios telefónico en un cuadro único; pero si así se hiciera, las líneas tendrían una longitud excesiva y la vigilancia de tantos kilómetros de línea de campaña, en que tan frecuentes son las averías, sería punto menos que imposible, sobre todo en las líneas avanzadas. Por esta razón y por atender a las de escaso peso y fácil transporte, las centrales telefónicas de campaña deben ser de pocas líneas. Pero no por serlo han de carecer de ningún elemento de seguridad y protección, pues si en una central urbana hay que temer un cruce fortuito con una línea de alta tensión o una descarga atmosférica, mayor es el riesgo de que ocurran estos accidentes en una línea cuyas condiciones técnicas tienen que ser forzosamente muy deficientes, esto sin contar con que el enemigo pudiera provocar sobre la red estas peligrosas corrientes.

Tampoco es admisible prescindir de los indicadores de llamada, pues si éstos no existen, tienen que emplear los corresponsales una clave para llamar, lo que restringe y complica el empleo del teléfono y obliga al telefonista a esforzar la atención sobre su central, cosa que en ocasiones le será difícil realizar. Otra esencial condición que debe cumplir una central telefónica militar, es poder, sin aparatos auxiliares, buscar y remediar pronto las averías, tanto en el interior del aparato como en la línea.

Y hemos dejado para lo último la cuestión de si deben ser las líneas monofilares o bifilares. Creemos que los circuitos monofilares deben ser totalmente rechazados. Varias líneas con la vuelta común por tierra, presentan el grave inconveniente de que las conversaciones «se pasan», fenómeno electrostático que se atenúa, pero no se remedia, distanciando las tierras. Y si resulta molesto oír, aunque sea lejana, otra conversación que la que interesa, peor aún es facilitar al enemigo cuantas noticias circulen por la línea, para lo cual le bastaría con tomar dos tierras unidas por un hilo a través de un amplificador, como ya indicamos. Los autores propondrían el estudio de un tipo de cable formado por un alma resistente de hilo de acero para proporcionar la resistencia mecánica, y dos conductores de cobre de gran conductibilidad y pequeña sección, perfectamente aislados y retorcidos alrededor del alma de acero, para disminuir los efectos de inducción mutua con otros circuitos análogos. Más éste es asunto que seguramente resolverá la Superioridad con más conocimiento y experiencia.

Resumiendo: Una central de campaña deberá cumplir las condiciones

siguientes: 1.^a Ser de batería local. 2.^a No contar sino con el número de líneas precisas y alguna de reserva. 3.^a Estar provista de cuantos elementos sean indispensables para la seguridad del telefonista y de la estación. 4.^a Poder comprobar fácilmente el estado de las líneas con sus propios medios. 5.^a Ser de construcción sólida y sencilla (para poder resistir las inclemencias del tiempo y mal trato de una campaña). 6.^a Ser de poco volumen y de fácil transporte. Y 7.^a Ser de fácil desarme y susceptible de registro en sus más escondidos rincones.

A estas condiciones, que pudiéramos calificar de generales, hay que agregar las siguientes, que se refieren señaladamente a nuestra patria: 1.^a La llamada, además de magnética debe de ser fónica, pues son muchos los aparatos que el Ejército posee de este tipo y que es preciso aprovechar. 2.^a Ha de ser posible comunicar una orden simultáneamente a varios corresponsales, con lo cual se ahorrará mucho tiempo en los partes y órdenes circulares, exigencia muy recomendable, dado lo prolijo de la documentación en nuestros Reglamentos.

Hemos suprimido las clavijas, origen de frecuentes averías y propicias a múltiples derivaciones cuando se mojan. Las sustituimos por llaves conmutadoras, construídas de tal modo, que accionando una sola palanca en distintas direcciones, conecta la línea bien con el circuito de llamada, bien con el teléfono de la central, o establece las comunicaciones entre dos o más corresponsales.

Pasemos a estudiar cuál será el número preciso de líneas que deberán unirse a las centrales, y para ello partiremos de las dos unidades orgánicas principales: división y regimiento. Las comunicaciones de la primera han de estar servidas por tropas especiales, pero éstas terminan su misión en los regimientos y a éstos incumbe servir sus propias comunicaciones.

Las enseñanzas de la Gran Guerra nos dicen que, de todos los medios de comunicación empleados, es el teléfono el que alcanzó la supremacía, y por lo tanto, la nación que mejor estudiados tenga estos medios, con aparatos que respondan mejor a su organización militar y necesidades técnicas y tácticas, tendrá, a no dudarlo, una superioridad positiva sobre su adversario. A lograrlo va encaminado el estudio de las centrales T. O., porque no es posible que unos mismos aparatos sirvan en todos los países, si han de cumplir su altísima misión. Los progresos de las construcciones eléctricas nos permiten crear teléfonos de campaña sencillísimos en su manejo, que resistan bien las inclemencias de ella, poseyendo plena seguridad en su funcionamiento y con la capacidad de servicio necesaria, todo lo cual hace de ellas el auxiliar más poderoso del mando en sus diversas funciones.

Organización de las comunicaciones de un ejército en operaciones.

Sin detallar ni pretender hacer un estudio completo de ellas, diremos lo más necesario para hacer resaltar la intervención de estas centrales portátiles telegráficas y telefónicas de campaña y teléfonos ligeros tipo español T. O.

Partiremos de la división, unidad táctica y estratégica, como se ha demostrado en la gran guerra, puesto que los distintos cuerpos de ejército, según los casos y objetivo final, se componen de un número de divisiones muy variable.

Daremos a esta unidad una organización, que es la generalmente adoptada, por estar dotada de todos los elementos precisos al operar sola o acoplada en un frente de combate ofensivo-defensivo, que será el caso más general.

Composición de la división.

Cuartel general de la división.

Dos cuarteles generales de brigada de Infantería.

Un cuartel general de brigada de Artillería.

Cuatro regimientos de Infantería de tres batallones de cuatro compañías.

Un regimiento de Artillería ligera de tres grupos de tres baterías.

Un regimiento de Artillería pesada de dos grupos de tres baterías.

Un regimiento de Caballería de cuatro escuadrones.

Un parque divisionario de Artillería, dos escalones ligeros y uno pesado.

Un batallón de Zapadores Minadores de cuatro compañías.

Una compañía de Telégrafos.

Una sección de Alumbrado.

Una compañía de Aerostación de dos secciones.

Una escuadrilla de Aviación.

Un grupo divisionario de Intendencia.

Un grupo divisionario de Sanidad.

Estudiemos cuáles han de ser las comunicaciones de la división, compuesta en forma análoga o parecida a la indicada, ya esté aislada en el combate o encuadrada con otras en un mismo frente.

La figura 1 muestra cómo se ha de organizar la red que une el mando principal (cuartel general del cuerpo de ejército) con el cuartel general de la división (6), unión que será asegurada también por líneas telegrá-

ficas, radiotelegráficas y radiotelefónicas, y los demás mandos del cuartel general de la división, con los cuarteles generales de las brigadas de Infan-

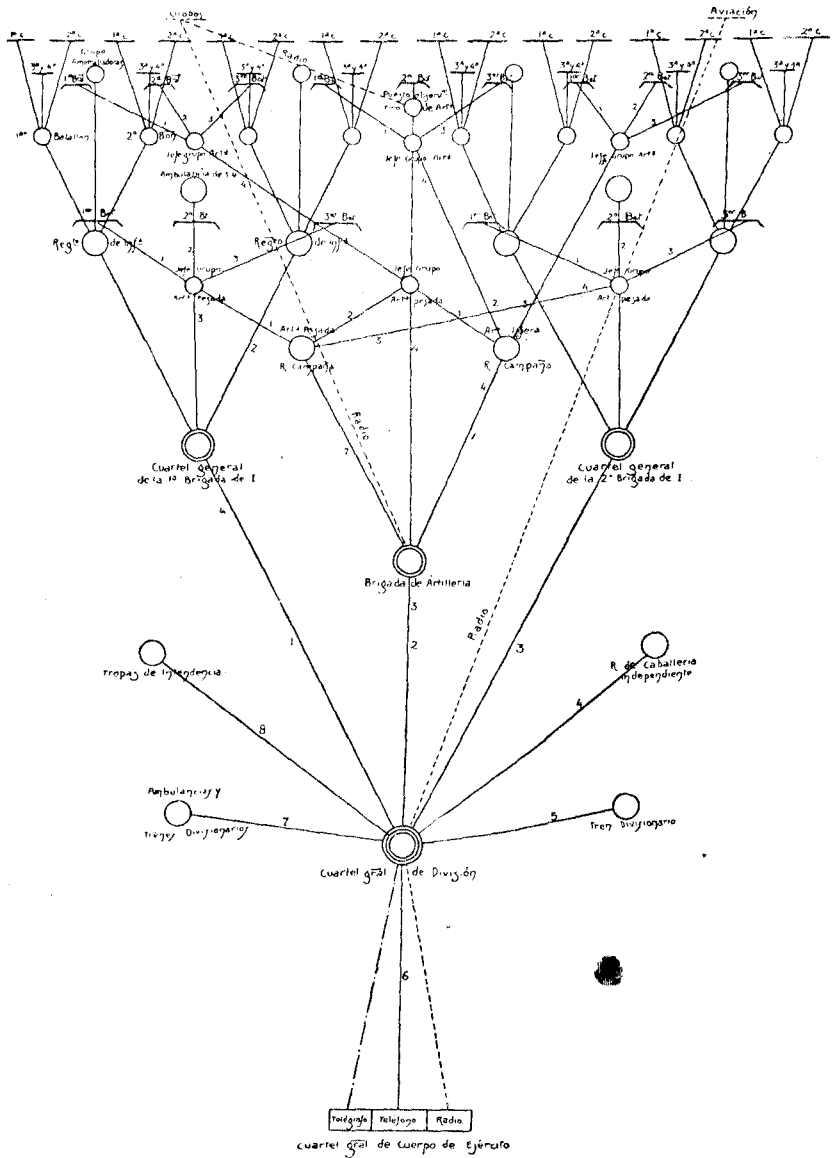


Fig. 1.

tería 1 y 3, Artillería 2, regimiento de Caballería independiente 4, ambulancia y hospitales divisionarios 7, tren divisionario 5 y tropas de Intendencia 8.

Con lo que se demuestra que con una central de ocho líneas quedan cubiertas todas las comunicaciones de mando desde el cuartel general de la división.

Comunicaciones de la brigada.

Si ésta es de Infantería, cubrirá sus comunicaciones el cuartel general de ella, con una central de ocho líneas, como muestra la figura 1, dos líneas para los coroneles de los regimientos, otra para la ambulancia de Sanidad Militar de la brigada, la cuarta, para la comunicación con el cuartel general de la división, dos para unir los cuarteles generales de brigada entre sí, lo que asegura la comunicación de éstos con el cuartel general de la división, quedando otras dos líneas para todos los demás servicios de enlace e interiores de la brigada. Estas últimas cuatro líneas no están representadas en la figura.

Si la brigada fuese de Artillería (fig. 1) igualmente el cuartel general de la misma, cubriría sus comunicaciones con una central de ocho líneas, a saber: Una para la plana mayor del regimiento de Artillería ligera 1; otra para de Artillería pesada de campaña 2; la tercera, para el cuartel general de la división; la cuarta 4 con el puesto de observación en tierra de tiro de artillería; dos para unirla con los cuarteles generales de brigada adyacentes quedándole igualmente otras dos líneas para sus servicios interiores (parque divisionario, escalones de municionamiento, etcétera). Estas últimas cuatro líneas tampoco están representadas en la figura.

Observación.—Podrían en algunos casos considerarse todavía insuficientes para el cuartel general de la división y los de las brigadas las centralillas propuestas, pues en la Gran Guerra se ha llegado a acumular en ellos un sinnúmero de comunicaciones, sobre todo en los servicios de municionamiento. Pero esto se remediará fácilmente con el material propuesto, enlazando dos o tres centrales de ocho líneas, lo que daría, respectivamente, 14 o 21 comunicaciones, sin gran dificultad ni espacio.

Comunicaciones del regimiento.

El coronel de un regimiento de Infantería cubre sus comunicaciones también con una central de ocho líneas (fig. 1), pues empleará dos para los jefes de los batallones desplegados en primera línea 1 y 2; la tercera línea, para el jefe del grupo de ametralladoras; la cuarta, para la comunicación con el cuartel general de la brigada. Si el tercer batallón se supone de reserva y próximo al coronel del regimiento, quedarán aún otras

cuatro líneas para sus comunicaciones interiores (escalones, municionamientos, puestos de mando, regimientos adyacentes).

Si el regimiento es de Artillería ligera, con aparatos de ocho líneas cubre sus comunicaciones, como demuestra la figura 1: líneas primera, segunda y tercera para los jefes de grupo, la cuarta para la comunicación con el cuartel general de la brigada de Artillería y otras cuatro líneas para sus servicios, escalones y enlace con los regimientos adyacentes.

Para los jefes de grupo, otra central de ocho líneas: primera, segunda y tercera, a sus tres baterías; la cuarta, al coronel del regimiento, y otras cuatro para puestos de mando, etc.

Si se trata de Artillería pesada de campaña, la figura 1 muestra cómo se verifican las comunicaciones con centrales de ocho líneas.

Comunicaciones del batallón.

El jefe de un batallón cubrirá sus comunicaciones también con centrales de ocho líneas: dos para las dos compañías desplegadas en línea de fuego, la tercera para las compañías agrupadas en reserva, la cuarta para comunicar con el jefe de regimiento y las otras cuatro líneas, para sus comunicaciones interiores, escalones y batallones adyacentes.

Los aparatos apropiados para realizar las comunicaciones de unidades menores en el combate son centrales de cuatro líneas, pues en ellas el enlace de unas con otras carece de razón de ser por la dificultad casi insuperable de tender y vigilar líneas paralelas y próximas al frente enemigo que éste tiene batido. Será práctica recomendable tender varias líneas en paralelo entre las compañías y el batallón para asegurar las comunicaciones en zonas tan batidas.

Observaciones.—La figura 1 da una idea completa de lo que sería la tupida red de comunicaciones dedicadas exclusivamente a los servicios de dirección y mando, omitidos los de observación, información y enlaces.

Sólo indica la figura algunas comunicaciones no telefónicas precisas, como la radio de Aviación y la de observación de globos con la brigada de Artillería.

De todo lo expuesto, se deduce que el material para responder a todas las *necesidades*, se ha de componer de centrales de ocho y cuatro líneas.

Descripción de los teléfonos portátiles tipo T. O.

Constan de *estaciones centrales* para ocho líneas, *estaciones correspondientes* para cuatro líneas y *estación ultraligera*.

El estudio del material completo para el tendido de líneas y los cables o hilos necesarios, no es objeto de esta descripción.

Descripción de una estación central para ocho líneas.

Los elementos de que consta están representados en las figuras 2, 3, 4, 5 y 6.

Son:

1. Trampillas indicadoras de llamada.
2. Bombilla de alarma y comprobación de pilas.
3. Contactos que se cierran al caer alguna trampilla.
4. Llave de maniobra de la batería de pilas.
5. Llave de zumbador o de luz avisadora.
6. Alojamiento del zumbador.
7. Botón para llamada fónica.
8. Llave de escucha de cuatro direcciones.
9. Llaves conmutatrices de seis direcciones.
10. Llave de indicadores de trampilla.
11. Llave de pilas.
12. Zumbador.
13. Fusibles de hilo de plata.
14. Pararrayos.
15. Tornillos de tierra.
16. Tornillos de línea.
17. Tornillos unidos a través de un condensador, lo que permite usar el teléfono sobre una línea telegráfica.
18. Tornillos para poder unir al aparato un microteléfono auxiliar de cualquier tipo, caso de inutilizarse el suyo o como nueva escucha.
19. Manivela de la magneto.
20. Receptor de cabeza.
21. Micrófono.
22. Enchufe del receptor de cabeza,
23. Tablón de entrada de los hilos de línea.
24. Muelles de toma de línea.
25. Taco que al cerrar la tapa pone las pilas automáticamente fuera de circuito.
26. Condesadores.
27. Alojamiento de la manivela de la magneto.

Las combinaciones binarias que pueden presentarse con ocho correspondientes a los circuitos de llamada magnética y teléfono local o llamada fónica, dan, por tanto, una llave de seis direcciones, representa-

da en las figuras 2, 3 y 4 con el número 9. En ellas se ve todo el detalle de dicha llave. La figura 5 da idea de la llave 8, análoga para cuatro direcciones; que en cada posición deriva el teléfono de la central con cada una de las conversaciones que simultáneamente pueden sostener los correspondientes.

Tornillos de línea.—Los tornillos de amarre de las líneas son 16, designados en las figuras con el número 16. El vástago del tornillo atraviesa la placa de tierra sin tocarla, para lo cual el orificio de esta placa

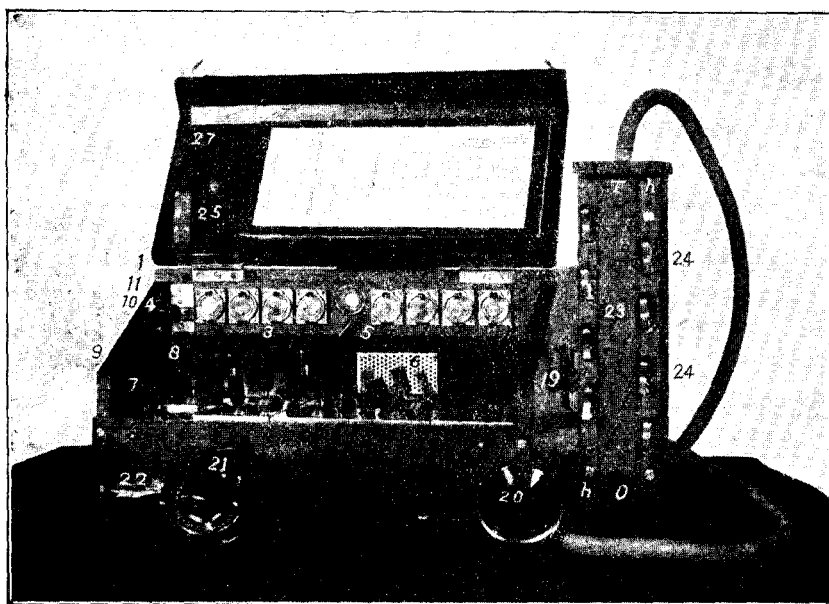


Fig. 2.

metálica es de mayor diámetro que el vástago del tornillo. Dicho tornillo tiene una tuerca roscada al vástago del mismo, que le comprime contra la plancha, quedando entre los dos una lámina de mica, con la cual se forma así un pararrayos. El tornillo 15 sirve para poner a tierra la placa metálica, y de este modo, si la mica se fundiese, quedaría a tierra la línea en que ocurriese tal avería y fuera de peligro la central.

Pilas.—Estas son del tipo de pila seca regenerable de 1,50 voltios. Tienen sus terminales dispuestos de forma que, al cerrar la tapa del departamento de pilas, enchufan en unos contactos unidos a los tacos 4 y un conmutador 4 pone en el circuito del micrófono o del zumbador una, dos o tres pilas, pues hacen falta, por lo general, más pilas para la llamada fónica que para el micrófono. Además, si la pila está algo gastada o

la distancia es grande, convendrá intercalar dos pilas en el circuito del primario para hablar. La tapa 25, al cerrarse, deja automáticamente a las pilas fuera de circuito para que éstas no puedan gastarse inútilmente en los transportes o en el reposo de la central.

Que las pilas no lleven unión con el aparato por medio de cables, ni hilos difíciles de embornar, sino mediante muelles que aseguran el contacto hace que la operación de cambiar las pilas sea muy rápida, y todo ello es de notorio interés, ya que la avería más frecuente de un buen teléfono es el agotamiento de la batería. Estos muelles están dispuestos de tal forma, que de cualquier modo que se metan, las pilas quedan bien colocadas sin necesidad de buscar sus polos, cosa que requeriría algún

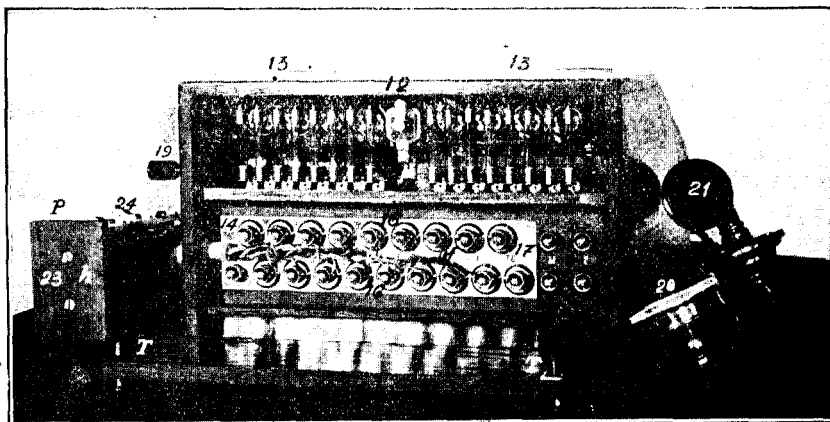


Fig. 3.

conocimiento técnico en el soldado que hiciese esta operación. Una llave 11 permite poner las pilas, bien en el circuito del micrófono o en el de la alarma, zumbador o bombilla, según la posición de la llave 5.

Bobina de inducción.—La bobina está formada por un núcleo compuesto de hilos de hierro dulce, llevando en sus extremidades unas cabezas de madera de forma cuadrada. Entre éstas van dispuestos los dos arrollamientos, el primero hecho de hilo grueso, descansando sobre el núcleo, con 300 espiras de hilo de cobre aislado de 0,15 milímetros de diámetro.

Resistencia de la bobina primaria, 0,8 ohmios.

Resistencia de la bobina secundaria, 200 ohmios.

Condensadores.—Dos tiene la central: uno, de 0,5 microfaradios de capacidad, sirve para absorber la chispa de ruptura del zumbador, que des-

cribiremos a continuación; el otro condensador, de dos microfaradios de capacidad, está unido a dos tornillos del tablero posterior marcados con las letras *T C*. Su objeto es poder intercalar el teléfono en una línea telegráfica, bien para sorprender una comunicación, bien para utilizarle con vuelta por tierra y sostener una conversación por la línea telegráfica sin interrumpir ésta; para ello basta unir una de las tomas de línea de la que queremos utilizar para este fin con uno de los tornillos *T C 17*, uniendo el otro a tierra.

Zumbador.—Figura 3 y esquema 2, núm. 12. Este aparato, basado en el principio del interruptor autamático, se ha hecho de modo que se produzcan de 300 a 700 interrupciones por segundo, siendo invisibles, por tanto, las vibraciones de la placa. Estas interrumpen y establecen alternativamente el circuito, que comprende: la batería, el vibrador y el arrollamiento primario de la bobina de inducción, y así se originan en su secundario corrientes de alta tensión, que al atravesar la bobina de un receptor telefónico intercalado en el circuito, hacen resonar la membrana de éste, produciendo un intenso sonido:

La resistencia del electroimán del vibrador es de 4 ohmios aproximadamente, o sean 2 ohmios por brazo.

Magneto.—Se compone de tres fuertes imanes, y es del tipo de contacto móvil. Peso aproximado 1,5 kilogramos; sólo es visible en la figura 5 y esquema 2.

Microteléfonos.—Cualquiera de los tipos usuales sirve para nuestras centrales si está provisto de la pieza enchufe, y aun para los casos de



Fig. 2 bis.

que el micrófono y teléfono de que se disponga no tengan la clavija apropiada, pueden embornarse con hilos aislados a los tornillos 18 (fig. 3) situados en la parte posterior de la central y marcados en la misma con las

letras *T M*. Aunque decimos que cualquier tipo de microteléfono sirve, recomendamos el microteléfono de peto de aluminio de E. M. Ericsson, de Stokolmo, con receptor doble de cabeza, sostenido por un muelle ajustable (ver la figura 3 bis). Con semejante aparato, el telefonista tiene ambas manos libres para poder manejar la central y escribir. El microteléfono propiamente dicho puede ser también del tipo de mano, y en ambos es de cápsula cerrada, que tiene la gran ventaja de renovarse fácilmente si por rotura de la membrana, o por mojarse la granalla de carbón que se da inutilizado.

Bombilla.—Una bombilla de 1,5 voltios (figuras 2 y 5, núm. 2), sirve de alarma cuando, al caer una trampilla, estando las llaves 10 y 11 altas y la 5 a la derecha (ver esquema), anuncian al telefonista, principalmente

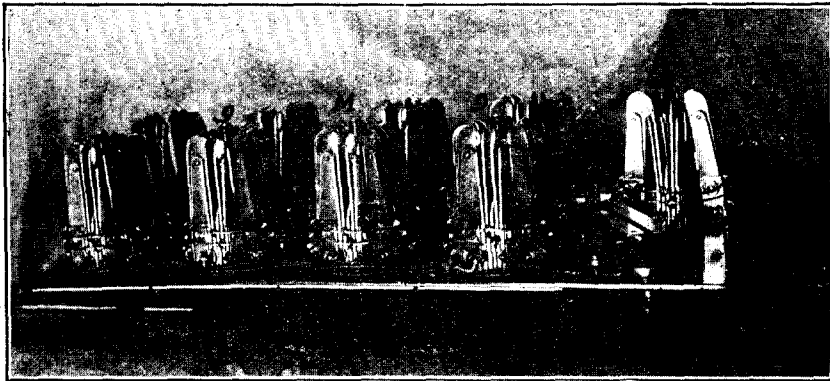


Fig. 4

durante la noche, la llamada de una línea. Igualmente se emplea para comprobar el estado de las pilas, pues accionando la palanca 4, el filamento de la bombilla adquiere un brillo progresivo si las pilas están buenas, y por el contrario, disminuye este brillo al poner en circuito una pila agotada.

Tablón de entrada de líneas (figs. 2, 3 y 5).—Consta de dos piezas de madera *T* y dos tapas *P* de mayores dimensiones que la sección transversal de aquéllas, con el objeto de que, al estar apoyado el tablón sobre una mesa o un piso, puedan empalmarse los hilos y mantenerse aislados, (ver figuras 2 y 3). El interior de las piezas lleva rebajes acanalados para introducir los hilos que se sueldan a los amarres de las líneas 24, aislándolos en conjunto con parafina. Las piezas *T* tienen la forma marcada en las figuras, bastando introducir el extremo del cable, después de haber

hecho presión en el muelle con un dedo, para que, al quedar aquél en libertad, ejerza presión contra el cable y las piezas 24, asegurando el contacto sin más empalmes. Las piezas *T* se unen por unos tornillos *h* (fig. 2), y los hilos se introducen en un tubo de goma que entra en el costado lateral de la central, uniéndose cada dos a los tornillos 16 de línea de la misma; un pasador 26 de ebonita impide puedan salirse ni desempalmarse los hilos en los tirones de los transportes. El adoptar el tablón de entrada brinda la ventaja de separar de la central los hilos de línea

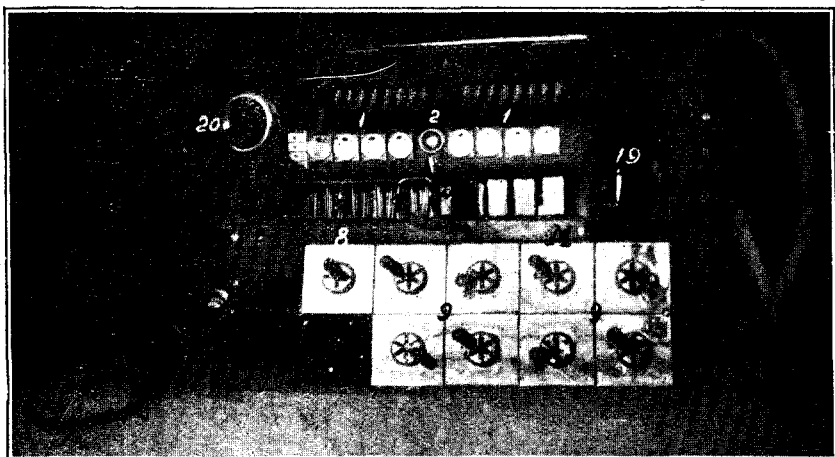


Fig. 5.

que en ella llegan en distintas direcciones. Puede suspenderse dicho tablón en el asta de la tienda de campaña o bien en un árbol, sin más que atravesar el orificio con una cuerda. Dimensiones del tablón de ocho líneas 0,24 por 0,055 por 0,050.

Funcionamiento de la central para ocho líneas.

Las líneas de los correspondientes se empalman en los tabloncillos de entrada 23 (figs. 2, 3 y 5 y esquema 1). Las trampillas 1, como se ve en el esquema, quedan o no en derivación sobre las líneas, según la posición de la llave 10. Las piezas 24 están unidas a los tornillos de amarre 16; éstos a los fusibles 13, y cada uno de éstos, a su vez, y alternativamente a las láminas interiores de las respectivas llaves conmutadoras 9. Seis de estas láminas están unidas, por lo tanto, a un hilo de la línea y las otras seis al otro (ver detalle y corte en las figs. F. G. y H.).

Las láminas que la rodean y que ocupan igual posición dentro de cada

llave, están unidas entre sí (ver esquema 1) por un conductor, de los que cada dos, constituyen un circuito; el número de éstos es, por consiguiente, de seis. Cuando se mueve la palanca *M* de la llave *S*, la oliva de ebonita se introduce entre las dos láminas interiores, y al separarlas, éstas y por tanto los dos hilos de línea a ellas unidos, hacen contacto con las adyacentes y quedan derivados en uno de los circuitos antes mencionados. Cuatro de éstos se reservan para las conversaciones que los ocho teléfo-

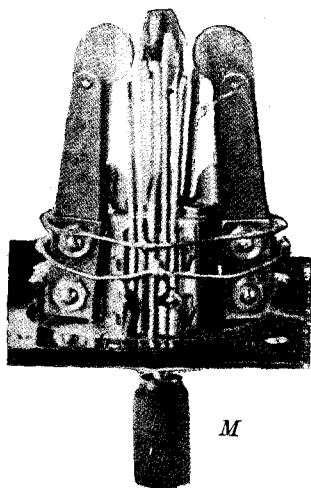


Fig. F.

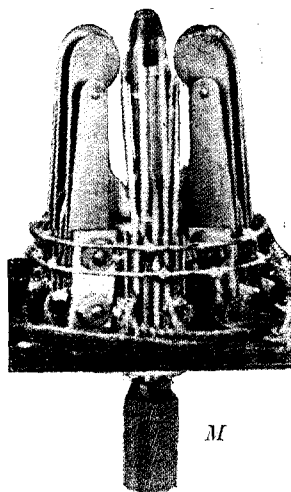


Fig. G.

nos o correspondientes pueden sostener simultáneamente; otro se destina a la llamada magnética, reservando el último para el teléfono local y la llamada fónica.

Cada uno de los cuatro circuitos de intercomunicación tiene en derivación dos de las láminas exteriores de la llave *S* de cuatro direcciones, cuyas láminas interiores unidas entre sí alternativamente, lo están también al circuito del teléfono de la Central. Moviendo la palanca *S*, este quedará derivado en el circuito de intercomunicación correspondiente. La llave *S* sirve, por tanto, de escucha para todas las comunicaciones que la central puede sostener.

Para la llamada se emplea un magneto que queda en serie con la línea cuando se acciona la palanca *M*, llevándola a la posición *t m*.

Cuando un correspondiente llama, cae la trampilla respectiva, y para el caso de que no esté el telefonista atento (por la noche, por ejemplo), la puerta de la trampilla empuja el contacto *S*, y el circuito de la pila de la estación se cierra a través del zumbador, siempre que la llave *II* esté ha-

cia arriba y sus muelles centrales comunicuen por tanto con los superiores del esquema.

Para utilizar la llamada fónica o telegrafiar estando la llave *11* baja, basta apretar el botón rojo *7*. El zumbador funciona a través del primario de la bobina de inducción, cuyo secundario transmite a la línea corriente alterna de voltaje elevado e

igual frecuencia que acciona intensamente el teléfono receptor.

Si la llave *10* está hacia arriba, los indicadores *1* quedan en derivación sobre las líneas y actúan como indicadores de llamada y fin de conversación; pero pueden ser aislados de las líneas bajando la llave *10*, con lo cual la magneto y timbre con ella en serie pueden ser usados para la comprobación de líneas; pues el timbre sonará si aquélla está en buen estado, y la resistencia de la magneto al movimiento será leve; si la línea está cortada, no sonará el timbre y si está cruzada o puesta a tierra sonará el timbre con intensidad y la magneto ofrecerá considerable resistencia al movimiento.

La central está construída para líneas de doble hilo, por las consideraciones expuestas ya en la primera parte; pero puede utilizarse con tomas de tierra independientes para línea sencilla.

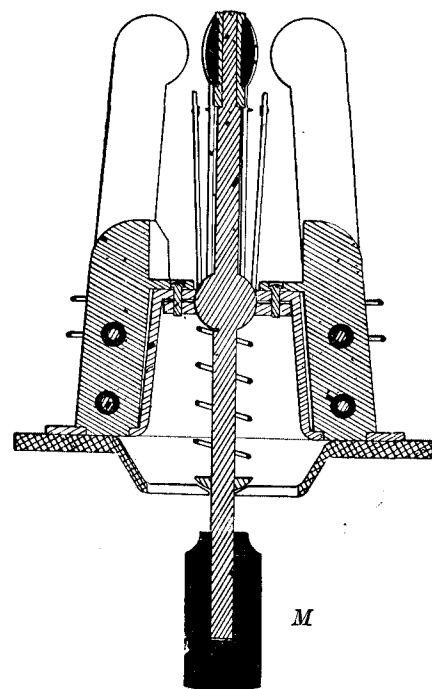


Fig. H.

Las protecciones contra las corrientes exteriores, están formadas por fusibles de tubo de vidrio *13* y descargadores sobre una placa de tierra *14*.

La sustitución de un fusible se hace fácilmente (ver figura 3), aflojando los tornillos *T* imperdibles que permiten levantar parte de la tapa de la caja.

Un enchufe de cuatro contactos *21* y *22*, permite conectar a la central un microteléfono; y las derivaciones de *21* y *22* *M T*, *18* unir otro microteléfono auxiliar, caso de que la clavija no correspondiese al enchufe o se quisiese dos escuchas.

La central está encerrada en una caja de madera fuerte en forma de

prisma biselado, sin tornillos ni hilo alguno al exterior, muy baja, con amplia base, gran estabilidad y susceptible de asentarse en cualquier piso. Se guarda en fundas de grueso cuero (fig. 6) para preservarla de los gol-

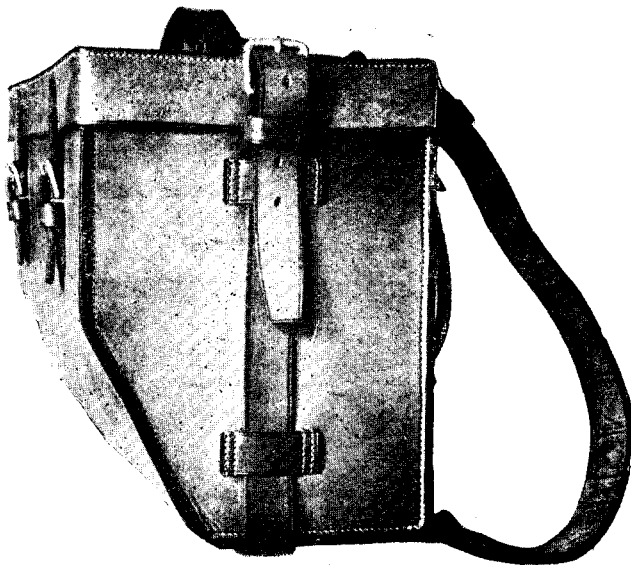


Fig. 6

pes y humedad y facilitar el transporte, pues aun cuando éste se ha de realizar ordinariamente a lomo o en carro, ya que sin cables ni teléfonos fin de línea, para nada sirve la central, y no se puede pretender llevar toda esta impedimenta a espaldas de soldados, es notorio que en las proximidades de la línea de fuego es ineludible el transporte por hombres; y para esa eventualidad se le ha dado la forma de mochila, que permite trasladar la central con facilidad.

Descripción de los circuitos de la central.

Para mejor comprensión del esquema 1, acompañamos los gráficos de los circuitos correspondientes a las diversas posiciones de las llaves 7, 8, 9, 10 y 11. En ellos se ve cómo quedan cerrados y abiertos dichos circuitos, sin necesidad de más descripción.

Dichos gráficos sirven también para el esquema 2, de que se hablará más adelante. Así:

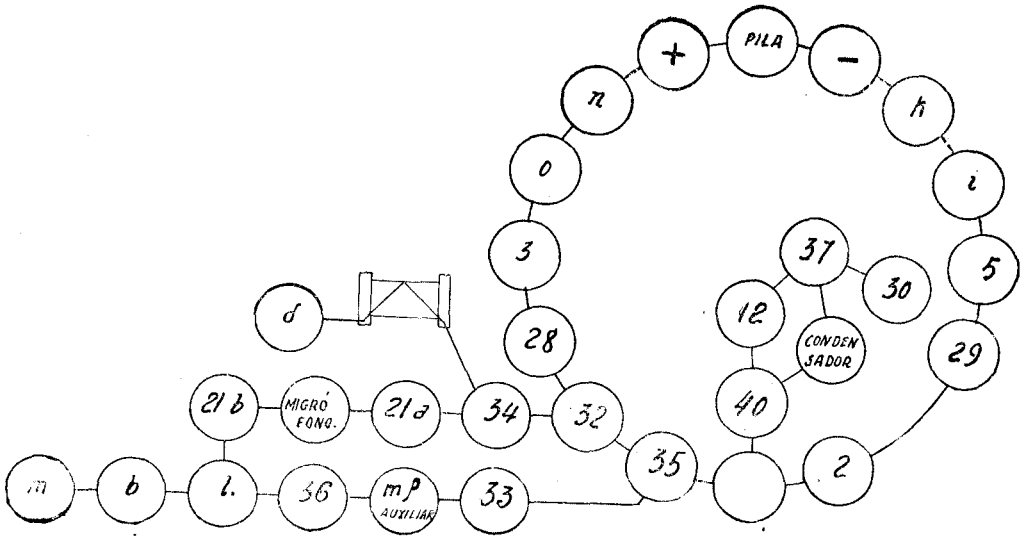


Gráfico 1.—Posición de alarma.

Llave 11 alta... { n con o.
k con i.

Llave 10 alta... { Indicadores en deri-
vación.

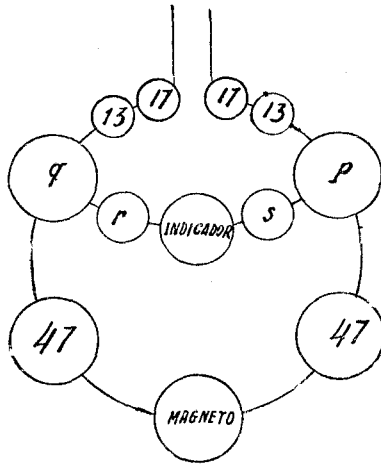


Gráfico 2.—Posición de llamada magnética.

Llave 10 alta: Indicadores en derivación.—Llave de la línea o líneas que se quiera llamar en *m t.*

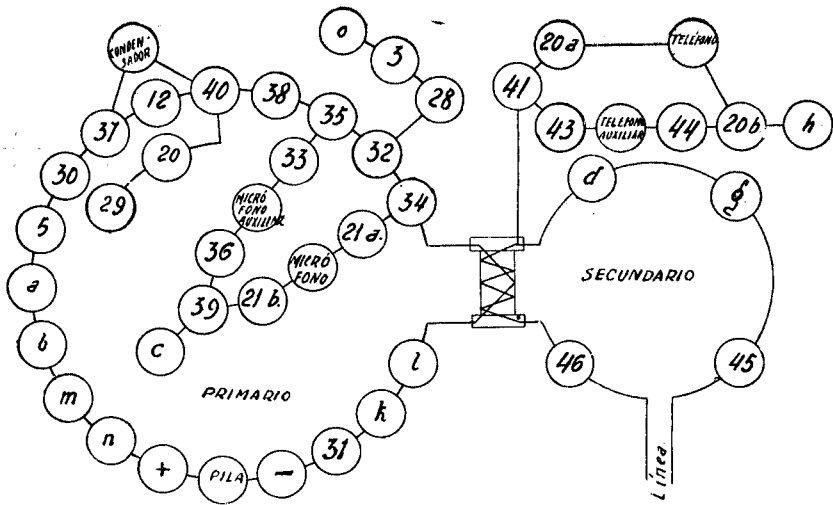


Gráfico 3.—Posición de llamada fónica o telégrafo fónico.

Llave 11 baja... $\left\{ \begin{array}{l} k \text{ con } l. \\ n \text{ con } m. \end{array} \right.$

Llave 7 baja... $\left\{ \begin{array}{l} b \text{ con } a. \\ g \text{ con } d. \end{array} \right.$

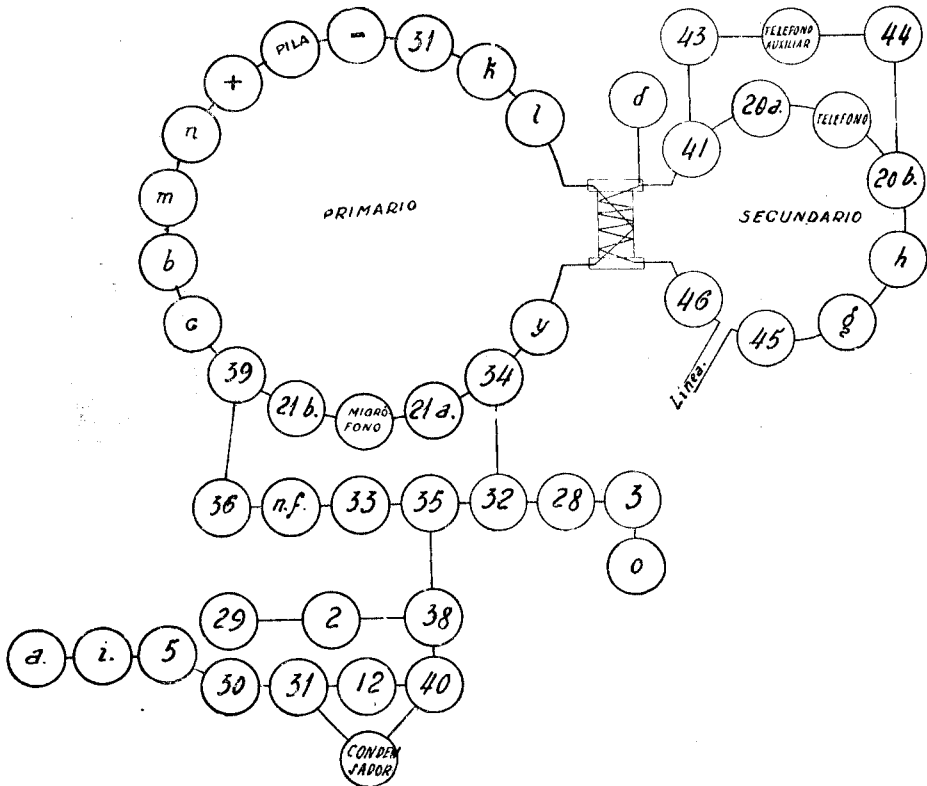


Gráfico 4.—Posición de conversación.

Llave 11 baja... $\left\{ \begin{array}{l} n \text{ con } m. \\ k \text{ con } l. \end{array} \right.$

Llave 7 normal alta... $\left\{ \begin{array}{l} c \text{ con } b. \\ h \text{ con } g. \end{array} \right.$

Llave 8 (escucha) en muesca correspondiente, si se quiere escuchar la conversación de las líneas que comuniquen.

Las tapas de las cajas contienen un esquema explicativo del empleo de la Central para los telefonistas que sin conocimientos técnicos de los aparatos puedan utilizarlos sin más preparación.

Descripción de una estación corresponsal.

(Figuras 7, 8, 9 y 10 y esquema 2.)

1. Trampillas indicadoras de llamada.
2. Bombilla de alarma y comprobación de líneas.
3. Contactos que se cierran al caer una trampilla.
4. Conmutador de pilas.
5. Rejilla de zumbador o bombilla.
6. Rejilla del timbre.

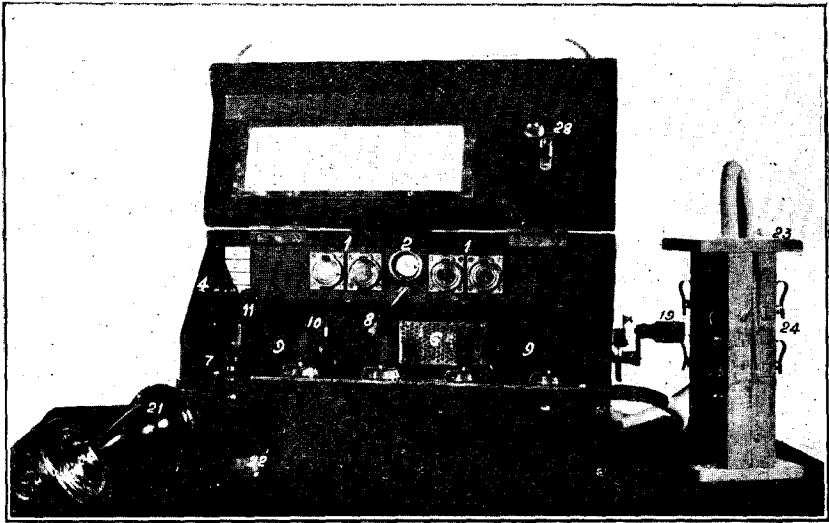


Fig. 7.

7. Botón rojo opresor del zumbador.
8. Llave de escucha.
9. Llaves conmutadoras.
10. Llave de indicadores de llamada.
11. Llave conmutadora para las pilas.
12. Zumbador.
13. Fusibles de líneas.
14. Pararrayos.
15. Tornillos de toma de tierra.

16. Tornillos de línea.
17. Tomas de línea a través de un condensador.

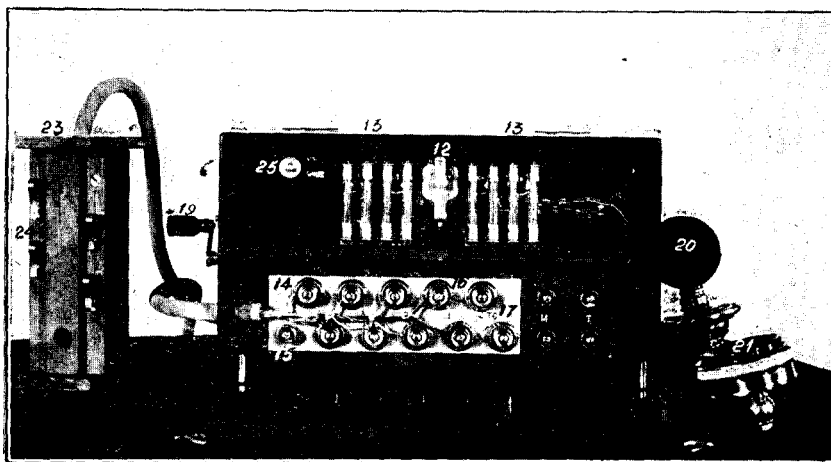


Fig. 8.

18. Toma del microteléfono auxiliar.
19. Manive'a de la magneto.

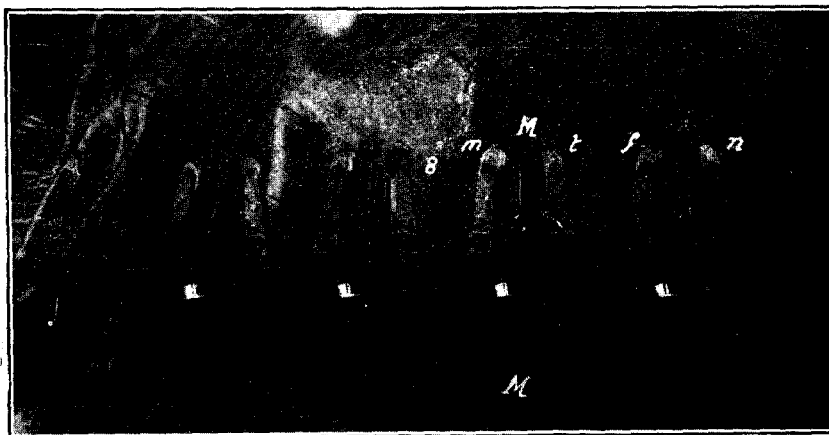


Fig. 9.

20. Micrófono.
21. Receptor de cabeza.
22. Ficha de enchufe del microteléfono.
23. Tablón de líneas.

24. Muelles de toma de líneas.
25. Condensadores.
26. Barra de ebonita del cable de entrada de líneas.
27. Condensadores.
28. Alojamiento de la manivela de la magneto.

Indicaremos solamente las diferencias que existen con los aparatos centrales.

Estos aparatos corresponsales, son sólo como subcentrales de cuatro líneas, de menor peso y volumen y más fáciles de transportar.

Los conmutadores o llaves de intercomunicación cada una para cua-

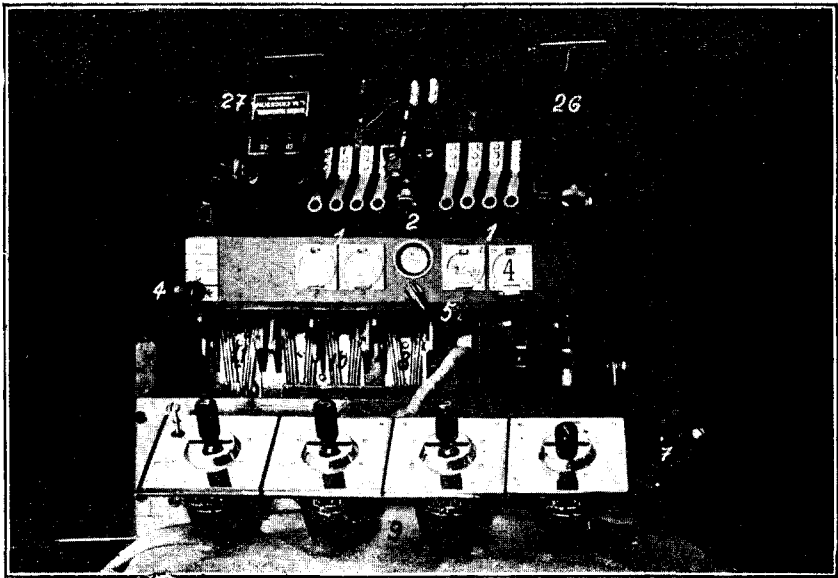


Fig. 10. 7

tro direcciones (figs. 7, 9 y 10 y corte en F. G. y H.), son del mismo tipo y forma que los de la central; sólo que para cuatro direcciones, como queda dicho, y su funcionamiento es análogo; la llave de escucha es sólo de dos direcciones y está en forma de palanca en la parte vertical de la caja 8 (fig. 7).

Teléfonos finales.

Hemos dicho ya que cualquier tipo de teléfono de batería local es apto para nuestras centrales, bien tenga llamada magnética o fónica; mas para que aquélla rinda su máximo trabajo, los teléfonos correspon-

sales deberán ser de llamada magnética. Las diversas casas constructoras de material telefónico, suministran excelentes tipos de teléfonos portátiles que cumplen todas las condiciones exigidas.

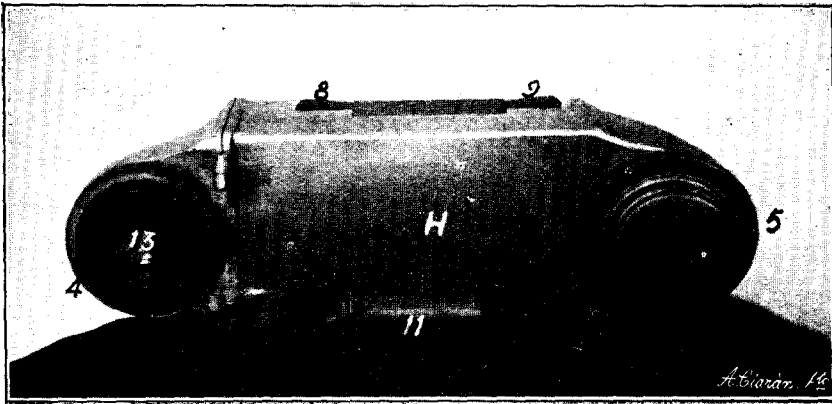


Fig. 11.

Nosotros aquí indicamos un tipo ultra ligero, propio tan solo para reconocimientos, sorpresa de comunicaciones o puestos de escucha. Tiene

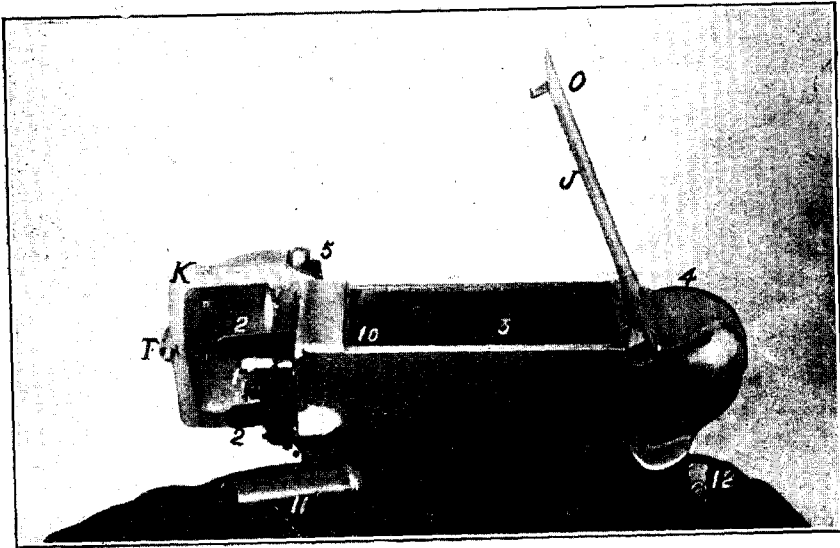


Fig. 12.

el inconveniente de no poseer llamada magnética; pero este defecto, para estos casos, queda compensado por su ligereza y, sobre todo, por estar

herméticamente cerrados, ventaja considerable, pues precisamente en los lugares en que ha de emplearse, el aparato estará tirado en el suelo, removido y húmedo, las más de las veces. Dicho aparato es del tipo de microteléfono de mano, y todos sus elementos están cerrados herméticamente en una caja de aluminio *H*. Así puede verse en las figuras 11, 12 y 13.

Sin entrar en más detalles, describiremos sus elementos y funcionamiento. Son los siguientes:

1. Zumbador.
2. Contactos del teléfono.
3. Pila.
4. Teléfono.
5. Micrófono.
6. Bobina de inducción.
7. Tomas de línea.
- 8-9. Llaves o teclas de conversación y llamada.
10. Muelles de toma de corriente de la pila.
11. Cornetilla metálica de llamada.
12. Auricular del teléfono.

Los tipos de zumbador, teléfono, micrófono y bobina de inducción, son los mismos que los correspondientes a los aparatos centrales y correspondientes ya descritos, con objeto de que todos sean intercambiables.

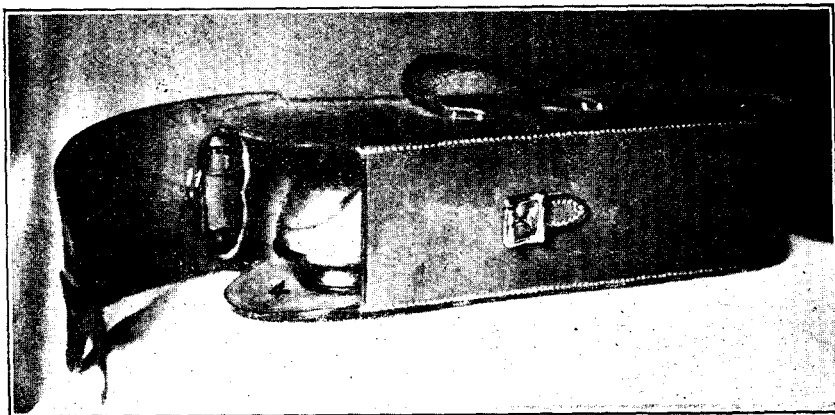
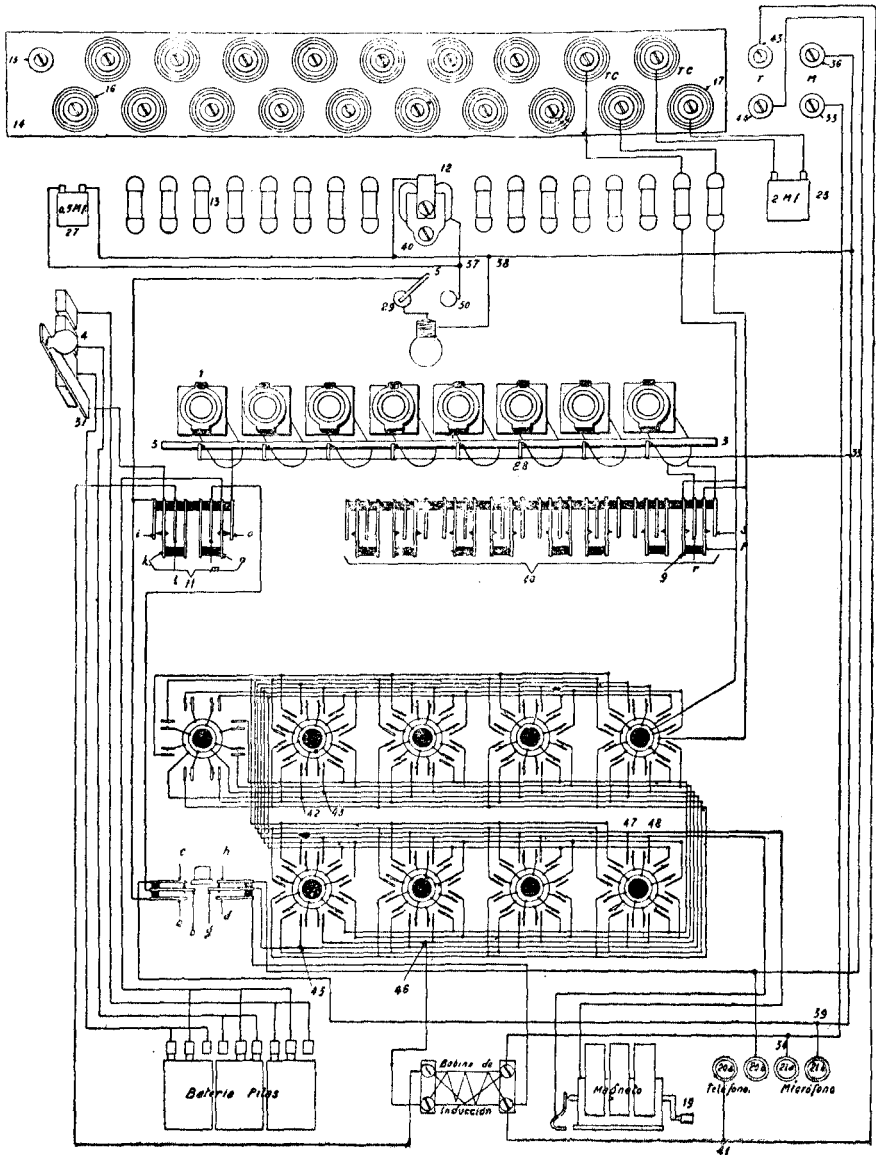


Fig. 13.

La caja de aluminio en que todos estos elementos se encierran, es de una sola pieza y las tapas *K-J* (figs. 11 y 12), se atornillan a ella con una junta de caucho para hacer todo el aparato completamente hermético y preservarlo de los golpes y humedad; todo él puede encerrarse en una funda de cuero (fig. 13), análoga a la de un corneta, y con un cordón trans-

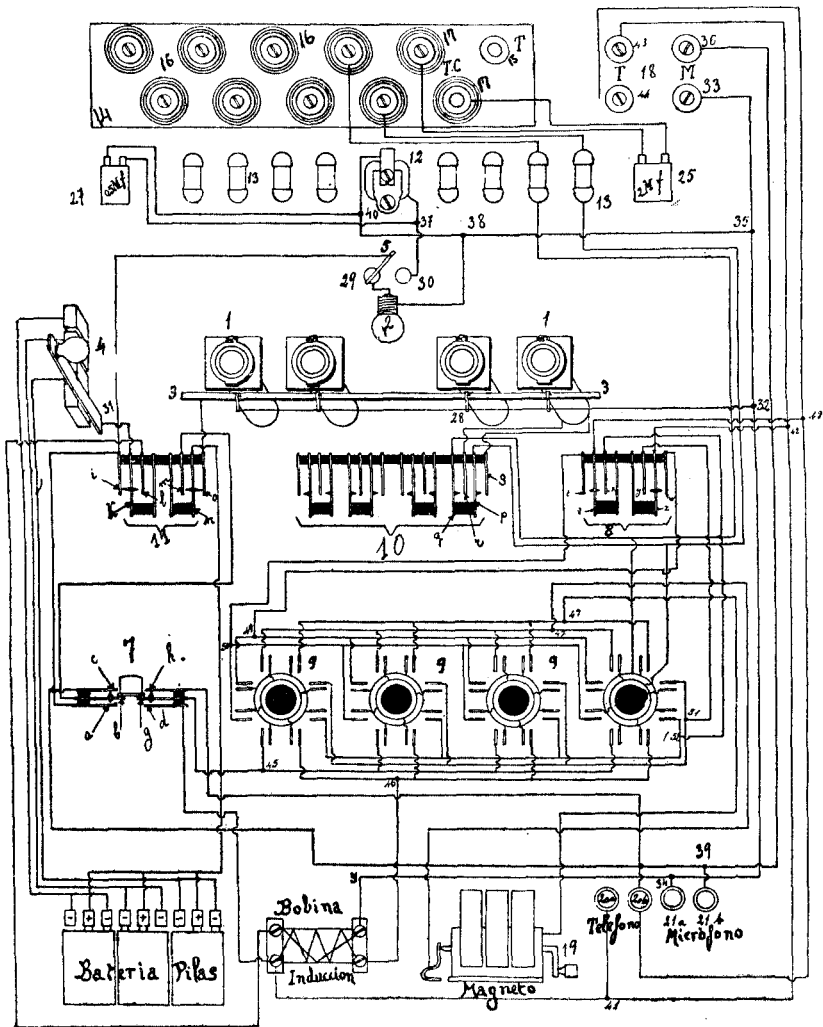
portarse en bandolera por el telefonista, dejándole libertad de acción para la defensa. Esta funda puede contener un pequeño bolsillo con los ele-



Esquema 1.

mentos de repuesto necesarios, tales como placa microfónica, hilo de cobre, alicates, planos, cornetilla, etc. Las teclas de conversación S y llama-

da 9, como se ve en las figuras 11, 12 y 13, no presentan saliente alguno con respecto a las paredes del aparato, a fin de que por los golpes o contactos con otros objetos no se cierren los circuitos correspondientes. Un



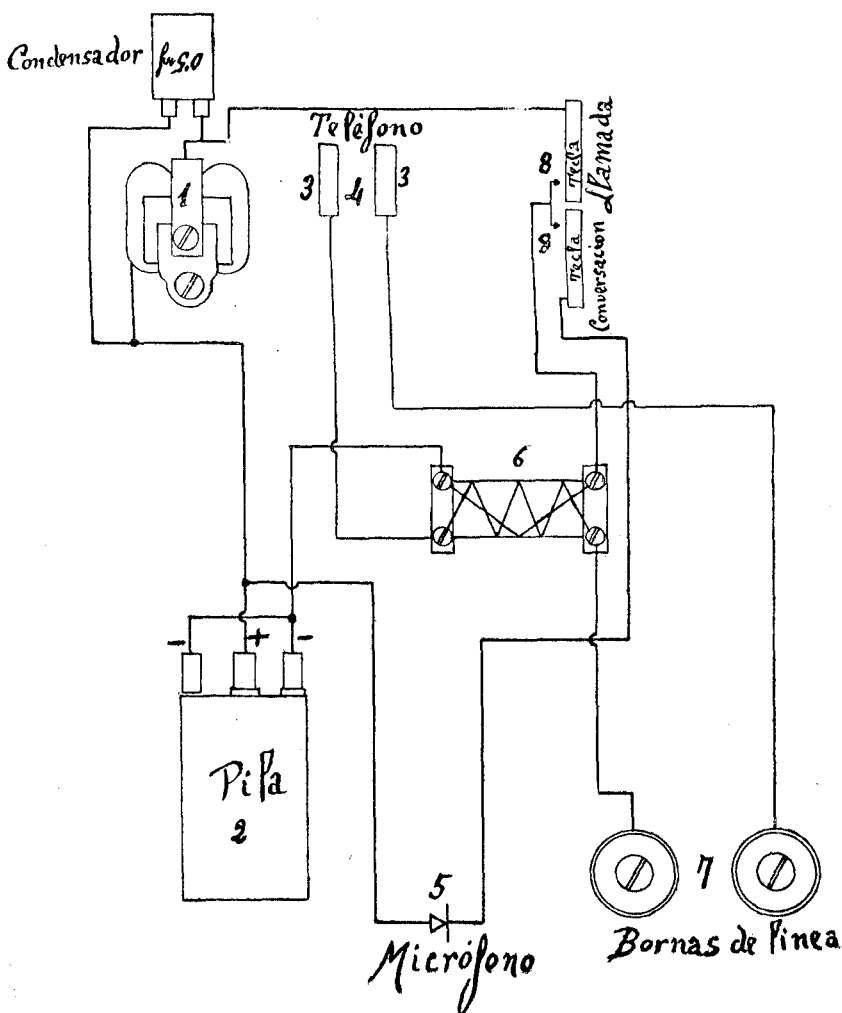
Esquema 2.

tornillo *T* (imperdible), sirve sólo desatornillándolo, para hacer girar la tapa *K* y regular el zumbador e inspeccionar los contactos del teléfono. Análogamente introduciendo el punzón del destornillador en el orificio *O* de la tapa *J*, gira ésta para poder revisar y cambiar la pila *B*.

Puede agregarse una cornetilla metálica 1/ que enchufe en el orificio del auricular 13 para utilizarla como llamada, si el zumbador no funciona por cualquier causa.

Descripción de las comunicaciones.

El esquema 3 muestra claramente las comunicaciones sin entrar en mayores descripciones. Para llamar, basta apretar la tecla 8 de llamada,



Esquema 3.

con lo que se cierra el circuito de pila 2, zumbador y primario de la bo-

bina 6, marchando a línea la corriente inducida originada en el secundario de la misma. Esta, al llegar a un aparato análogo, hará funcionar el teléfono 4, intercalado en su circuito.

Para hablar, se oprime la tecla de conversación 9, con lo que entra en juego el circuito del micrófono 5, compuesto de pila 2, micrófono 5 y primario 6 de la bobina, marchando a línea análogamente al caso anterior la corriente secundaria engendrada, la que será recibida y hecha audible en el aparato corresponsal por intermedio del teléfono 4, intercalado en el circuito secundario de dicho aparato.

Dimensiones.

Estación ultraligera:

Largo.....	0,25 metros.
Ancho.....	0,06 ídem.
Alto.....	0,05 ídem.
Peso.....	1,150 kilos.

Centralilla de cuatro líneas:

Largo.....	0,28 metros.
Ancho.....	0,19 ídem.
Altura posterior.....	0,17 ídem.
Altura anterior.....	0,11 ídem.
Peso de la misma.....	8 kilos.

Central de ocho líneas:

Largo.....	0,295 metros.
Ancho.....	0,245 ídem.
Altura posterior.....	0,17 ídem.
Altura anterior.....	0,11 ídem.
Peso de la misma.....	10 kilos.

Características eléctricas.

1. Resistencia al paso de la corriente a través de toda la Central en cualquier línea, 6,30 ohmios.
2. Capacidad de las llaves conmutadoras 0,00018 microfaradios.
3. Resistencia de los indicadores de llamada, 1.000 ohmios.
4. Autoinducción de los mismos, 226 henrysos.

Para las corrientes telefónicas de alta frecuencia, la resistencia es, pues, enorme en los indicadores y en las derivaciones, por lo tanto, insignificante.

Para una frecuencia de 300 períodos por segundo, la resistencia de estos indicadores sería $R = \sqrt{r^2 \times \omega^2 L^2}$

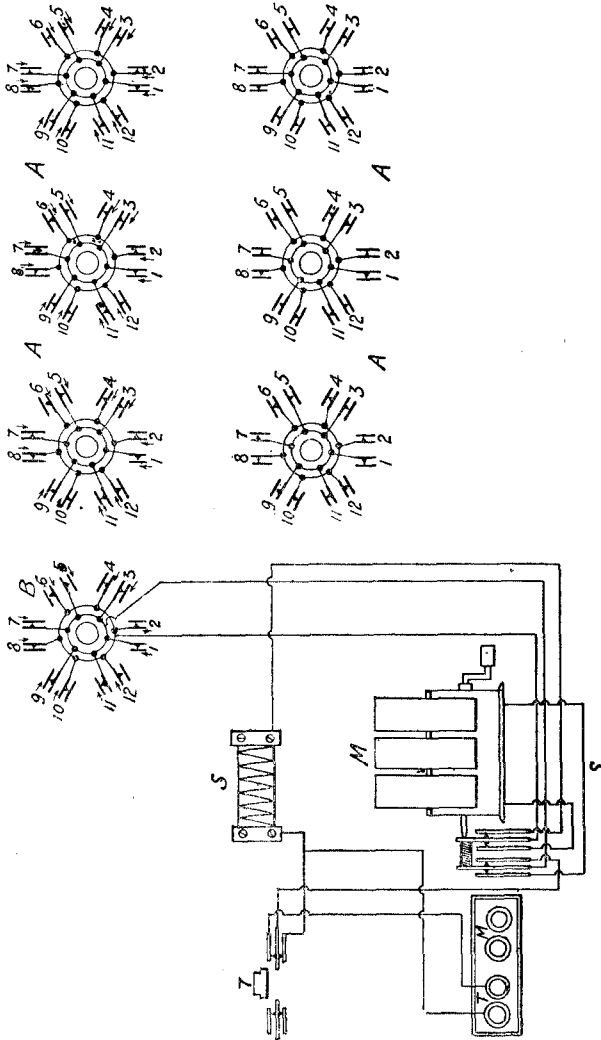
$$\left. \begin{array}{l} r = 1.000 \\ \omega = 300 \\ L = 226 \end{array} \right\} R = \sqrt{1000^2 + 4597840000} = 67.807 \text{ ohmios.}$$

*
* *

Publicada la Real orden de aprobación de este material como reglamentario en todas las Armas y Cuerpos del Ejército, en la que se dispone que se presenten modelos del mismo tipo de 10, 12, 20 y 30 líneas, por las necesidades de las distintas Armas y Cuerpos toda vez que el Regimiento de Telégrafos en la nueva organización del Estado Mayor Central se le asignan centrales de 10 líneas para los carros de sección del mismo y el Cuerpo de Artillería precisa centrales de 12 líneas para los carros de mando de grupo, como ya manifiesta en todos sus informes, y lo mismo lo determina el de la Comisión Táctica, así como el Estado Mayor Central asigna la cantidad de centrales de 20 y 30 líneas necesarias, en las grandes unidades. Hemos pensado, para atender estas necesidades, que sin modificar la disposición de la central ni las llaves de intercomunicación de 6 direcciones, pues aumentar estas direcciones supondría aumento del tamaño y peso de la central, aparte de que la llave dejaría de ser práctica para dar lugar en una de 20 ó 30 direcciones a complicaciones y confusión en su manejo, que haría difícil su conducción, y de complicada construcción y montaje, aumentando considerablemente el precio, etc. El utilizar en las nuevas que se construyan las 6 direcciones de las llaves para la intercomunicación entre las líneas dando en ellas seis conversaciones simultáneas e independientes, que sería el máximo, y aunque el peso y volumen aumentara algo en las centrales de 10 y 12 líneas, no tiene para este caso importancia, toda vez que han de ser transportadas en carro la de 10 de Telégrafos, y en camión automóvil la de Artillería (carro de mando de grupo), por tanto, la central de 10 y 12 líneas, queda resuelta sin modificación alguna sobre la de 8 ya construída, conservando la misma llave y solo cuatro conversaciones simultáneas, o sean 8 teléfonos funcionando a la vez o bien con la modificación que se propone dar todos los teléfonos funcionando a la vez dos a dos con 5 ó 6 conversaciones simultáneas, según sea de 10 ó 12 líneas.

Respecto a las de 20 y 30 líneas hemos pensado que la manera de no complicar la construcción ni aumentar excesivamente el precio, podrá construirse a base de no modificar la llave conmutadora actual por las razones ya dichas y aprovechar las 6 direcciones que tiene para la intercomunicación entre ellas, colocando otra igualmente de 6 direcciones para hacer la llamada y escucha de todas las líneas, como se ve en el esquema 4, colocando la palanca *M* de la llave en la misma canal,

para la llamada correspondiente en la llave *B* y en la de la línea *A* a llamar, disponiendo el montaje como indica la figura con la magneto de avance *M* que en posición de reposo la corriente de llegada de una línea cualquiera seguirá el mismo camino que en el primitivo montaje



Esquema 4.

(ver esquema 1 anterior) y sabida la línea que llama por la caída de la trampilla correspondiente, colocando la nueva llave *B de llamada y escucha* en la misma canal, que la de la línea llamada, la corriente irá al circuito de micrófono y teléfono. Para llamar a una línea cualquiera se co-

locará la palanca de la llave *B* y de la *A* a que se quiera llamar en la misma canal y al dar a la manivela de la magneto *M* rompe el circuito su eje de avance para establecer el del secundario *S* de la magneto que por las llaves *B* y *A* irá a la línea correspondiente.

La intercomunicación entre las líneas se verificará de análoga manera que en las primitivas centrales, pudiéndose dar 6 conferencias independientes, o sean 12 teléfonos o puestos telefónicos simultáneamente hablando.

Hemos suprimido en el esquema las conexiones entre las llaves de intercomunicación, que es la misma que antiguamente, que se hará uniendo todas las láminas del mismo número, sea cualquiera el número de llaves *A* que en la figura solo están representadas 6 de éstas, pero que el montaje es el mismo, cualquiera que sea el número de ellas.

Resumen.

Basta con lo expuesto para formar una idea clara de las ventajas que ofrecen estos aparatos, cómodos, sencillos, fáciles de transporte y manejo, de rápida instalación y que responden en su construcción al carácter personal de nuestros soldados, y en su organización a la de nuestro Ejército. Si se tienen en cuenta las consecuencias deducidas de la pasada guerra mundial, de las que brota como principio que «Un Ejército sólo vale lo que su servicio de comunicaciones», ya que su valor físico y moral fuera inútil, si sus nervios (las líneas telefónicas) no transmitiesen cumplidamente las órdenes del cerebro director de sus movimientos, esperamos confiadamente que cuantos hayan de manejar nuestras centrales, reconocerán fué nuestro objetivo idear algo que ponga a nuestro Ejército, en cuanto a comunicaciones telefónicas se refiere, en situación, por lo menos, igual a la de los mejor organizados, en bien de nuestra querida Patria, que es nuestro mayor orgullo y amor.

Estado Mayor Central: Comisión de táctica.—Ponencia mixta de enlace.

Acta núm. 17. Sesión del día 19 de noviembre de 1924.—Reunida la Ponencia formada por los señores presidente, coronel Lamela; vocales, comandante González y P. Villamil; comandante Sánchez-Mesas; capitán, Sánchez de la Parra; comandante, Sigüenza; capitán, O'Shea; comandante, Hernández Vidal; piloto aviador, comandante Gonzalo; secretario, capitán Llamas; agregados, comandante Tarazona y capitán Ondovilla, se leyó y aprobó el acta de la sesión anterior.

Acto seguido, el señor coronel presidente, convocaba con el fin de informar a la Superioridad sobre el resultado llevado a cabo con las Centrales portátiles Telegráficas y Telefónicas de Campaña, de que son autores el comandante de Ingenieros D. Joaquín Tarazona y el capitán del mismo Cuerpo D. Eugenio Ondovilla, cumplimentando con ello la Real orden de 23 de septiembre, comunicada al señor coronel, jefe de esta Ponencia el escrito núm. 36, del 30 del mismo mes.

DESCRIPCIÓN DE LAS CENTRALES

Los autores han presentado dos modelos: el T. O. 4 y el T. O. 8, de cuatro y ocho números respectivamente; ambos constituyen unas pequeñas centrales con los mismos dispositivos de seguridad que las grandes centrales para la recepción de personas y aparatos contra descargas eventuales, atmosféricas o corrientes de alta tensión que lleguen a las líneas por cruces fortuitos, siendo de fácil manejo, como se requiere para individuos de clase de tropas, y permitiendo el empleo de todos los aparatos telefónicos actualmente en uso para los Cuerpos.

Las líneas comunican con unas llaves patentadas de seis o cuatro direcciones, seis para el tipo T. O. 8 y cuatro para el tipo T. O. 4, de tal modo, que maniobrando una sola palanca, se consigue poner la línea en comunicación con la magneto de la central para la llamada, con el micrófono de la misma o con otra línea.

Las conversaciones simultáneas e independientes que pueden facilitarse con el tipo T. O. 8, son cuatro, y con el tipo T. O. 4, dos, o sea, un máximo de cuatro teléfonos, que pueden funcionar simultáneamente.

La disposición de las llaves permite también transmitir una orden a varios corresponsales a la vez, puesto que pueden colocarse las llaves de tres o más líneas en la misma posición, quedando todas acopladas en derivación con la central, facilitándose así la transmisión de órdenes circulares; cualidad importante, sobre todo en campaña, por la economía de tiempo que representa.

Una llave de escucha de dos por cuatro direcciones, permite intercalarse a voluntad en los circuitos de conversación de cada par de líneas.

La central puede llamar con llamada magnética o fónica, lo que permite unir a ella cualquier tipo de aparato.

Un conmutador pone a voluntad en el circuito primario una, dos o las tres pilas de que consta la batería, para usarlas convenientemente en el circuito del micrófono, según la resistencia y condiciones de la línea telefónica, o bien, intercalándolas en el circuito del zumbador, que generalmente necesita más pilas. El conmutador está colocado de tal manera, que actúa de distribuidor automático, pues al cerrar la

tapa deja las pilas fuera de circuito, en evitación de que por un descuido se gasten inútilmente. La conexión de los tres elementos que forman batería se efectúa por medio de resortes hábilmente dispuestos, de modo tal, que la conexión se verifica en la forma debida, cualquiera que sea la forma en que se introduzca el elemento de pila seca. De esta manera puede cambiarla el soldado más inexperto sin necesidad de conocer los polos de los elementos ni el modo de conectarlos. Con el fin de hacer más perceptibles las llamadas a los telefonistas, las pilas pueden intercalarse a voluntad por medio de una llave en el circuito de las trampillas, con lo cual al caer una de éstas se cierra el circuito del zumbador o se enciende una lámpara de cuatro voltios, avisando al telefonista que una línea llama.

El brillo de la lámpara se emplea también como indicador del estado de la batería en total y de cada uno de sus elementos, pues bastará maniobrar el conmutador sobre cada uno de los contactos correspondientes a 1, 2 ó 3, elementos para comprobar aproximadamente el estado de cada uno.

Los indicadores están montados normalmente en derivación para que puedan ser empleados como indicadores de llamada y fin de conversación; pero por medio de una palanca se pueden aislar, y en este caso probar una línea valiéndose de la magneto y del timbre en serie con ella, como galvanómetro; si la línea está bien, el timbre sonará y la resistencia de la magneto al movimiento será leve; si la línea está cortada, no sonará el timbre y la magneto no ofrecerá resistencia apreciable, y si la línea está cruzada o puesta a tierra, sonará el timbre con intensidad y la magneto ofrecerá considerable resistencia al movimiento.

Para telegrafiar valiéndose del zumbador, bastará colocar la batería en el circuito de éste y las llaves correspondientes a la línea con la cual se quiere telegrafiar, en la posición de zumbador; los signos Morse pueden transmitirse entonces por el pulsador y ser recibidos en el extremo de la línea por un teléfono cualquiera.

La central está construída para línea de doble hilo, pero estableciendo tomas de tierra, puede usarse con línea sencilla.

Las protecciones contra las corrientes exteriores están formadas por fusibles en tubo de vidrio y descargadores sobre una placa de tierra.

La sustitución de un fusible se hace aflojando los tornillos imperdibles que permiten levantar parte de la tapa.

Un enchufe de cuatro contactos permite acoplar a la central un microteléfono corriente y derivaciones de los mismos contactos, conectar otros si la clavija no correspondiese al enchufe o se deseara dos escuchas.

Por último, un circuito con un condensador de los microfaradios ha sido unido a dos bornas, mediante las cuales se puede derivar la central de un circuito telegráfico para funcionar con él o sorprender una comunicación.

El peso de la central T. O. 8 es de 10 kilos 750 gramos, y el de la T. O. 4, 8 kilos 250 gramos, lo que permite que pueda ser transportada por un hombre sin esfuerzo, a cuyo fin se las ha dotado de funda de cuero, que puede ser llevada como mochila si es preciso.

PRUEBAS EFECTUADAS

Se procedió en primer lugar a un detenido análisis de sus elementos, habiendo comprobado la sencillez y resistencia de los mismos, que los hace muy apropiados para el fin a que se les destina.

Empalmadas a las centrales tantas líneas de campaña como números tienen sus estaciones terminales de distintos modelos, se comprobó el perfecto funcionamiento

de las mismas. Se hicieron también pruebas con fuerzas del Regimiento de Telégrafos, con el mismo resultado, tanto cuando se montaban dobles líneas como cuando se operaba con línea sencilla y vuelta por tierra.

En todas las pruebas efectuadas se comprobó la sencillez y el rápido manejo que con dichas centrales se alcanza, la seguridad en el establecimiento de las comunicaciones, el perfecto aislamiento de sus órganos de comunicación, la claridad de las comunicaciones establecidas y la carencia absoluta de interferencias de unas comunicaciones con otras.

Estas cualidades, unidas al poco peso y volumen de los aparatos examinados, y a la solidez de los mismos, los hacen sumamente útiles para el uso de campaña, donde se sentía la necesidad de disponer de centrales para el servicio, pues en materia de aparatos telefónicos, estaba cubierta la atención con los distintos modelos en uso; pero no sucedía lo mismo en lo que se refiere a centrales, de las que se carecía en absoluto de modelos apropiados, recurriendo para efectuar el servicio al empleo de cuadros «standart» corrientes, pues si bien llenan el cometido de establecer las comunicaciones, carecen de las condiciones especiales que deben exigirse a los aparatos de campaña, que han de ser fácilmente transportables y no tener cordones y otros órganos impropios para ser mantenidos a la intemperie o en lugares poco abrigados.

Los detalles de construcción son sumamente esmerados, y lo único que hay que lamentar es que no sean de fabricación nacional, por lo cual esta Junta se permite opinar que, caso que la superioridad adoptase estas centrales, han de construirse por la industria española en su totalidad, verificándolo mediante una inspección de fabricación.

Por informaciones recogidas tenemos noticias de que la casa constructora está montando talleres para dedicarse a esa fabricación en Getafe, emprendida la cual, además de llenarse la condición referida, se logrará alguna economía de adquisición, una vez suprimidos los gastos de transporte, derechos de aduanas y las oscilaciones del cambio de la moneda; es además condición necesaria para la seguridad de la defensa nacional.

En resumen: en la parte técnica, las estaciones centrales T. O. son excelentes y únicamente convendría en ellas las siguientes modificaciones:

1.^a Que el enchufe del microteléfono sea simétrico, colocando, por ejemplo, los dos contactos centrales para el micrófono, y los dos extremos para el teléfono. De esta manera se puede hacer el enchufe sin necesidad de ver las iniciales *TM* que actualmente llevan.

2.^a Convendría, además, fuesen pavonadas las chapas, que actualmente están niqueladas, para evitar oxidaciones y reflejos.

3.^a Que en cada central se acompañe una pizarra o plancha de celuloide, con objeto de hacer sobre ella las anotaciones que indiquen a qué estación corresponal corresponde cada uno de los números.

4.^a Que las cajas, que actualmente son de madera, se hagan de aluminio.

5.^a Que el estuche de cuero se abra en la misma forma que las centrales, con objeto de poder funcionar con ella sin sacarlas del mismo.

Es de absoluta necesidad también que se construyan centrales de doce números, por ser muchas las unidades que no tienen suficiente con las actuales centrales de ocho números. Estas centrales de doce números es suficiente que permitan establecer cuatro comunicaciones simultáneas (o sea ocho teléfonos actuando) en la misma forma que las centrales de hoy.

PRUEBAS DE TRANSPORTE

Se han realizado en diferentes días, unas de carreteo y otras de conducción a lomo, y tanto una como otras, en condiciones francamente desfavorables para los aparatos, por no contar con medios para acomodarlos en debida forma, marchando tanto el carro como el caballo de carga a aires movidos y violentos por toda clase de terreno, sin que se observasen desperfectos ni averías de clase alguna en el conjunto del aparato ni en ninguno de sus órganos, funcionando después de esas pruebas con normalidad.

Para la conducción a lomo se dispuso la central en cada caso, ensayada sobre una tabla colocada ligera y provisionalmente en la armadura de un cubo de un baste de ametralladoras, sujetándose mediante unas correas. No obstante este dispositivo, puramente de fortuna, las centrales, sometidas a movimientos perjudiciales (que desaparecerían una vez estudiada la colocación más conveniente para ellas) rindieron toda su eficacia y servicio, conforme antes queda consignado.

Las pruebas de carreteo se llevaron a cabo, como todas las demás, en los campamentos de Carabanchel y Retamares. Se instaló el estuche de cuero que contiene la central de ocho líneas (que lógicamente es la más delicada), en el alojamiento designado para ellas, en el retrotrén del carro de Plana Mayor del grupo de Artillería ligera que posee la primera Sección de la Escuela Central de Tiro del Ejército, y se efectuaron diferentes recorridos por terreno variado y a los distintos aires, buscando aproximarse a las condiciones naturales de instrucción y carreteo de las baterías de artillería ligera.

El carro citado se compone de avatrén y retrotrén, de montajes rígidos, idéntico en un todo a los carros números uno de los segundos escalones de las baterías ligeras, que están dispuestos a seguir a las piezas por toda clase de terreno. Naturalmente satisfecha la prueba así efectuada, con mayor motivo resultaría vencida en los demás carros reglamentarios en el Ejército, algunos de los cuales cuentan con ballestas y tienen cuatro ruedas.

El alojamiento se preparó con un fondo montado sobre el resorte de acero en espiral, con objeto de amortiguar en pequeña parte la trepidación y golpes que sufrían los aparatos durante el carreteo a aires vivos; estas trepidaciones se evitan también llevando las centrales colgadas valiéndose de sus correas. Se adaptó de manera que no tuviera grandes huelgos, y se procedió a la prueba de carreteo, primeramente efectuando recorridos al paso, cruzando diferentes barrancos, y después al trote, buscando variedad de terreno y, por último, se hizo un recorrido al galope. Ambos días de prueba se montó la central una vez terminados los recorridos, y se comprobó su perfecto funcionamiento con líneas de vuelta, con vueltas por tierra, haciendo llamadas con zumbador y con magneto, respondiendo a todas ellas perfectamente, incluso a la prueba de hablar y llamar a todas las estaciones a un tiempo. Exteriormente no sufrió tampoco desperfecto alguno, si se exceptúan ligeras rozaduras en la caja, ni se desplazó ninguna de las piezas que van desmontadas de sus alojamientos de funcionamiento.

Los resultados de las pruebas de carreteo han sido, pues, completamente favorables a las centrales T. O.

Por todo lo expuesto, esta Ponencia juzga que dichas centrales son las más adecuadas que se conocen para el servicio de las tropas de las distintas Armas, aconsejando desde luego su adopción y que se den las órdenes para empezar su fabricación,

no debiendo adquirirse ya desde este momento más que centrales de estos modelos, con objeto de lograr una unificación, de cuya necesidad es obvio hablar. Al mismo tiempo, si la superioridad lo juzga oportuno, sería conveniente se encargase a los autores que presenten un modelo de central de doce números, con objeto de hacer pruebas con ellas en las unidades que no tienen suficiente con las de ocho.

Las dotaciones podrían ser las siguientes:

Infantería.—La brigada necesita dos centrales de ocho direcciones para unirse:

Al puesto de mando de la dirección, una.

Al centro de información avanzado, una.

A los dos regimientos que la integran, dos.

A las agrupaciones o grupos de artillería de apoyo directo, dos.

A las reservas, dos.

A los observatorios de mando, dos.

A los sostenes de combate de las unidades subordinadas, dos.

A las brigadas de la derecha e izquierda, dos.

Para destacamentos o unidades puestas eventualmente a sus órdenes, dos.

Total direcciones, dieciséis.

El regimiento en el puesto de mando necesita dos centrales de ocho direcciones para unirse:

Con las planas mayores de sus tres batallones, tres.

Con el puesto de mando de la brigada, una.

Con agrupaciones o grupo de artillería de apoyo directo, tres.

Con los observatorios de mando y el puesto de observación, tres.

Con los trenes (de combate y de víveres), dos.

Con las unidades próximas, dos.

Con el centro de información avanzado de la brigada o división, una.

Total direcciones, quince.

La plana mayor del batallón necesita una central de ocho direcciones para unirse:

Con el puesto de mando del regimiento, una.

Con sus cuatro compañías, cuatro.

Con la compañía de ametralladoras, una.

Con el batallón próximo, una.

Con un observatorio, una.

Total direcciones, ocho.

Cada compañía necesita una central de cuatro direcciones para unirse con sus secciones y con la plana mayor del batallón.

En resumen: un regimiento de Infantería a tres batallones, necesita en campaña una dotación de cinco centrales de ocho y quince de cuatro direcciones.

Caballería.—Este Arma, para los casos *circunstanciales* (seguridad en estación, acantonamiento, combates defensivos de larga duración, etc.), necesita una central de cuatro direcciones en los regimientos y una de ocho en los cuarteles generales de las brigadas independientes. La central regimental afecta a la plana mayor permitirá unirse con las planas mayores de grupos de escuadrones, con la plana mayor de la brigada y con otras tropas, o con el tren regimental, puesto de curación, algún ascuadrón en servicio o misión determinada, etc. La central de brigada afecta al cuartel general de esta gran unidad servirá para relacionar entre sí y con ellas las planas mayores regimentales: artillería de apoyo directo, cuartel general de la división, observatorios, servicios, etc.

Estas centrales irán conducidas a caballo, sobre uno de mano, debidamente acondicionadas en cajas a propósito (que contendrían también elementos accesorios, herramientas, pilas de repuesto, etc.), en carga lateral conveniente repartida con los carretes de hilo telefónico, llevando de sobrecarga durante los recorridos, y solo para el transporte, el aparato de tendido «Sánchez Amieba».

Artillería.—La plana mayor de brigada necesita una central de doce direcciones para comunicar con: agrupación ligera; agrupación pegada; grupos de posición; observatorios avanzados; parque divisionario; brigadas de la derecha e izquierda; emplazamiento de la estación radio; servicio de información; globo o aeronáutica, y, por último, general de la división.

La plana mayor de regimiento o agrupación necesita una central de ocho direcciones para comunicar con: los tres grupos; observatorio de vigilancia; tropas a que apoyan; globo o aeronáutica; estación radio, y general de la brigada.

La plana mayor de grupo de artillería necesita una central de doce direcciones para comunicar con: las tres baterías; observatorio; columna de comunicaciones; estación radio; con el globo; con grupos vecinos; con las tropas a que apoyan, y con el jefe de la agrupación.

El puesto de mando de batería necesita una central de ocho direcciones para comunicar con: asentamiento de las piezas; observatorio de derecha e izquierda; jefe de grupo; segundo escalón; estación radio del grupo cuando tire con observación aérea, y, por último, con la infantería que apoya.

Ingenieros.—Regimiento de Zapadores, necesita una central de ocho números en plana mayor, y una de cuatro números por cada batallón.

Regimiento de Pontoneros, necesita una central de cuatro números por cada compañía.

Regimiento de Ferrocarriles, necesita una central de cuatro números por cada compañía.

Batallón de alumbrado, necesita una central de cuatro números por cada unidad.

Batallón de Aerostación, necesita una central de cuatro números por cada unidad.

Y no habiendo más asuntos de que tratar, se levantó la sesión.—El capitán Secretario, *Alejandro Llamas*.—V.º B.º El coronel, Presidente, *Lamela*.

Sección de Justicia y Asuntos generales.

CENTRALES TELEFÓNICAS DE CAMPAÑA.—*Circular.*—De acuerdo con lo informado por el Estado Mayor Central del Ejército, se resuelve lo siguiente:

Primero.—Se declaran reglamentarias para su aplicación a las necesidades militares de todas las armas y cuerpos del Ejército, las Centrales telefónicas de campaña tipos T. O. 4 y T. O. 8, de cuatro y de ocho direcciones, respectivamente, proyectadas por el comandante de Ingenieros D. Joaquín Tarazona Aviñón y capitán del mismo Cuerpo D. Eugenio de Ondovilla Sotés.

Segundo.—Se invitará a los mencionados autores a que procedan al inmediato estudio de las modificaciones que sea necesario introducir para llegar a la construcción de centrales del mismo tipo de 12,20 y 30 direcciones, presentando los correspondientes modelos para su estudio y ensayo por la Comisión de experiencias del Material de Ingenieros.

Tercero.—Las dotaciones de las centrales de cuatro y ocho direcciones en las unidades de las distintas Armas, serán las que se propongan en el Reglamento de enlace y transmisiones que en la actualidad redacta una Junta mixta del Estado Mayor Central y de la Comisión de táctica,

Cuarto.—El Centro Electrotécnico y de Comunicaciones quedará encargado de la adquisición y suministro del material a que se hace referencia para todas las Armas y Cuerpos, de acuerdo con las necesidades que para las distintas unidades de aquéllos deberá manifestar el Estado Mayor Central, por formar parte el mencionado material del de transmisiones, cuyo abastecimiento en campaña debe corresponder a los Servicios de Ingenieros.

Se hace presente haberse visto con agrado el celo, laboriosidad y competencia demostrados por el jefe y oficial citados, que con tan gran acierto han dado solución al problema de disponer de centrales telefónicas tipo militar, de las que hasta la fecha se carecía.

Real orden de 26 de septiembre de 1925.—El general encargado del despacho,
Duque de Tetuán.

