



AÑO LXXI

MADRID.—OCTUBRE DE 1916.

NÚM. X

RELACION DE LA HIPERGEOMETRIA CON LA MECANICA CELESTE

Las recientes investigaciones sobre el movimiento de las estrellas, comienzan a sentar las bases de la cinemática estelar, ciencia incipiente en la actualidad y cuyo desarrollo ha de preceder necesariamente al nacimiento de la dinámica estelar y a la resolución del grandioso problema del conocimiento de la arquitectura del Universo.

Por lo poco que hasta ahora se ha podido observar acerca de los movimientos de las estrellas, sus direcciones y velocidades, la única consecuencia que parece deducirse acerca de la naturaleza de las fuerzas que las impulsan, es que éstas no son de las llamadas newtonianas y, por lo tanto, no obedecen a la ley, hasta ahora tenida por universal, de la gravitación (1). Aparte de esto, aun dentro de nuestro sistema solar, se han

(1) La excesiva rapidez del movimiento de traslación de algunas estrellas, que ha llegado a apreciarse hasta de 325 kilómetros por segundo según observaciones hechas en el Observatorio de Mount Wilson (E. U.), lo que excede con mucho a la velocidad de 40 kilómetros por segundo calculada por Newcomb como límite de la que puede alcanzar un cuerpo sometido a la gravitación; el hecho de que la velocidad de las estrellas esté en relación con su edad; la distribución de sus movimientos en dos corrientes opuestas; la ausencia de centros atractivos capaces de causar estos movimientos, y otros fenómenos observados, difícilmente explicables por la ley newtoniana, demuestran que las estrellas están en cierto modo fuera de la ley de la gravitación.

notado en el movimiento de los planetas, anomalías incompatibles con la exactitud de la ley newtoniana de la gravitación, fuerza cuya naturaleza permanece en el misterio a pesar de las muchas teorías con que se ha intentado explicarla, de las cuales ninguna ha podido ser admitida como satisfactoria.

La mecánica estelar, probablemente, está también llamada a resolver en definitiva el pleito entre las geometrías euclídeana y no euclídeanas y a decidir sobre la tan discutida realidad del espacio de más de tres dimensiones, puesto que en esta ciencia, donde se estudian los movimientos de los cuerpos en las mayores extensiones posibles del espacio, es donde principalmente las propiedades de éste han de ser reveladas, pudiendo entonces decidirse si el espacio ocupado por nuestro Universo es recto o euclídeano o curvo, en cuyo caso estará seguramente comprendido dentro de una extensión de orden superior.

La posibilidad de que exista una extensión exterior al espacio que nos rodea no puede ser negada por otras razones de más fundamento que las que podría presentar la humanidad, si careciera del sentido de la vista, para negar la existencia de la luz. El hombre, sólo puede percibir sensaciones que provengan del espacio de tres dimensiones que ocupa el éter y, por lo tanto, le es imposible imaginar que la extensión pueda desarrollarse en otras direcciones distintas de las que sus sentidos le revelan, pero su inteligencia le demuestra que, existiendo las extensiones de una, dos y tres dimensiones y no habiendo razones que nieguen la existencia de otras de órdenes superiores, es perfectamente lógico que esas extensiones, naturalmente incomprensibles para nosotros, existan también, habiéndose llegado a calcular la geometría de n dimensiones, aunque únicamente como un alarde de la inteligencia humana que se siente capaz de determinar las propiedades geométricas de un mundo inaccesible a la imaginación y reconociéndose que este estudio no puede tener ninguna aplicación práctica, puesto que el mundo físico a que pertenecemos se desarrolla totalmente en un espacio de tres dimensiones independientemente de que haya o no una extensión exterior o hiperespacio, con el que, si existe, carecemos de todo medio de relación. Esta es la opinión generalmente admitida por las personas que se han dedicado al estudio de la geometría de n dimensiones o hipergeometría.

El objeto de este estudio es presentar las razones con que creemos se puede demostrar que, por el contrario, el mundo físico conocido está directamente relacionado con el hiperespacio, hasta el punto de que su existencia sería imposible si se redujeran a tres las dimensiones de la extensión. Para ello deduciremos las consecuencias que lógicamente se desprenden de la existencia del hiperespacio, haciendo notar la confor-

midad de ellas con los fenómenos observados en el mundo físico, la mayor parte de los cuales carecen de explicación satisfactoria si no se suponen más de tres dimensiones a la extensión.

I

Admitido que el espacio ocupado por el éter está situado dentro de una extensión exterior, podemos preguntarnos qué forma tendrá aquél y si estará en reposo o movimiento. La contestación lógica es que la forma del espacio etéreo debe ser la que le determinen las fuerzas que sobre él actúen, y respecto a la segunda parte, no existiendo en todo el universo conocido elemento integrante ni reunión de ellos que esté en reposo absoluto, tanto en rotación como en traslación, es racional que tampoco lo esté el conjunto total del universo de tres dimensiones dentro del hiperespacio, pudiéndose afirmar que el espacio etéreo debe estar animado de movimiento de rotación y de traslación describiendo una órbita desconocida. El movimiento de traslación no puede producir fuerzas de inercia apreciables en nuestro universo, pero el de rotación engendrará fuerzas centrífugas en todas las masas sumergidas en el espacio etéreo, pudiéndose deducir de esto su forma y los movimientos de aquéllas dentro del espacio.

Aunque la naturaleza del éter es desconocida, no lo son algunas de sus propiedades como el ser extremadamente elástico, imponderable y no ofrecer resistencia al movimiento de las masas sumergidas, o quizá apoyadas, en él. Estas propiedades bastan para determinar la forma del espacio etéreo supuesto en movimiento de rotación, pero, antes de estudiar este problema de hipergeometría y de dinámica de cuatro dimensiones, resolveremos el análogo en el espacio de tres dimensiones cuya solución, al alcance de nuestra imaginación, nos mostrará el camino que habrá que seguir para resolver el primero por medio del cálculo al entrar en el terreno inconcebible de la hipergeometría.

Según esto, el problema que habrá que resolver primeramente es el siguiente:

Determinar la forma que adoptará una superficie elástica e imponderable que contenga un número indefinido de masas repartidas en su extensión, al girar alrededor de una recta que pase por su centro de inercia y movimientos que tomarán estas masas supuestas libres de moverse sin rozamiento en dicha superficie.

Si el número de masas situadas en la superficie es tan grande que pueda suponerse la materia repartida de un modo uniforme y continuo en

toda ella, la superficie, sometida a extensión por la fuerza centrífuga de las masas, tomará, al girar, la forma de un elipsoide de revolución achatado y cada una de las masas m seguirá la dirección e intensidad de la velocidad tangencial correspondiente al sitio en que estuvieran al iniciarse el giro, describiendo una línea geodésica de la superficie con velocidad uniforme en movimiento absoluto (fig. 1) y una curva que presenta puntos de retroceso simétricos con el ecuador (fig. 2), con relación a la superficie giratoria. Además, si descomponemos la fuerza centrífuga F_c (fig. 3), de cada masa, desarrollada al iniciarse el giro del conjunto, en dos direcciones: una F_t tangencial, según el meridiano, y otra F_n , normal a la superficie, la primera componente será la que producirá el momento de la masa y la segunda originará una deformación en la super-

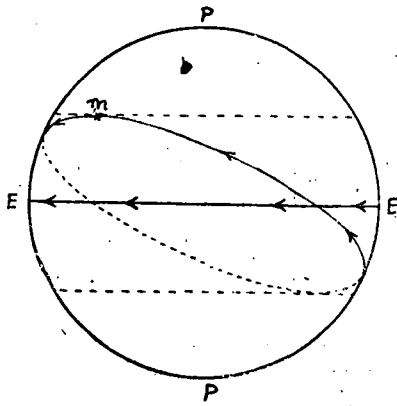


Fig. 1.

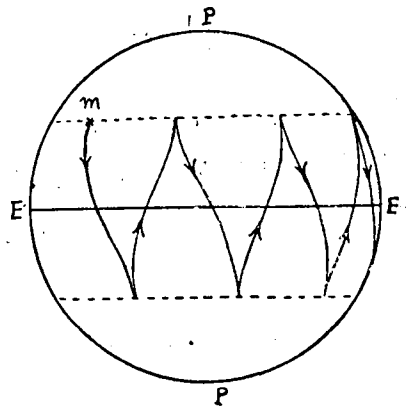


Fig. 2.

ficie elástica, una protuberancia hacia el exterior del elipsoide, cuyas secciones por planos perpendiculares a F_n serán circunferencias en las que debe haber equilibrio entre F_n y la resultante de los esfuerzos de extensión de la superficie en toda la longitud de la sección que se considere.

Si suponemos la curvatura de la superficie lo suficientemente pequeña para que pueda ser considerada como plana en el sitio donde se produce la deformación, y llamamos m a la masa considerada; t , al esfuerzo de extensión por unidad lineal de la superficie; r , el radio de la sección, y α el ángulo de t con F_n , tendremos:

$$F_n = 2 \pi r t \cos \alpha$$

pero, siendo ω la velocidad angular de la superficie, ρ la distancia al eje

de la masa m y δ el ángulo de F_n con F_c , o declinación de m , $F_n = m \omega^2 \rho \cos \delta$, de donde:

$$\cos \alpha = \frac{m \omega^2 \rho \cos \delta}{2 \pi r t}$$

Si existe otra masa m' en la parte deformada por la masa m , su fuerza $F_{n'}$ se puede descomponer en otras dos: una F'_{nn} , normal a la superficie deformada que producirá una nueva deformación, y otra F'_{nt} , tangencial hacia m , cuyo valor será:

$$F'_{nt} = F'_{n'} \cos \alpha = m' \omega^2 \rho \cos \delta \cos \alpha = \frac{\omega^4 \rho^2 \cos^2 \delta}{2 \pi t} \frac{m m'}{r}$$

La deformación correspondiente a m' originará en m otra componen-

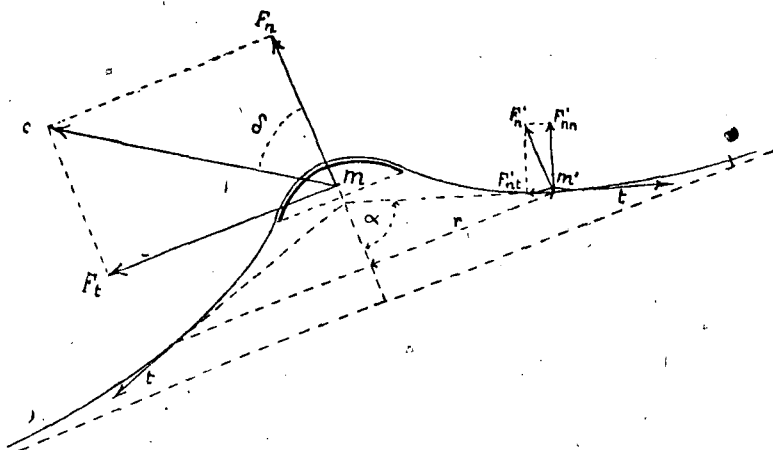


Fig. 3.

te igual, resultando que, si la distancia r es suficientemente pequeña para que no sean apreciables las variaciones de δ y ρ y la curvatura de la deformación, aparecerá que las masas m y m' se atraen en razón directa de sus masas e inversa de la distancia que las separe. A distancias mayores esta atracción aparente irá disminuyendo más rápidamente de lo que correspondería a la regla anterior hasta llegar a anularse como se vé en la figura 4. La distancia a que se anularía la atracción estaría determinada por la fórmula

$$r^2 = \frac{m \omega^2 \rho \rho' \cos \delta}{2 \pi t},$$

siendo ρ' el radio de curvatura.

Cada masa, al describir en su movimiento la línea geodésica de la superficie, tendrá que cortar dos veces al ecuador, lo que originará una acumulación de materia en las proximidades de esta línea, dando lugar a choques oblicuos de unas masas con otras, en los que las más próximas al ecuador tendrán mayor velocidad. Estos choques entre los elementos de masa producirán una serie de torbellinos de materia que girarán en el mismo sentido que la superficie en los que, combinándose la fuerza atractiva aparente con la centrífuga, se formará un núcleo rodea-

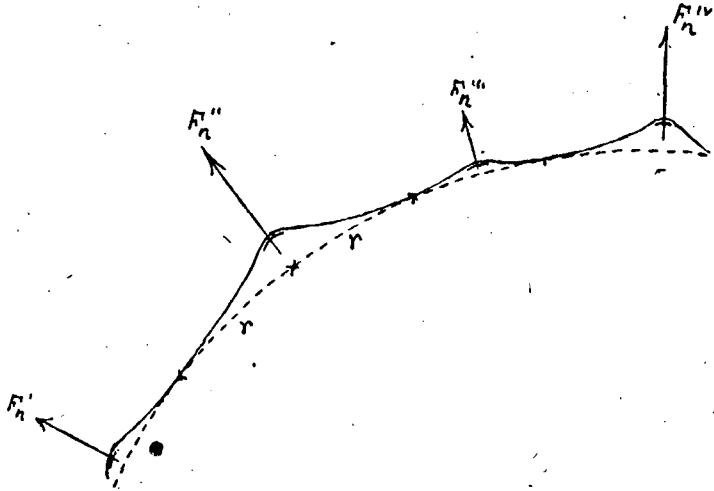


Fig. 4.

do de masas girando alrededor de él, las cuales, a su vez, pueden ser núcleos de otros sistemas.

A medida que los choques fueran siendo más numerosos, la acumulación de materia en el ecuador y, por lo tanto, el achatamiento del elipsoide iría aumentando hasta convertirse en un círculo, cuando todas las masas estuvieran condensadas en la misma línea.

Estos sistemas lo mismo se formarían en las grandes acumulaciones de materia que entre los elementos de ella, con la diferencia de que en estos últimos, la velocidad angular sería mucho mayor que en las primeras, dando lugar, por la rápida traslación circular de la deformación que

los elementos de masa producen en la superficie, a vibraciones transversales y normales de ella, que se propagarán siguiendo la extensión de la superficie aunque perdiendo en intensidad proporcionalmente a la distancia y al encontrar otras masas cuya inercia sea un obstáculo para la propagación.

En el interior de una masa de densidad constante la curvatura de la superficie también lo sería, tomando por lo tanto la forma de un casquete esférico, lo que es fácil de demostrar analíticamente, y si la densidad es tan pequeña que los elementos de materia resulten separados unos de otros por distancias que relativamente a sus masas sean lo suficientemente grandes para que la atracción esté próxima a anularse, podrá darse el caso de que la fuerza centrífuga desarrollada en sus movimientos de traslación alrededor de los núcleos respectivos llegue a preponderar sobre la atracción, y la materia tenderá a disgregarse tanto más cuanto mayor sea la velocidad de los movimientos giratorios de sus elementos. Para una densidad de materia

$$= \frac{m}{\pi r^2} = \frac{2t}{\omega^2 \rho \rho' \cos \delta},$$

los elementos de masa no sufrirían ninguna atracción entre sí, aun estando en reposo y, por lo tanto, sin sufrir la acción de la fuerza centrífuga.

En resumen, la solución del problema propuesto, será la siguiente:

1. La forma general de la superficie será la de un elipsoide de revolución achatado.

2. Las acumulaciones y elementos materiales se atraerán aparentemente hasta una cierta distancia en razón directa de sus masas e inversa de la distancia que las separe.

3. Se formarán una serie de sistemas, compuestos de un núcleo central, alrededor del cual giren otras masas que a su vez podrán ser núcleos de sistemas secundarios.

4. Además de los anteriores movimientos, cada masa tendrá otro de traslación, describiendo con velocidad uniforme una línea geodésica de la superficie en movimiento absoluto, cuyo movimiento, con relación a la rotación de la superficie, sigue una curva oblicua al ecuador en sentido contrario a la rotación presentando puntos de retroceso en paralelos simétricos.

5. Se formará una acumulación de masas en los alrededores del ecuador que irá aumentando a medida que los choques entre ellas se hagan más frecuentes.

6. Las masas muy distantes o la materia muy disgregada pueden no atraerse entre sí las primeras ni los elementos integrantes de la segunda, cuando la distancia o la fuerza centrífuga de sus movimientos de giro sea suficientemente grande.

II

Pasemos ahora al problema análogo en la geometría y dinámica de cuatro dimensiones teniendo en cuenta las dos diferencias esenciales que existen entre los movimientos de rotación en tres y cuatro dimensiones que consisten en que estos últimos se verifican alrededor de un plano en lugar de una recta-eje, y que la rotación puede ser doble alrededor de dos planos absolutamente perpendiculares entre sí (o sea que cada uno de ellos se proyecte totalmente en un punto del otro), no siendo posible componer estas rotaciones para dar una resultante única como ocurre en tres dimensiones.

El problema, por lo tanto, se puede enunciar así:

Determinar la forma que adoptará un espacio elástico e imponderable que contenga un número indefinido de masas repartidas en toda su extensión al girar doblemente alrededor de dos planos-ejes absolutamente perpendiculares cuya intersección sea su centro de inercia (1) y movimientos que tomarán estas masas supuestas libres de moverse sin rozamiento en dicho espacio.

Haciendo las mismas hipótesis que anteriormente, deduciremos que la forma general que tomará el espacio elástico es el de una hipersuperficie elipsoidal de doble revolución (volumen curvo y cerrado cuyo contenido es un hiperelipsoide de doble revolución), cuyos cuatro ejes son iguales dos a dos. Refiriendo esta hipersuperficie a un sistema de cuatro espacios perpendiculares que se corten en su centro, su ecuación será:

$$\frac{x_1^2 + x_2^2}{A^2} + \frac{x_3^2 + x_4^2}{B^2} = 1.$$

Sus intercepciones con los cuatro espacios coordenados son cuatro superficies elipsoidales de revolución, dos achatadas y dos alargadas, cuyas ecuaciones serán:

(1) La intersección de dos planos absolutamente perpendiculares es un punto.

$$\frac{x_1^2 + x_2^2}{A^2} + \frac{x_3^2}{B^2} = 1 \qquad \frac{x_1^2 + x_2^2}{A^2} + \frac{x_4^2}{B^2} = 1$$

$$\frac{x_1^2}{A^2} + \frac{x_3^2 + x_4^2}{B^2} = 1 \qquad \frac{x_2^2}{A^2} + \frac{x_3^2 + x_4^2}{B^2} = 1$$

Los dos planos-ejes son los $\alpha_1 = 0 \times \alpha_2 = 0$ y $\alpha_3 = 0 \times \alpha_4 = 0$ y sus intercepciones con la hipersuperficie dan las dos circunferencias:

$$x_1^2 + x_2^2 = A^2 \qquad x_3^2 + x_4^2 = B^2,$$

cada una de estas dos circunferencias es a la vez polo de la rotación alrededor de su plano y ecuador de la otra y por estar situadas, en planos absolutamente perpendiculares, no pueden estar contenidas en el mismo espacio recto.

Las masas situadas en cualquier punto de la hipersuperficie sufrirán la acción de dos fuerzas centrífugas cuya resultante se puede descomponer en dos direcciones: una tangencial y otra normal a la hipersuperficie; la primera obligará a la masa a moverse describiendo una geodésica en movimiento absoluto como en el caso anterior, y, para las masas próximas al ecuador de una de las rotaciones, el movimiento sería aparentemente como si la línea ecuatorial ejerciera una atracción $Ft = m \omega^2 \rho \sin \delta$ como en el caso anterior, por ser despreciable la fuerza centrífuga debida a la otra rotación por la proximidad a la línea-polo. Esta fórmula se puede simplificar por la pequeñez de δ y establecer que las masas próximas a cada uno de los ecuadores serían atraídas por éstos en razón directa de la distancia; en estas condiciones sabemos por la dinámica que los cuerpos describen elipses cuyo centro estará en el ecuador y cuyo plano será normal a esta línea. Esta solución sólo es aproximada porque en realidad la trayectoria descrita, aun no teniendo en cuenta más que una rotación y refiriéndonos a un sistema de ejes que gire con la hipersuperficie, será una línea mucho más complicada, especie de hélice elíptica cuyo eje sería la línea-ecuador, recorrida en sentido opuesto a la rotación del espacio y con paso periódicamente variable que se anularía en puntos equidistantes del eje correspondientes a los puntos de retroceso de la curva análoga del problema anterior (fig. 5).

Como en el caso de la superficie elástica, la componente normal al espacio o hipersuperficie producirá una deformación transversalmente

a sus tres dimensiones, que, cortada por el plano determinado por la fuerza F_c y el centro de la hipersuperficie, dará una sección lineal como la de la figura 3, pudiendo aplicarse el mismo cálculo con la diferencia de que t sería el esfuerzo de extensión por unidad superficial y las secciones por espacios paralelos entre sí y perpendiculares a F_n serían superficies esféricas en lugar de circunferencias, en todos los puntos de las cuales habría equilibrio entre F_n y la resultante del esfuerzo de exten-

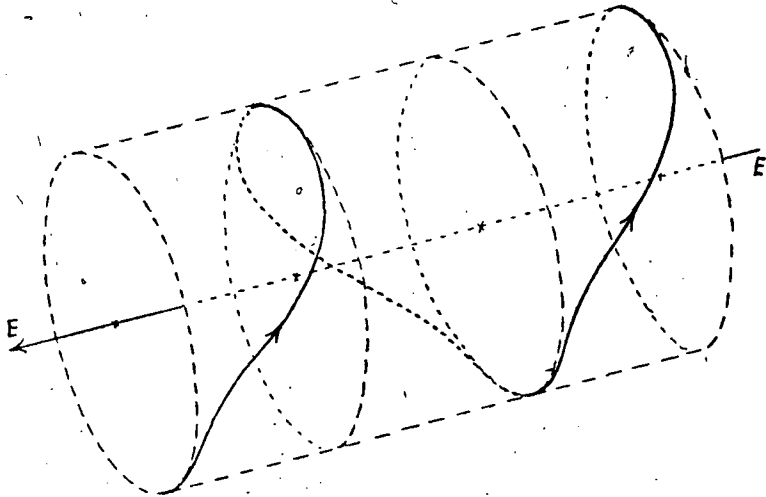


Fig. 5.

sión en la superficie esférica considerada. La dirección del esfuerzo de extensión en cada punto de ella es exterior al espacio que contiene a esta sección y forma con F_n un mismo ángulo α , por lo tanto la ecuación será:

$$F_n = 4 \pi r^2 t \cos \alpha = m \omega^2 \rho \cos \delta \quad F'_n t = m' \omega^2 \rho \cos \delta \cos \alpha =$$

$$= \frac{\omega^4 \rho^2 \cos^2 \delta}{4 \pi t} \frac{m m'}{r^2} = G \frac{m m'}{r^2}.$$

Esta componente de la fuerza centrífuga, aparentemente atractiva entre m y m' , sería proporcional directamente a las masas e inversamente al cuadrado de la distancia que las separe. El coeficiente G , que podemos llamar de gravitación, sería constante para los puntos cuya declinación δ fuera la misma.

Análogas consecuencias a las deducidas en el problema anterior se pueden obtener para éste respecto a la formación de torbellinos al precipitarse la materia a los dos ecuadores, resolviéndose en sistemas planetarios cuyo movimiento de rotación al formarse sería tal que la parte más próxima al ecuador correspondiente se movería en el mismo sentido de la rotación de él. También es aplicable el cálculo de la distancia máxima a que puede llegar la acción atractiva aparente de una masa m con sólo tener en cuenta el nuevo valor de $\cos \alpha$ lo que nos dá:

$$r^3 = \frac{m \omega^2 \rho \rho' \cos \delta}{4 \pi t},$$

y la densidad de un cuerpo para que se anule la cohesión entre sus elementos, aun estando éstos en reposo, sería:

$$\frac{3}{4} \frac{m}{\pi r^3} = \frac{3 t}{\omega^2 \rho \rho' \cos \delta}.$$

Como se vé en estas fórmulas, el límite de separación entre las masas en el cual se anula la fuerza atractiva depende del valor del radio de curvatura de la hipersuperficie en el punto considerado, resultando que la atracción será menor, igual o mayor que la correspondiente a la ley del cuadrado de la distancia, según que el radio de curvatura sea positivo, infinito o negativo, considerándolo positivo si está dirigido hacia el plano-eje y negativo en el caso contrario. Como en cada punto la curvatura puede ser distinta según la dirección en que se considere, también podrá variar la cohesión y la ley del decrecimiento atractivo con la distancia.

En la dirección de una masa m (fig. 6) la deformación del espacio es de curvatura negativa y, por lo tanto, la atracción entre otras masas más pequeñas (m' y m'') será mayor que la que corresponde a la ley del cuadrado, por ser convergentes las fuerzas F_{nm} , y en el sentido transversal a esta dirección (masas m'' y m''') será menor, por ser divergentes dichas fuerzas.

Conforme se dijo en el problema anterior, el espacio elástico transmitiría las vibraciones producidas por los rápidos movimientos giratorios de los elementos materiales en ondulaciones transversales y normales a la hipersuperficie que decrecerían en intensidad en razón al cuadrado de la distancia y al encontrar a otras masas cuya inercia absorbería estas vibraciones.

Podemos, pues, resumir la solución del problema en las siguientes consecuencias:

1. La forma general del espacio será la de una hipersuperficie de doble revolución.
2. Las acumulaciones y elementos materiales se atraerán aparentemente hasta una cierta distancia en razón directa de sus masas e inversa del cuadrado de la distancia.
3. Se formará una serie de sistemas compuestos de un núcleo central alrededor del cual girarán otras masas que a su vez pueden ser núcleos de otros sistemas secundarios.
4. Además de los anteriores movimientos, cada masa tendrá otro de

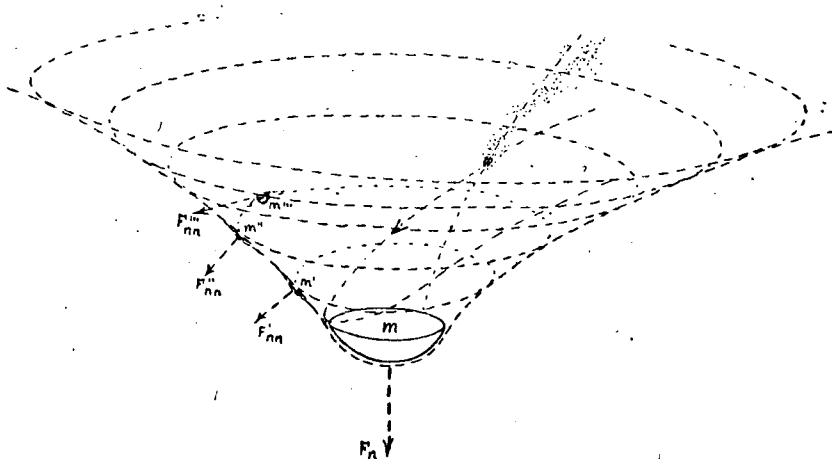


Fig. 6.

traslación describiendo con velocidad uniforme una línea geodésica de la hipersuperficie en movimiento absoluto, cuyo movimiento con relación a la rotación del espacio en las proximidades de cada uno de los dos ecuadores es aproximadamente elíptico, teniendo por centro el punto en que su plano corte al ecuador. Aparentemente, cada ecuador ejercería una acción atractiva que en sus inmediaciones sería directamente proporcional a la distancia y a la masa.

5. Se formará una acumulación de masas en las inmediaciones de los dos ecuadores que irá aumentando a medida que los choques sean más frecuentes.

6. Las masas muy distantes o la materia muy enrarecida no obedecen exactamente a la ley atractiva del número 2, pudiendo en algunos casos no atraerse cuando la distancia o la fuerza centrífuga de sus movi-

mientos de giro sea suficientemente grande. La distancia a que se anula la fuerza atractiva, es variable según la dirección en que se considere.

Veamos ahora cómo estas consecuencias se relacionan con los fenómenos observados en el Universo:

1. La observación de algunos astrónomos que han encontrado semejanza de forma entre las constelaciones más remotas y las más cercanas, pudiera constituir una prueba de la curvatura del espacio, siendo en este caso unas y otras constelaciones, imágenes de la misma, cuyos rayos luminosos llegarían a nuestros ojos siguiendo en ambos sentidos una línea geodésica del espacio después de haberlo rodeado por completo; sin embargo, la inmensidad de las dimensiones del espacio hace poco probable que esta semejanza, si se comprobase, sea debida a la curvatura del espacio. De todos modos, aunque no exista prueba de la curvatura, tampoco la hay en contra, con tal de que el radio sea suficientemente grande.

2. Las leyes de la gravitación universal quedan explicadas en la segunda consecuencia con sus propiedades peculiares de propagarse instantáneamente y sin sufrir modificación a través de cualquier materia que se interponga.

3. La tercera consecuencia está de completo acuerdo con la hipótesis cosmogónica de Laplace, las leyes de Kepler y las teorías modernas sobre la constitución de la materia por electrones girando alrededor de iones. Las vibraciones trasversales y normales del espacio etéreo, explican la propagación de la energía luminosa y electro-magnética, pudiendo las ondas normales, o en el sentido de la cuarta dimensión del éter, originar modificaciones locales en la curvatura del espacio que darían lugar a los fenómenos de las atracciones o repulsiones electro-magnéticas.

4. Las velocidades de algunas estrellas mucho mayores de lo que correspondería si obedeciesen a la gravitación, sus movimientos en dos corrientes opuestas situadas en el plano de la Vía Láctea, según las observaciones de Kapteyn, o según elipses muy alargadas cuyo eje mayor está en este plano según observaciones posteriores, sin que haya podido notarse la presencia de ningún centro atractivo que produzca estos movimientos, quedarían explicados por la consecuencia cuarta.

5. La siguiente consecuencia concuerda perfectamente con las dos acumulaciones de materia que se observan en el Universo: una de estrellas en la Vía Láctea y otra de materia disgregada que forma el sistema de nebulosas que parece independiente del anterior. Teniendo el espacio dos ecuadores que corresponden a dos movimientos de rotación distintos, de radio y velocidad angular diferentes, el ecuador que corresponda a la mayor fuerza centrífuga, quedará rodeado de masas en que la atracción

aparente y la cohesión de la materia será mayor, formándose así el conjunto de estrellas que constituyen la Vía Láctea. En cambio, la materia

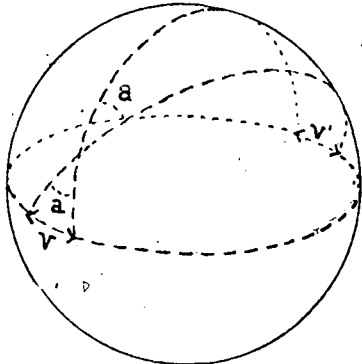


Fig. 7.

acumulada en el ecuador de menor fuerza centrífuga, llegará a un grado menor de condensación y permanecerá en estado de nebulosa del mismo modo que las masas situadas en regiones lejanas del primer ecuador. La región de la Vía Láctea más próxima a nuestro sistema solar v , aparecerá con el mayor brillo y lo mismo debe ocurrir con la diametralmente opuesta v' , cuyos rayos luminosos deben llegar a nuestra vista formando un ángulo a , igual que los de las más próxima, por hacer la curvatura del espacio el efecto de lente convergente (fig. 7). En cambio, en las regiones perpendiculares a esta dirección, debe presentar la Vía Láctea un mínimo de intensidad. Todo esto se observa y se confirma, porque la dirección de las corrientes estelares acusadas por Kapteyn coincide, próximamente, con la dirección de las dos regiones más intensas del ecuador galáctico.

6. Por último, la sexta consecuencia explica en primer lugar la expansión de los gases y los fenómenos del estado radiante de la materia, que al llegar a un cierto grado de enrarecimiento y de calor (o sea fuerza viva interatómica) las trayectorias de los electrones pueden llegar a ser hiperbólicas en lugar de elípticas por debilitación o anulación de la acción atractiva aparente debida a la excesiva separación de los elementos de masa.

Si una cantidad de materia rarificada está situada en la deformación debida a una masa y por lo tanto dentro de su acción atractiva aparente, las partes más próximas a esta masa sufrirán una aceleración mayor que las más separadas, dándose lugar a un alargamiento de la materia que se irá pronunciando al irse acercando al foco de atracción. La cohesión de la materia será mayor en la parte más próxima por ser allí menor el radio de curvatura negativo del espacio, lo que dará lugar a una condensación de la materia o núcleo en esta parte; en cambio, en dirección transversal a la acción atractiva, el radio de curvatura es positivo y decreciente hacia la masa atrayente, originando una rápida disminución de la cohesión en sentido transversal hasta llegar a la disgregación de los elementos de la materia a una distancia del eje longitudinal tanto menor cuanto más próxima esté del extremo anterior

o núcleo; en resumen, la materia enrarecida y atraída por un astro tomará la forma indicada en la figura 6, que es la que se observa en los cometas. La dirección de la cola marcaría la de la línea de máxima pendiente de la deformación del espacio etéreo desviada por la velocidad de traslación del cometa, cuya dirección nunca coincide con la de dicha línea, o sea que los cuerpos no pueden caer en línea recta hacia el centro atractivo, debido a la acción de la fuerza centrífuga complementaria engendrada por la rotación del espacio, lo que también se observa en el movimiento de los astros sin que las leyes de gravitación, por sí solas, puedan dar la explicación.

Las principales objeciones que creemos se pueden oponer a la teoría del espacio elástico y giratorio, son las siguientes:

1.^a Si el espacio fuera curvo y cerrado, un observador situado en él, vería imágenes de todos los focos luminosos situadas aparentemente en puntos simétricos con relación al de vista, de modo que se verían dos soles en puntos opuestos del firmamento.

2.^a Las fórmulas de geometría plana y del espacio no se verificarían exactamente en un espacio curvo.

3.^a La rotación del espacio daría lugar a fenómenos giroscópicos en todos los cuerpos animados de movimiento de rotación.

4.^a Las leyes de Kepler se verifican hasta en los planetas más apartados del Sol, lo que demuestra que la ley de Newton sobre la gravitación, no se modifica con la distancia.

Antes de contestar a todos estos puntos, haremos un ligero cálculo para dar una idea de la inmensidad de las dimensiones que debe tener el Universo, y para mayor sencillez del mismo, ya que en él no pretendemos exactitud sino sólo apreciar aproximadamente el grado de la potencia de 10 que represente la cantidad medida, supondremos el espacio como una hipersuperficie esférica de radio ρ animada de un solo movimiento de rotación de velocidad angular ω y con una densidad de masas Δ uniforme en toda ella.

El equilibrio entre la tensión en una sección meridiana de la hipersuperficie y la resultante de las fuerzas centrífugas de las masas nos dá la ecuación:

$$\Delta \times \pi^2 \rho^3 \times \omega^2 \cdot \frac{\rho}{2} = 4 \pi \rho^2 t \quad (1) \quad t = \frac{\Delta \pi \rho^2 \omega^2}{8}$$

(1) El volumen de la hipersuperficie esférica de radio ρ es $2 \pi^2 \rho^3$.

y sabemos que en el ecuador:

$$\frac{\omega^4 \rho^2}{4 \pi t} = G$$

de donde:

$$\omega^2 = \pi^2 \frac{\Delta \cdot G}{2}$$

Si adoptamos por unidad de longitud el metro, de fuerza el kilogramo y de tiempo el segundo, la densidad de masas en las proximidades de nuestro sistema planetario tiene un valor aproximadamente de $\Delta = 3 \times 10^{-22}$ y la constante de gravitación $G = 6,6 \times 10^{-10}$. Sustituyendo estos valores, resulta para la velocidad angular del espacio un valor $\omega = 10^{-16}$ o sea que tardaría en dar una vuelta unos doscientos millones de años.

Despejando el valor del radio de la hiperesfera de las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\rho = \frac{2 m}{r^2 \pi^2 \Delta \cos \alpha},$$

y si ponemos en lugar de m y r los valores de la masa del Sol y de su radio tendremos:

$$\rho = \frac{2 \times 2 \times 10^{32}}{50 \times 10^{16} \pi^2 \times 3 \times 10^{-22} \cos \alpha} = 3 \frac{10^{32}}{\cos \alpha},$$

y si hacemos $\cos \alpha = 10^{-8}$, con lo cual la curvatura del espacio sería inapreciable aun para los procedimientos de medida más perfeccionados, tendremos para el radio Universo un valor de $\rho = 3 \times 10^{40}$ que es la distancia que recorre la luz en tres cuatrillones de años.

Lo mismo se calcularía que la tensión por metro cuadrado en el éter sería de cien cuatrillones de toneladas y que la cantidad de masa total repartida en el Universo alcanzaría el valor de la centésima potencia de 10 de kilogramos-masa.

Estas dimensiones enormes, aunque perfectamente posibles, demuestran que, aun siendo ciertos los hechos acusados en las objeciones anteriores, no pueden ser comprobados ni por los más perfeccionados instrumentos; así, pues, debe haber una imagen de sol formada por los rayos

luminosos de este astro después de dar la vuelta al espacio, pero esta imagen se formará en el sitio donde estaba hace varios cuatrillones de años, si existía en aquella época, y por lo tanto completamente invisible para nosotros; las fórmulas de la geometría probablemente no se verificarán con exactitud, pero el error será menor de lo que se pueda apreciar con los elementos de medida existentes; deben producirse fenómenos giroscópicos en los cuerpos en rotación, que consistirán en un desplazamiento aparente del centro de inercia y tendencia a acercarse o separarse del ecuador del espacio, pero la intensidad de estos efectos será tan escasa, por la pequeñez de la velocidad angular de la rotación de arrastre, que son por completo inapreciables; y por último, la distancia al Sol de los más alejados planetas es tan pequeña con relación al radio de curvatura del espacio que las leyes de Kepler no deben sufrir modificación sensible para ellos por la distancia y únicamente podrá apreciarse que la atracción es limitada en los gases extremadamente rarificados situados en una región del espacio deformada por la acción de una masa importante, como ocurre a los cometas dentro de nuestro sistema solar.

III

Con lo anteriormente indicado, quedan expuestos los fundamentos de nuestra hipótesis sobre la constitución del Universo, deducida de la aplicación de la hipergeometría a la mecánica celeste, que, si llegase a ser comprobada, demostraría que la humanidad había incurrido con relación al espacio en el mismo error que sufrió con relación a la Tierra considerada como plana e inmóvil durante muchos siglos, del mismo modo que el espacio es considerado también como inmóvil y recto, a pesar de que, así como la formación y propagación de los ciclones en la superficie terrestre constituyen una prueba de la rotación de la Tierra, los movimientos giratorios de los sistemas planetarios y de todos los conjuntos materiales del Universo parecen demostrar de igual manera su rotación.

Admitida como cierta esta hipótesis, cabe aún preguntar: ¿qué hay en el hipervolumen encerrado por el espacio curvo en que estamos? y del mismo modo ¿qué otras cosas constituyen el hiperespacio? La contestación categórica a estas dos preguntas sería muy atrevida, porque no hay datos en qué fundarse: quizá el espacio curvo que constituye nuestro Universo no sea más que un elemento material que, con una infinidad de otros análogos, formen un cuerpo de cuatro dimensiones que a su vez esté situado en un hiperespacio curvo elástico, dentro de la extensión de

quinto orden y así hasta llegar a la extensión de infinitas dimensiones que las comprende a todas y en que, según se demuestra por la hipergeometría, se reproducen las propiedades geométricas de la extensión de cero y, por lo tanto, no será más que un punto matemático de otras extensiones de órdenes superiores, inconcebibles para la inteligencia del hombre.

De todos modos, aun no considerándose cierta la teoría que hemos expuesto, creemos fuera de duda que la obra del Creador es inmensamente mayor que lo que representa la parte limitada por las tres dimensiones de nuestro espacio.

EMILIO HERRERA.

Nomogramas para el cálculo mecánico de los conductores aéreos ⁽¹⁾

Cargas que deben resistir los conductores.—El problema de la construcción de las líneas aéreas, exige como trabajo preliminar la determinación de la luz o distancia entre los postes, una vez que las condiciones eléctricas de la canalización fijan el diámetro necesario de los hilos, mediante el conocimiento de su resistencia eléctrica.

La seguridad de la instalación exige que los hilos tendidos entre los apoyos resistan, no sólo a su propio peso, sino también cualquier sobrecarga accidental.

Estas sobrecargas se consideran normalmente producidas por la acción de los vientos, de la nieve y del hielo. Claro es que tales sobrecargas no actuarán nunca al mismo tiempo, porque un viento fuerte, por ejemplo, es incompatible con la carga de nieve.

Como tales sobrecargas actúan sobre toda la longitud del conductor, y es sabido que un hilo tendido entre dos apoyos y sometido a una carga uniformemente repartida toma la forma de una catenaria, esta será la

(1) Los gráficos que comprende el presente trabajo, figuran unidos como apéndice, en el tomo II de las *Lecciones de Electricidad*, editadas por cuenta de nuestra Academia.

que adopte el conductor entre cada dos postes. En los casos prácticos, *la catenaria se substituye para el cálculo por una parábola*, sin error apreciable.

Marcha racional para el cálculo mecánico de una línea.—En el cálculo de una línea es lo natural atenerse al régimen que corresponda al caso o casos más desfavorables, determinados por las circunstancias climatológicas de la región en que la línea se tienda.

Es preciso estudiar por consecuencia:

1.º *El régimen ideal*; en el cual la tensión unitaria, o coeficiente de trabajo del hilo τ_1 , es el que corresponde a la temperatura media del país considerado y sin viento ni sobrecarga de ningún género.

2.º *Régimen de viento máximo*; el coeficiente de trabajo que corresponde a este caso lo nombraré τ_2 .

3.º *Régimen de invierno*: Es el más desfavorable de invierno, y según las regiones estará caracterizado por una temperatura mínima sola o por una temperatura baja, combinada con una sobrecarga de nieve o hielo y un cierto viento, no muy intenso, para que sea posible que la sobrecarga subsista. Llamaré τ_3 al coeficiente de trabajo correspondiente.

4.º *Régimen de verano*: Este régimen interesa, porque con la elevación de temperatura aumenta la flecha, y como los reglamentos fijan una altura mínima del hilo sobre el suelo, es preciso que el aumento de aquélla no alcance a rebasar el límite impuesto. Serán τ_4 y F_4 el coeficiente y flecha correspondientes.

5.º *Régimen de tendido*: En el instante de tender la línea la temperatura será diferente de la del régimen ideal, y por ello es preciso tenerla en cuenta para que la tensión de tendido sea la debida, ya que es general hacer los tendidos empleando el dinamómetro, aparato que se intercala a continuación de los tensores. También puede emplearse la flecha con el mismo objeto o para comprobación, de suerte que para este régimen interesa la última magnitud. Nombraré τ_5 y F_5 , el coeficiente de trabajo y flecha que le correspondan.

Tensiones y flechas del régimen ideal.—Si p es el peso por metro corriente del conductor tendido entre dos apoyos al mismo nivel, cuya distancia o luz del tramo es a , siendo T_1 la tensión en kilogramos en el punto más bajo y F_1 la flecha, las distintas magnitudes están ligadas por la fórmula, según enseña la Mecánica:

$$T_1 = \frac{p a^2}{8 F_1} \quad (a)$$

La tensión en los mismos apoyos sería:

$$T_a = T_1 + p F_1$$

y este valor se reduce prácticamente al (a) despreciando el sumando $p F_1$, siempre pequeño por el valor reducido de la flecha.

Si l es la longitud del hilo entre ambos postes, esta magnitud, en función de la luz y de la tensión, tiene el valor:

$$l = a + \frac{a^3 p^2}{24 T_1^2} \quad (b)$$

Por último, si s es la sección del conductor en mm^2 y π y τ el peso unitario por metro corriente y el coeficiente de trabajo (tensión unitaria) serán:

$$p = s \pi \quad \text{y} \quad T_1 = s \tau$$

y las fórmulas (a) y (b) se convierten en las siguientes, generalmente utilizadas:

$$\tau = \frac{\pi a^3}{8 F_1} \quad l = a + \frac{a^3 \pi^2}{24 \tau^2} \quad (c)$$

Entre estas magnitudes los coeficientes de trabajo son los más interesantes, y deben elegirse las demás de modo que se obtenga completa seguridad en cualquier régimen de los relacionados antes.

Efecto combinado de las sobrecargas y de las variaciones de temperatura en el valor del coeficiente de trabajo del conductor.— Considerando las fórmulas (c) anteriores, observaré que, si la temperatura varía en t grados centígrados y la carga unitaria pasa del valor π al π' , habrá habido una variación en el coeficiente de trabajo, que pasará del valor τ al τ' , de tal modo, que la nueva longitud l' del conductor será:

$$l' = \frac{a^3 \pi'^2}{24 \tau'^2} + a$$

luego el incremento de longitud del hilo del tramo se expresará por

$$l' - l = \frac{a^3}{24} \left[\frac{\pi'^2}{\tau'^2} - \frac{\pi^2}{\tau^2} \right]$$

Por otro lado, el incremento de temperatura, $t = \theta' - \theta$, hace variar

la longitud del conductor en $l \alpha t$ metros, si α es el coeficiente de dilatación del metal. Al mismo tiempo, la variación de tensión produce por su parte un incremento en la longitud del hilo del tramo igual a $l \beta (\tau' - \tau)$ metros, siendo β el alargamiento de un hilo del metal considerado de *un metro de longitud y un milímetro cuadrado de sección* para un aumento de tensión de un kilogramo, coeficiente nombrado de *alargamiento elástico*, igual a la inversa del coeficiente de elasticidad del metal.

Prescindiendo de los incrementos de segundo orden, la variación total de la longitud del conductor se expresará también por

$$l' - l = l \alpha t + l \beta (\tau' - \tau).$$

Igualando los dos valores de $l' - l$, dividiendo por l los dos miembros y suponiendo que aproximadamente $\frac{l}{a} = 1$, resulta por fin, la ecuación general del cambio de condiciones

$$\alpha (t' - t) + \beta (\tau' - \tau) = \frac{a^2}{24} \left[\frac{\pi'^2}{\tau'^2} - \frac{\pi^2}{\tau^2} \right] \quad (d)$$

Valores atribuidos a las sobrecargas.—El estudio de las sobrecargas ha dado origen a empeñadas discusiones entre los especialistas que se traducen en las reglas, muchas veces insuficientes contenidas en los reglamentos oficiales, para el tendido de líneas en los diferentes países. En lo expuesto antes he seguido las ideas adoptadas por la asociación de electrotécnicos alemanes en el año de 1914, pero debo indicar cuáles son las reglas establecidas por el reglamento español para la aplicación de la ley de 23 de marzo de 1900, referente al tendido de líneas.

1.º *Reglas españolas.*—Nuestro reglamento sólo fija de un modo preciso la presión máxima del viento que debe tenerse en cuenta para el cálculo, y que debe ser de 250 kilogramos por metro cuadrado de superficie normal al viento. Las otras sobrecargas, así como el límite mínimo de temperatura no las precisa, y sólo exige colocarse para el cálculo en las condiciones más desfavorables que resulten de las circunstancias climatológicas locales. En cuanto al coeficiente de trabajo mínimo lo precisa, imponiendo un coeficiente de seguridad igual a 5 para las líneas ordinarias y a 6 para los conductores sometidos al desgaste por el rozamiento del órgano que capta la corriente de alimentación de los motores de tracción. El coeficiente de trabajo máximo que esa condición impone para el hilo de bronce de Montefiore, universalmente empleado en las líneas industriales y que suele tener una carga de ruptura de 45 kilogra-

mos por milímetro cuadrado, es de 9 kilogramos por milímetro cuadrado (o de 7,5 kilogramos por milímetro cuadrado en el segundo caso).

En general, esas condiciones conducen a una seguridad excesiva, lo que no obsta para que en casos determinados pueda ser insuficiente. La presión de 250 kilogramos por milímetro cuadrado, sólo será alcanzada por el viento en los ciclones del clima tropical y pudiera serlo en alguna tromba en nuestro país, pero de nada servirá colocarnos en tal extremo, porque llegado a él, cederá algún poste que vendrá a tierra y las condiciones mecánicas del conductor serán en todo diferentes. Los huracanes mayores en nuestro país sólo alcanzan la velocidad, en los sitios muy descubiertos, de 40 metros por segundo, que corresponde a una presión máxima a 200 kilogramos por metro cuadrado, de suerte que ese límite podría admitirse para los puntos particularmente expuestos. En los casos ordinarios podría bastar con una presión de 160 kilogramos por metro cuadrado, y en los lugares resguardados bastaría para el cálculo con admitir una presión de 100 kilogramos por metro cuadrado.

2.º *Reglamentos extranjeros.*—Las condiciones impuestas por los reglamentos extranjeros son más amplias en general, confirmando mi modo de ver. El austriaco, que es el más exigente, fija en 8 kilogramos el coeficiente de trabajo de los hilos de bronce (coeficiente de seguridad 5,5), obtenido con una presión de 150 kilogramos por metro cuadrado y una temperatura de -25° centígrados. El reglamento italiano admite, en cambio, un coeficiente de seguridad igual a tres (coeficiente de trabajo igual a 15 kilogramos por milímetro cuadrado para el bronce de Montefiore), obtenido con un viento de 72 kilogramos y la temperatura mínima de la región. El reglamento francés admite un viento máximo de 120 kilogramos por metro cuadrado sin descenso de temperatura, y un régimen de invierno de -15° de temperatura, combinada con un viento de 30 kilogramos por metro cuadrado.

De intento dejo para el final las reglas alemanas, que tienen en cuenta la sobrecarga de nieve y hielo en el régimen de invierno, condición soslayada en los otros reglamentos, que procuran sustituirla forzando la seguridad e imponiendo condiciones excesivas, sin lograr otro resultado que falsear el cálculo, como indicaré en alguno de los ejemplos que siguen.

Las condiciones impuestas por los alemanes para el régimen de viento máximo, es la de combinar el que se considere aceptable en la localidad con una temperatura baja, que para Alemania precisa en -5° centígrados; pero que en la mayor parte de nuestro país no creo deba bajar -0° centígrados, porque nunca los grandes temporales, en los cuales llega el viento a su máxima velocidad, vienen acompañados de grandes fríos, y

los últimos coinciden normalmente con una atmósfera en calma. Desde luego esa temperatura se supondrá más elevada en las provincias litorales.

Para el régimen de invierno, el coeficiente τ_3 característico, ha de elegirse entre el que corresponda a la temperatura mínima de la región, que las reglas fijan en Alemania de -20° centígrados, sin sobrecargas; y en las regiones en que la nieve sea temible, ha de estudiarse el coeficiente de trabajo, resultante de una sobrecarga debida al hielo y a un viento moderado compatible con que la nieve se sostenga sobre el conductor, combinada con una temperatura de -5° centígrados. Esta última sobrecarga por metro corriente, se calcula por la fórmula empírica:

$$p = 190 + 50 d \text{ gramos} \quad (e)$$

siendo d el diámetro en milímetros del conductor. Según la fórmula (e) el peso de los conductores de bronce se duplica por esta sobrecarga para una sección próxima a 95 milímetros cuadrados, se cuadruplica para 16 milímetros cuadrados y es seis veces mayor para 10 milímetros cuadrados.

M. André Blondel, que ha publicado numerosos trabajos referentes al cálculo mecánico de las líneas, ha hecho una concienzuda comparación entre los resultados de la fórmula (e) y los que se obtienen por el estudio directo de estas últimas sobrecargas, y en su opinión, puede aceptarse en los casos prácticos la fórmula citada.

Las condiciones anteriores deben conducir a un trabajo máximo para los hilos de bronce de Montefiore (que debe ser el nombrado *cobre duro* en las reglas alemanas) de 12 kilogramos por milímetro cuadrado. Si por la sección excesiva se emplean cables, constituidos por un cordón de hilos torcidos en hélice, se puede llegar hasta los 16 kilogramos por milímetro cuadrado, siempre que se adopten para el cálculo del trabajo de los cables por la fórmula (d) anterior, las mismas constantes que las empleadas para los hilos simples, pues los cables tienen, como luego se puede ver, condiciones mecánicas más favorables. Para los cables de aluminio el trabajo máximo fijado es de 7 kilogramos por milímetro cuadrado.

Los números anteriores equivalen a un coeficiente de seguridad mínimo comprendido entre 3 y 4 (el aluminio tiene una carga de ruptura de 20 a 22 kilogramos por milímetro cuadrado).

En las travesías de caminos y encima de los lugares habitados, los trabajos máximos se reducen a 8 y a 5 kilogramos por milímetro cuadrado respectivamente, evitando con el exceso de seguridad las suspensiones catenarias, aunque las últimas son siempre recomendadas en tales casos.

Por último, las constantes fijadas por los alemanes son:

Para el bronce:

$$\alpha = 17 \times 10^{-6}; \beta = 77 \times 10^{-6}; \pi = 890 \times 10^{-5} \text{ kgs.}$$

Para el hierro:

$$\alpha = 12 \times 10^{-6}; \beta = 34 \times 10^{-6}; \pi = 775 \times 10^{-5} \text{ kgs. (f)}$$

Para el aluminio:

$$\alpha = 23 \times 10^{-6}; \beta = 140 \times 10^{-6}; \pi = 275 \times 10^{-5} \text{ kgs.}$$

Las constantes mecánicas de los cables difieren ligeramente de las indicadas para los hilos, según demuestra el cuadro siguiente, que contiene los valores admitidos por Herzog y Feldmann, de tal modo, que el coeficiente de alargamiento aumenta para los cables, y por lo tanto, al asignarles el mismo coeficiente que corresponde a los hilos simples, *se aumenta la seguridad.*

El hecho que se produce en los cables tendidos es que poco a poco se alargan, y llegan los hilos que constituyen el haz del cable a estar sometidos *con las sobrecargas permanentes* a un trabajo próximo al que corresponde al conductor simple. Incluyo la tabla por si se quisieran hacer los cálculos con las constantes propias de los cables:

METAL	VALOR DE β			
	Para el hilo.		Para el cable.	
Cobre blando.....	$\frac{1}{10.000}$	$\frac{1}{11.000}$	$\frac{1}{6.640}$	$\frac{1}{7.300}$
Cobre semi-duro.....	$\frac{1}{12.000}$	$\frac{1}{12.500}$	$\frac{1}{8.000}$	$\frac{1}{8.300}$
Cobre duro.....	$\frac{1}{12.800}$	$\frac{1}{13.200}$	$\frac{1}{8.500}$	$\frac{1}{8.800}$
Hierro.....	$\frac{1}{18.000}$	$\frac{1}{20.000}$	$\frac{1}{12.000}$	$\frac{1}{13.200}$
Acero.....	$\frac{1}{18.800}$	$\frac{1}{21.700}$	$\frac{1}{12.500}$	$\frac{1}{14.400}$
Aluminio.....	$\frac{1}{7.200}$	$\frac{1}{7.400}$	$\frac{1}{4.800}$	$\frac{1}{4.900}$

Efecto de la sobrecarga debida al viento.—La dirección del viento más desfavorable es la normal al plano del conductor tendido, y como siempre sopla en un plano horizontal, la carga total que actúa sobre el conductor, será la resultante de su peso y del esfuerzo ejercido por el viento.

Si P kilogramos es la presión que se fija por metro cuadrado de superficie plana normal al viento, sobre un cilindro convexo como el conductor, el esfuerzo por metro cuadrado de sección longitudinal es de $0,6 P$ kilogramos. Pero si d es el diámetro en milímetros, la sección longitudinal por metro corriente del conductor será $d \times 10^{-3} \text{ m}^2$, y por tanto, el esfuerzo que el viento ejerce será $0,6 \times P \times d \times 10^{-3}$ kilogramos.

Llamando p_1 la carga total por metro corriente, siendo p la debida al peso propio, será:

$$p_1 = \sqrt{p^2 + [6 \times 10^{-4} P d]^2}$$

y dividiendo los dos miembros por $p = \pi s$ y haciendo $p_1 = \pi_1 s$ resulta la relación entre las cargas unitarias, $\frac{\pi_1}{\pi}$, que utilizaré luego:

$$\frac{\pi_1}{\pi} = \sqrt{1 + \frac{36 \times 10^{-8}}{\pi^2} P^2 \left(\frac{d}{s}\right)^2} \quad (g)$$

Abaco para el cálculo del trabajo de los hilos y cables de bronce.—La fórmula que relaciona las constantes de una línea tendida en las diferentes condiciones a que puede estar sometida, es la (d) antes establecida, y resulta de ella, que para encontrar el coeficiente de trabajo τ' , es preciso resolver una ecuación de tercer grado, resolución que exige una serie de tanteos complicados y expuestos a errores.

La fórmula (d) se puede traducir en un abaco con arreglo al principio siguiente:

La temperatura θ , el trabajo τ y el producto $a \pi = m$ de la luz del tramo por el peso por metro corriente del conductor, que el calculista elija para el régimen ideal que a él ha de servirle de punto de partida, pueden tener un valor cualquiera dentro de los límites usuales; pero si yo tomo por origen, para construir el abaco, un cierto coeficiente τ_0 y un cierto valor $m_0 = a_0 \pi$ y transformo la fórmula (d) en:

$$\alpha (\theta' - \theta_1) + [\alpha t_0 + \beta (\pi_0 - \tau)] + \beta [\tau' - \tau_0] = \frac{m'^2}{24 \tau'^2} - \frac{m_0^2}{24 \tau_0^2} + \frac{m_0^2}{24 \tau_0^2} - \frac{m^2}{24 \tau^2} \quad (h)$$

con la condición $\theta_1 = \theta + t_0$, se ve que si construyo un gráfico de la función

$$-\alpha t_0 + \beta (\tau - \tau_0) = \frac{m^2}{24 \tau^2} - \frac{m_0^2}{24 \tau_0^2} \quad (i)$$

que me permita encontrar t_0 , única incógnita de (i) puesto que m_0 y τ_0 son datos impuestos por el constructor del abaco y m y τ los datos elegidos por el calculista que lo emplea, me bastará llevar en ese mismo gráfico en una segunda operación, los nuevos valores $\theta' = \theta_1$ (que serán conocidos en cuanto se conoce t_0) y m' , que también es dato, para encontrar el valor de τ' buscado.

Esto queda demostrado sin más que considerar la suma de las dos identidades (h) e (i)

$$\alpha (\theta' - \theta_1) + \beta (\tau' - \tau_0) = \frac{m'^2}{24 \tau'^2} - \frac{m_0^2}{24 \tau_0^2} \quad (j)$$

puesto que la ecuación (j) no es otra cosa que un nuevo estado de la (i) obtenido por la variación de las magnitudes τ , m y $\theta' - \theta$, y es claro, que los dos valores de t_0 y τ' que identifican las dos últimas ecuaciones, satisfacen a su diferencia, que es precisamente la ecuación (d) que se trata de resolver (1).

(1) Según antes he dicho, A. Blondel ha publicado numerosos trabajos referentes al cálculo mecánico de las líneas, y entre ellos bastantes abacos, reunidos en un folleto que titula *Calcul des lignes aériennes au point de vue mécanique, par des abaques*, aparecido el año 1915. En todos estos trabajos toma como base de la construcción la fórmula:

$$\alpha \theta = \frac{a^2 \pi^2}{24 \tau^2} - \beta \tau \quad (k)$$

cuya variación conduce precisamente a la fórmula (d). La última ecuación no es otra cosa que un caso particular de la ecuación (i) puesto que por la condición suplementaria

$$\beta \tau_0 = \frac{m_0^2}{24 \tau_0^2}$$

se transforma la igualdad (i) en la (k).

En tales abacos tampoco toma su autor como abscisas los tiempos y como ordenadas los trabajos, y de esta suerte le resultan generalmente los gráficos de dimensiones excesivas y con frecuencia, en alguna región del abaco, son muy agudos los ángulos entre las diferentes líneas. En las figuras 1 y 2, en cambio, las dimensiones son proporcionadas y los ángulos de las líneas aceptables.

Por último, no sitúo en el mismo gráfico la flecha y la tensión, como fácilmente pudiera hacerse, para no complicar inútilmente el dibujo, ya que el cálculo directo de la primera por medio de la regla de cálculo, una vez conocida la tensión, es sencillo, y ese cálculo se substituye también, fácilmente, por un gráfico como el de la figura 3.

Para construir el abaco de la figura 1, he tomado en consecuencia por abscisas las temperaturas, por ordenadas los coeficientes de trabajo,

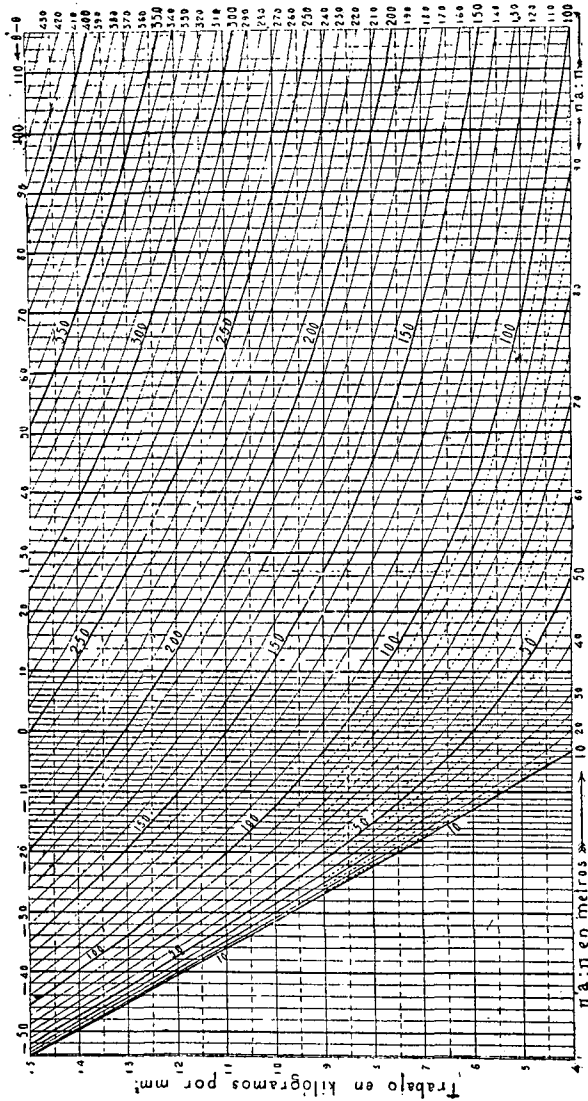


Fig. 1.—Abaco para el cálculo del coeficiente de trabajo de los hilos y cables de cobre o bronce.

y trazado la red de curvas acotadas con los valores de m , obtenida cada una, dando un valor fijo a la relación $\frac{\pi' a}{\pi}$ en la ecuación (i): tales curvas las nombraré *isométricas*. De este modo, las líneas *isotermas* del grá-

fico, serán rectas paralelas al eje vertical de ordenadas; las *isotensas*, rectas paralelas al eje de abscisas, y las *isométricas*, las curvas indicadas.

Para las constantes α , β y π , he adoptado los números correspondientes al bronce del cuadro (*f*), y para el coeficiente de trabajo que me ha servido de punto de partida y para origen de las isométricas, respectivamente

$$\tau_0 = 6; \quad \frac{m_0}{\pi} = \frac{\pi \alpha_0}{\pi} = 50 \text{ metros.}$$

La manera de usar el nomograma se comprende con facilidad siguiendo el ejemplo que a continuación detallo: Supongo un régimen ideal tal, que el coeficiente de trabajo, sin sobrecargas, a la temperatura de 15° centígrados, media de la región, es $\tau_1 = 5,5$ kilogramos por milímetro cuadrado, y que la luz del tramo es de 45 metros. Como $\pi' = \pi$ seguiré la línea isotensa de 5,5 kilogramos hasta su encuentro con la isométrica 45; el punto de cruce se encuentra sobre la isoterma $+ 1,7 = - t_0$.

Para estudiar con los datos anteriores el efecto de una variación cualquiera, por ejemplo, para hallar el coeficiente τ_3 característico del régimen de invierno, aplicando las reglas alemanas basta partir de los datos siguientes:

$$\pi' = \pi; \theta' = - 20^\circ. \text{ Con } \theta = 15^\circ, \theta' - \theta = - 35^\circ \text{ y } \theta' - \theta_1 = - 33^\circ,3,$$

puesto que $\theta_1 = \theta + t_0 = 15^\circ - 1,7 = 13^\circ,3$. Sigo en consecuencia la isoterma de $- 33^\circ,3$ hasta encontrar la isométrica 45, y la isotensa 11,1 kilogramos por milímetro cuadrado, que pasa por el punto de cruce, me dará el coeficiente buscado.

Es de observar, que *no es necesario valerse del valor $\theta' - \theta_1$, puesto que bastaría tomar como origen de isotermas la correspondiente a $- t_0$.*

Para reconocer si el número 11,1 kilogramos por milímetro cuadrado es precisamente el valor τ_3 característico del régimen de invierno, consideraré que el peso del conductor por metro corriente resulta doblado, según la fórmula (*e*), por efecto de la sobrecarga de nieve o hielo y de viento, al mismo tiempo que la temperatura es de $- 5^\circ$ centígrados. Resultarán los nuevos datos:

$$\theta' - \theta = - 20^\circ; \quad \frac{\pi' a}{\pi} = 90; \quad \theta' - \theta_1 = - 18^\circ,3$$

y será necesario seguir la isoterma $- 18^\circ,3$ hasta su encuentro con la

isométrica 90 para obtener 10,3 kilogramos por milímetro cuadrado como valor de la isotensa correspondiente, y que no es otro que el coeficiente de trabajo buscado. Como este número es menor que el anterior, el valor característico del régimen sería en definitiva:

$$\tau_3 = 11,1 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

En vez de elegir como dato la tensión que corresponde al régimen ideal, puede parecer más razonable proceder de un modo inverso, fijando el coeficiente de trabajo máximo que corresponda al coeficiente de seguridad admitido. Para determinar en tal caso el trabajo correspondiente al régimen normal sin sobrecargas, bastaría proceder del modo siguiente:

Si se trata en los mismos ejemplos anteriores, de un cable de bronce cuyo máximo trabajo se fija en 15 kilogramos por milímetro cuadrado (coeficiente de seguridad igual a 3 con el bronce de Montefiore de 45 kilogramos por milímetro cuadrado de carga de ruptura), se ve en el primer caso de temperatura mínima sin sobrecargas, que la isométrica 45 corta a la isotensa 15 en un punto que corresponde a la isoterma $-50^{\circ},3$ próximamente, y sumando a esta temperatura 35° , que hay de diferencia entre la temperatura mínima y la normal de 15° , resultan $-15^{\circ},3$ cuya isoterma corta a la isométrica 45 en un punto al que corresponde la isotensa 7,8 kilogramos por milímetro cuadrado, que sería el trabajo normal máximo.

Para ver si la condición segunda antes considerada, disminuye más ese límite, se procede de modo semejante: La intersección de la isométrica $\frac{\pi'}{\pi} a = 90$ con la isotensa 15, me proporciona la isoterma de partida $-47^{\circ},3$ a la que sumo los 20° que corresponden a la diferencia actual $\theta' - \theta$ y con la isoterma resultante de $-27^{\circ},3$ encuentro una isotensa cercana a 10 kilogramos por milímetro cuadrado; de modo que todavía los 7,8 kilogramos por milímetro cuadrado antes encontrados, constituyen el límite útil.

Abaco para el cálculo de la tensión de los hilos y cables de aluminio.—En este abaco (fig. 2) no hay otra diferencia en cuanto a construcción, que la de ser oblicuas las líneas isotermas con relación a las isotensas, en vez de normales como en el caso anterior, de modo que los ejes de abscisas y ordenadas no son rectangulares. Esta modificación ha tenido por objeto aprovechar el hueco que quedaba por debajo de la isométrica 10 que en este caso sería mucho mayor que en el anterior,

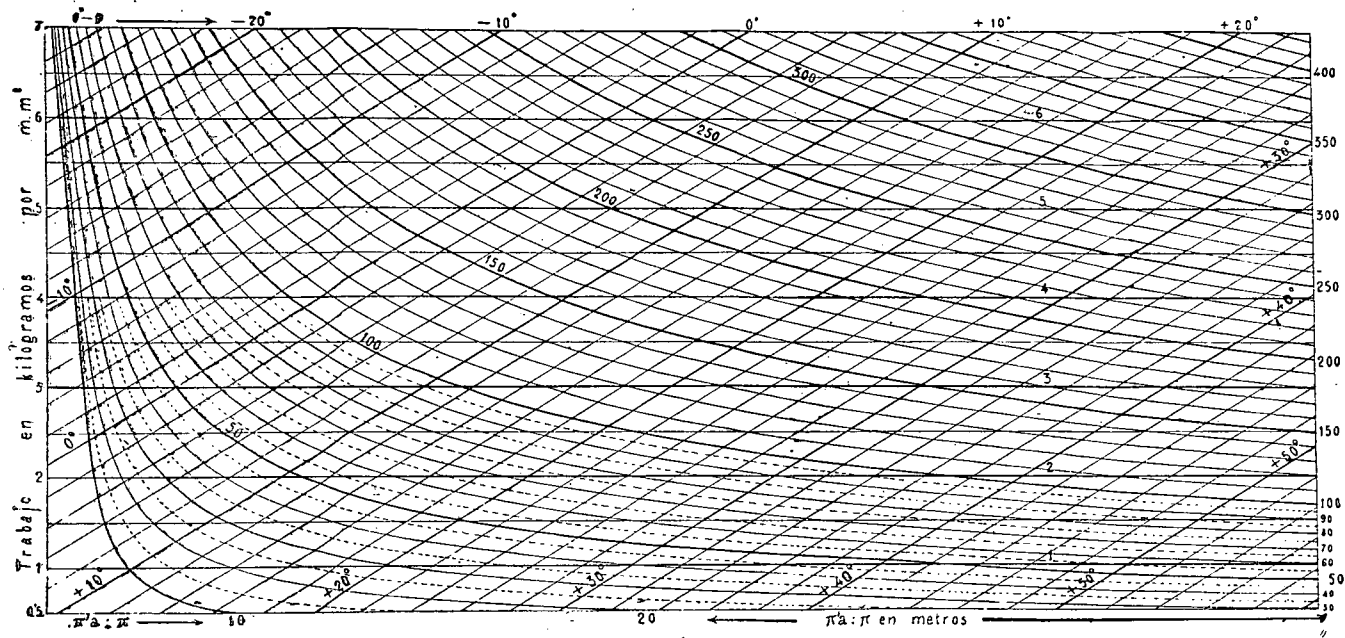


Fig. 2.—Abaco para el cálculo del coeficiente de trabajo de los hilos y cables de aluminio.

dados los límites del gráfico, y que obligaría sin esta modificación a aumentar el tamaño.

Para utilizar el gráfico se procede del mismo modo explicado: Sea una luz de 60 metros, un trabajo máximo $\tau' = 7$ y se estudia la condición de mínima temperatura $\theta' = -20^\circ$; $\theta' - \theta = -35^\circ$. La isométrica 60 proporciona por su encuentro con la isotensa 7 la temperatura de -27° , y ésta, sumada con los 35° antes indicados, da el valor 7° para la isoterma, cuyo punto de encuentro con la isométrica 60, me da por fin el valor de la isotensa límite, igual a 2,5 kilogramos por milímetro cuadrado.

Las constantes elegidas para la construcción de este abaco han sido:

$$a_0 = 50 \text{ metros} \quad \tau_0 = 3$$

además de las dadas para el aluminio en el cuadro (f).

Cálculo de la flecha.—Conocido el coeficiente de trabajo, la flecha se determina por la igualdad:

$$F = \frac{\pi a^2}{8 \tau}$$

La figura 3, contiene un abaco que da directamente el valor de la flecha de los conductores y cables de cobre y aluminio.

No presenta este gráfico otra particularidad, que la de contener superpuestos los valores correspondientes a los dos metales indicados, siendo comunes las líneas isométricas y las transversales que marcan las flechas y variando sólo las líneas isotensas.

$$\text{Ejemplos..} \left\{ \begin{array}{l} 1.^\circ \left\{ \begin{array}{l} \text{Datos: luz } 50 \text{ m.; trabajo del hilo de cobre} = 5 \text{ kgs.} \times \text{mm}^2. \\ \text{Resultado: flecha} = 55 \text{ cm.} \end{array} \right. \\ 2.^\circ \left\{ \begin{array}{l} \text{Datos: luz} = 60 \text{ m.; trabajo del hilo de aluminio} = 2 \text{ kgs.} \times \text{mm}^2. \\ \text{Resultado: flecha} = 81 \text{ cm.} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Como la flecha es normalmente un elemento accesorio que sólo hace falta considerar en el régimen que corresponde a los casos 4.º y 5.º, no importan las dos operaciones sucesivas que hacen falta para hallarla por medio de los gráficos anteriores.

Cálculo de las sobrecargas.—Las fórmulas que proporcionan los valores de las sobrecargas correspondientes al régimen de viento máximo y al régimen de invierno con sobrecarga de nieve, son respectivamente la (g) y la (e). Como para usar los gráficos anteriores es preciso

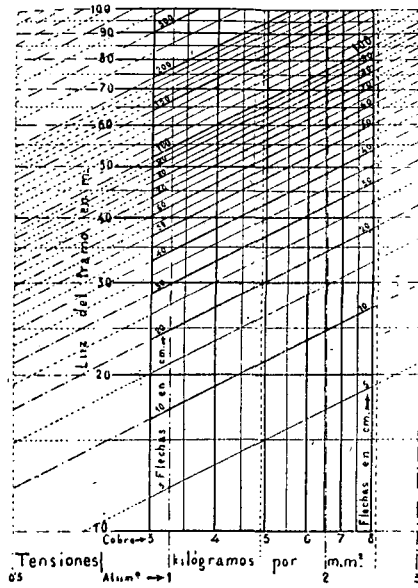


Fig. 3.—Abaco para el cálculo de la flecha de los conductores tendidos.

conocer la relación $\frac{\pi'}{\pi}$, el valor de la sobrecarga, conocido por la fórmula (e), proporciona para valor de la carga unitaria total por metro corriente:

$$\pi_2 = \pi + \frac{190 + 50 d}{s}$$

y por tanto:

$$\frac{\pi_2}{\pi} = 1 + \frac{190 + 50 d}{s \pi} \quad (l)$$

fórmula en la cual es preciso expresar π en gramos, y cuyo cálculo es directo.

Para el cálculo de la fórmula (g), he construido el abaco de la figura 4

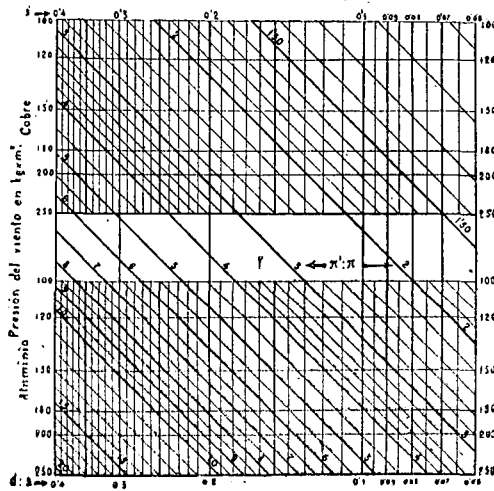


Fig. 4.—Abaco para el cálculo de la sobrecarga debida al viento.

Está dividido en dos partes correspondientes al cobre y al aluminio

y son comunes las líneas paralelas al eje de ordenadas, cuyas cotas representan los valores de la relación $\frac{d}{s}$ entre el diámetro del hilo y la sección útil del metal; son también comunes las transversales acotadas con los valores de la relación $\frac{\pi'}{\pi}$ y sólo son diferentes las líneas paralelas al eje de abscisas, acotadas con los valores de P .

$$\text{Ejemplos..} \left\{ \begin{array}{l} 1.^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} \text{Datos: metal cobre: } \frac{d}{s} = 0,078; P = 250 \text{ kgs. } \times \text{ m}^2. \\ \text{Resultado: } \frac{\pi'}{\pi} = 1,6. \end{array} \right. \\ 2.^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} \text{Datos: metal aluminio: } \frac{d}{s} = 0,078; P = 250 \text{ kgs. } \times \text{ m}^2. \\ \text{Resultado: } \frac{\pi'}{\pi} = 4,2 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Este gráfico permite comprobar que la condición $P = 250$ kilogramos por metro cuadrado, única que impone el reglamento español, puede ser insuficiente en los lugares en los cuales sean temibles las sobrecargas de nieve, características del régimen de invierno. En efecto, en el ejemplo 1.º anterior, que pudiera corresponder a un cable de 21 milímetros de diámetro y 265 milímetros cuadrados de sección útil, para el cual la sobrecarga de hielo del régimen de invierno, calculada por la fórmula (l) daría

$$\frac{\pi'}{\pi} = 1,525;$$

y este número, si se combina con un frío intenso, es desde luego más desfavorable que el valor $\frac{\pi'}{\pi} = 1,6$, que corresponde al viento máximo y que no debe combinarse con un frío grande. Se ve así, cómo la condición exagerada del viento máximo pudiera conducir en algún caso a una falsa seguridad, y con gran frecuencia a un exceso inútil y antieconómico. Este hecho pudiera explicar el que los hilos de pequeño diámetro empleados en la comunicación telefónica, se rompan indefectiblemente en las grandes nevadas.

Determinación de la relación entre el diámetro y la sección útil del conductor.—La relación $\frac{d}{s}$ que figura en el abaco último, es siempre, para los hilos simples, igual a $\frac{4}{3,14 d} = \frac{1,273}{d}$.

Para los cables, en cambio, varía con el número de hilos que componen el cable, aunque siempre es poco diferente de $\frac{1,7}{d}$. La tabla siguiente contiene los datos referentes a los cables, representando por d_1 el diámetro de cada uno de los hilos que lo componen:

Número de hilos del cable.	Composición del cable.	Sección útil.	Diámetro total.	Relación $\frac{d}{s}$
3	3	$3 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} = s$	$2 d_1 = d$	$\frac{1,7}{d}$
7	1 + 6	$7 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$3 d_1$	$\frac{1,636}{d}$
12	3 + 9	$12 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$4 d_1$	$\frac{1,7}{d}$
19	1 + 6 + 12	$19 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$5 d_1$	$\frac{1,675}{d}$
27	3 + 9 + 15	$27 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$6 d_1$	$\frac{1,7}{d}$
37	1 + 6 + 12 + 18	$37 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$7 d_1$	$\frac{1,685}{d}$
61	1 + 6 + 12 + 18 + 24	$61 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}$	$9 d_1$	$\frac{1,69}{d}$

Los resultados de la tabla anterior convienen lo mismo para los cables de hilos de bronce que para los de aluminio, aunque los últimos suelen tener un diámetro total ligeramente superior con las mismas secciones útiles.

El resultado práctico que se deduce de la tabla, es que no hay inconveniente en tomar para la relación $\frac{d}{s}$ el valor $\frac{1,7}{d}$, excepto para los cables de cobre de siete hilos en los que puede tomarse $\frac{d}{s} = \frac{1,6}{d}$. Para los cables de aluminio se tomará siempre $\frac{d}{s} = \frac{1,7}{d}$.

VICENTE RODRIGUEZ.

KITCHENER ⁽¹⁾

Hace ciento cincuenta años, el encumbramiento de un oficial de artillería o de ingenieros a una categoría del Alto Mando, en cualquiera de los ejércitos europeos, era un acontecimiento por demás insólito. Suponíase entonces que estas instituciones militares, conocidas con el nombre de «Cuerpos Científicos», no podían producir jefes aptos para el mando de ejércitos en campaña.

Esta tradición rompióse por primera vez en el ejército francés. El ascenso de Napoleón desde un cargo subalterno de artillería al pináculo de la fama que, según la frase de uno de sus contemporáneos, «trocando en dudosa la pasada gloria, hizo imposible la gloria por venir», marca el comienzo de una nueva era para los varios Cuerpos europeos de artillería e ingenieros.

Ninguno de los ingenieros del ejército napoleónico llegó a desempeñar mandos de primer orden en campaña. Pero Carnot, el famoso «Organizador de la Victoria», era capitán de ingenieros cuando en 1792 fué nombrado miembro del Comité de Salud Pública. Su gran obra consistió en la organización de los ejércitos republicanos, en el momento en que Francia se hallaba amenazada por la invasión en todas sus fronteras. Verdad es que Carnot jamás llegó a desempeñar un alto mando en campaña, pero la labor por él realizada resulta un singular presagio de lo que andando el tiempo habría de ser la misión del gran ingeniero, cuya carrera constituye el asunto de este artículo.

La importancia de los Cuerpos de ingenieros en las potencias militares hoy en guerra, salta a la vista con sólo recordar que en agosto de 1914 las personalidades de mayor renombre en los ejércitos alemán, francés e inglés, eran tres generales de ingenieros. Al declararse la guerra, von der Goltz, Joffre y Kitchener eran, sin duda alguna, los personajes más eminentes en los ejércitos de sus respectivas patrias.

(1) (N. DE LA R.)—El General del ejército inglés D. G. M. W. Macdonogh ha tenido la bondad de remitirnos este interesante artículo que publicamos con mucho gusto. El distinguido General Macdonogh, que después de una larga permanencia en campaña ha sido nombrado primer jefe del *Intelligence Department*, procede del Cuerpo de Ingenieros, se halla en buenas relaciones de amistad con nuestros jefes del ejército español, posee condecoraciones de nuestro país y conoce perfectamente el castellano; además, ha traducido al inglés y publicado en *The Royal Engineers Journal* varios trabajos que vieron la luz en nuestra Revista.

De las carreras de estos tres caudillos, la de Kitchener es indudablemente la más interesante y asombrosa. Por otra parte, las trágicas circunstancias de su muerte, el día 5 de junio de este año, han fijado la atención del mundo entero sobre la personalidad y las hazañas de este general.

Horatio Herbert Kitchener nació el 24 de junio de 1850 en el Condado de Kerry, Irlanda. Ingresó en la Real Academia Militar de Woolwich en 1868, y antes de obtener el grado de segundo teniente de ingenieros, en 1871, inauguró su carrera militar ofreciendo sus servicios a las autoridades francesas que lo destinaron al segundo Ejército del Loire, mandado en aquella fecha por el general Chanzy. Se incorporó al ejército francés como simple soldado, alistándose bajo las banderas de un batallón de la Guardia Móvil del departamento de las Costas del Norte.

No era hombre Kitchener que hablara mucho de sus aventuras y proezas. Fuera de que hizo una peligrosa ascensión con dos oficiales franceses en un globo y de que tomó parte activa en varios encuentros, poco o nada se sabe de este episodio inaugural de su carrera. Poco después de la retirada de Chanzy a Le Mans, a consecuencia del fracaso de su intento para levantar el sitio de París, Kitchener cayó enfermo de pulmonía y tuvo que regresar a Inglaterra. Después de sufrir una reprensión del general en jefe del ejército inglés, por su escapatoria de la escuela militar, Kitchener recibió el grado de segundo teniente de ingenieros y en 1871 pasó a Chatham para hacer un curso práctico de ingeniería militar. En Chatham estuvo a las órdenes de una de las personas que mayor influencia han ejercido en su vida, el coronel Fitzroy Somerset, que en aquella época ocupaba el cargo de profesor de Disciplina Militar en la Escuela de Ingenieros Militares. «Jamás he olvidado lo que usted me enseñó», dijo Kitchener a su antiguo profesor en 1898, cuando al volver de la victoriosa campaña en el Sudán fué a hacerle una visita en su lecho de muerte en Farnborough.

Al cabo de tres años de instrucción en Chatham y Aldershot, fué destinado a la sección de ingenieros telegrafistas, estacionada en la última ciudad nombrada. La rutina de la vida de guarnición no era, sin embargo, del agrado de Kitchener, y aprovechó la primera ocasión que se le presentó para salir al extranjero. En 1874 le fué ofrecido y aceptó en el acto el destino de inspector en Palestina de la empresa de exploración de esta región.

Esta empresa había sido fundada en 1865, por ciertos investigadores ingleses dedicados a la confección del Diccionario de la Biblia de Smith, que en sus estudios habían llegado a la conclusión de que el conocimiento contemporáneo de los lugares mentados en la Biblia, era sumamente

inadecuado. La sociedad se proponía la exploración sistemática y completa de todo el país.

Durante los cuatro años subsiguientes, Kitchener y su colega el teniente Conder, estuvieron dedicados a la exploración de Palestina, pasando algunos intervalos en Londres y Chatham, donde se armonizaban los resultados de sus investigaciones en aquella comarca asiática. En septiembre de 1878 pudo presentar oficialmente al Comité de la Empresa para la explotación de Palestina, un mapa completo de la Palestina Occidental, en escala de una pulgada por milla. En él estaban marcadas todas las ciudades, aldeas, ruínas, colinas y plantaciones. La parte que Kitchener había tomado en la confección de este excelente mapa fué apreciada en su justo valor, y poco después le fué confiada la exploración de la isla de Chipre que, en virtud del tratado de Berlín de 1878, había sido cedida a la Gran Bretaña. Kitchener siempre demostró un gran interés en presenciar, ya que tomar parte en ellas era imposible, toda clase de operaciones militares, como lo prueba el hecho de que aprovechara la ocasión de una de sus visitas a Inglaterra para regresar a su destino por Turquía, donde asistió a algunos de los combates librados en el Paso de Shipka durante la guerra ruso-turca de 1878. A su debido tiempo, puso en conocimiento del Ministerio de la Guerra cuanto había podido observar en esta campaña, y poco después se incorporó a su destino de Chipre, comenzando inmediatamente en esta isla las triangulaciones preliminares para la confección del mapa de la nueva posesión británica, en escala de una pulgada por milla.

Durante los cuatro años siguientes, estuvo dedicado a estos trabajos topográficos en cooperación con un oficial subalterno de su cuerpo. Todavía no había dado prueba definitiva alguna de sus dotes excepcionales. Su desarrollo mental era más bien lento que brillante. Ya había comenzado, sin embargo, a desplegar ciertas cualidades que más tarde habían de hacerle famoso. En varias ocasiones ya había dado pruebas de una gran confianza en sí mismo y revelado aquella tenacidad en el trabajo emprendido que en años posteriores le permitieron llevar a feliz término cuantas tareas tomó entre manos. En cierta ocasión, por ejemplo, las autoridades locales insistieron en que se llevaran a cabo los trabajos topográficos de todas las aldeas en gran escala, con la idea de formar después el mapa completo de la isla, mediante la unión de todos estos trabajos fragmentarios. Kitchener presentó inmediatamente su dimisión, haciendo constar que pertenecía a un Cuerpo científico y que estaba convencido de que por el procedimiento adoptado era imposible obtener un mapa satisfactorio. En aquella época hallábase dedicado a los trabajos de triangulación de la isla, operación que en su opinión era absolutamente

necesaria. Como resultado de su protesta, las faenas topográficas quedaron suspendidas durante algún tiempo. Poco después, y bajo su dirección, se reanudaron los trabajos en la forma que él había propuesto.

Se ha dicho que Kitchener no era un buen jinete, pero ello no es verdad.

Durante su estancia en Chipre, hubo una época en que tuvo a su cargo la jauría de perros de caza de los ingleses residentes en la isla. Era bastante aficionado a las carreras de caballos y en algunas de ellas tomó parte como carrerista. Era demasiado pesado para las carreras de resistencia, pero con frecuencia enviaba sus caballos para que tomaran parte en ellas. Compitió en varias carreras de saltos, y por lo menos en una ocasión ganó una copa en una carrera de obstáculos.

En 1882 tuvo lugar el bombardeo de la costa de Alejandría por la flota inglesa. Kitchener no quiso quedarse sin asistir a la operación, y pasó a Alejandría en uso de licencia. Logró componérselas para figurar entre las fuerzas inglesas que desembarcaron después del bombardeo, y en seguida solicitó permiso del Alto Comisario. Pero esta autoridad se negó a conceder el permiso, y en su consecuencia Kitchener no tuvo más remedio que regresar a Chipre. Aún no había sonado la hora para que emprendiera en Egipto su gran obra.

En 1883 fué ascendido a capitán y destinado definitivamente al ejército de Egipto, que en aquella época se estaba reorganizando con oficiales ingleses. Al siguiente año prestó servicios como miembro del Estado Mayor de la Fuerza Expedicionaria en el Nilo y fué recompensado con los grados de comandante y teniente coronel. Desde 1886 a 1888 desempeñó la Comandancia de Suakin, y en el último año citado fué gravemente herido en la acción de Handub. En ese mismo año ejerció el mando de una brigada en las acciones de Gamaizieh y Toski. De 1889 a 1892 desempeñó el cargo de ayudante general del ejército de Egipto. En seguida fué nombrado comandante en jefe o Sirdar del ejército de Egipto, y durante los tres años siguientes dedicóse a la reorganización de las fuerzas del Khedive y comenzó la formación del contingente expedicionario que más tarde había de empujar la frontera egipcia hasta el interior del Sudán.

En el transcurso de estos años, Kitchener desplegó brillantes cualidades como organizador y administrador. Durante los tres años siguientes dejó plenamente demostrado que también poseía excelentes dotes para el manejo de tropas en campaña. Es imposible relatar en el corto espacio de un artículo, las brillantes operaciones militares que dieron por resultado la reconquista del Sudán. Baste hacer constar aquí que en

1896 ganó la acción de Ferket y avanzó la frontera y la línea ferroviaria hasta Dóngola.

En 1897, su lugarteniente Sir Archibald Hunter, ganó en Abu Hamen una victoria que aún llevó más hacia el sur la bandera egipcia. Al año siguiente, después que Kitchener había logrado tomar por asalto la Zarceba mahdista en la orilla del río Atbara durante la jornada del 8 de abril, tuvo lugar el ataque a Khartoum, que era el cuartel general del Mahdí y de su fanático ejército árabe, por una fuerza expedicionaria fuerte de 8.200 soldados ingleses y 17.600 indígenas con 80 cañones y 44 ametralladoras.

Durante las campañas egipcias, jugó un papel importantísimo el ferrocarril construido por Kitchener, a medida que su ejército iba conquistando territorios hacia el sur. Es innegable que en sus varias campañas lord Kitchener siempre tuvo a la fortuna de su parte, pero no es menos verdad que en sus preparativos jamás dejó al azar el más nimio detalle. Ninguna campaña histórica ha demostrado tan palpablemente la extraordinaria importancia de la organización perfecta y minuciosa, como la campaña que culminó en la batalla de Ondurman y en la destrucción del ejército del Mahdí el 2 de septiembre de 1898.

En la llanura, después de la batalla, yacían más de 9.000 derviches muertos y varios millares de heridos. El resto del ejército del Mahdí, impotente y desbaratado, tuvo que buscar refugio en el desierto. Las bajas anglo-egipcias no llegaron a sumar 4.000 entre muertos y heridos.

El domingo siguiente a la batalla, se celebró en Khartoum, al otro lado del río, una solemne ceremonia religiosa, en acción de gracias por los felices resultados obtenidos en la expedición. El objetivo de esta expedición había sido la destrucción del poderío de los derviches y la substitución de la barbarie por la civilización en el Sudán. Para los ingleses, sin embargo, esta campaña fué más bien una cruzada para vengar la memoria del Gobernador General del Sudán, Gordón, que en 1885 había sucumbido en el campo de batalla, como lugarteniente del Khedive, después del memorable asedio en que Khartoum—la avanzada de la civilización egipcia—cayó al fin en poder de las bárbaras hordas del Mahdí. La ceremonia religiosa tuvo lugar entre las ruínas del palacio de Gordón y resultó sumamente imponente. «Afirman los que estuvieron presentes que el bravo Sirdar apenas podía hablar o ver, cuando, al terminar el servicio, el general Hunter y los demás jefes y oficiales de la expedición avanzaron, según sus graduaciones, a estrechar la mano del vencedor. ¿Cómo dudarle? Kitchener había operado en el camino de Khartoum durante catorce años y al fin veía coronado su prodigioso esfuerzo con el

laurel del triunfo (1).» En esta ceremonia religiosa tomó parte el Padre Brindle, más tarde Obispo de Nottingham, que pocos años después recibió en el seno de la Iglesia Católica a S. M. la Reina Victoria Eugenia, y cuyo fallecimiento lloran en este momento tantos oficiales y soldados ingleses que le conocieron como amigo y compañero.

Como recompensa a sus servicios en esta campaña fué nombrado Par de Inglaterra con el título de Barón Kitchener de Khartoum y recibió las gracias del Parlamento, a más de una suma de treinta mil libras esterlinas.

Desde entonces muy cortos y contados han sido los períodos en que Inglaterra no ha puesto a contribución las extraordinarias dotes militares del vencedor de Ondurman. En 1899, siendo aún Sidar del ejército de Egipto, fué ascendido a teniente general y destinado, como jefe de Estado Mayor de lord Roberts, a la campaña de Sud Africa. En el desempeño de este elevado cargo tomó parte en las operaciones de Paardeberg, en la marcha a Bloemfontein, en el subsiguiente avance a Pretoria, y al regresar lord Roberts a Inglaterra, en noviembre de 1900, sucedió a este ilustre caudillo como comandante en jefe, previo su ascenso a general. Era de suponer que el hecho de que Kitchener hubiera anteriormente ejercido el supremo mando de un ejército en campaña, pudiera haber dado motivos a que no desempeñara con entusiasmo los deberes inherentes al cargo de jefe de Estado Mayor. Pero no ocurrió así, ni mucho menos. A su llegada a Inglaterra, lord Roberts pronunció en Southampton un discurso en que figuran estas palabras: «Como jefe del Estado Mayor de los ejércitos de Sud Africa, lord Kitchener ha sido para mí de imprescindible valía durante toda la campaña, y gustoso aprovecho esta oportunidad para hacer constar en público mi profundo agradecimiento por sus sanos consejos y su constante ayuda. Es imposible que nadie hubiera laborado con mayor persistencia ni de una manera más abnegada que lord Kitchener. Nadie hubiera sido capaz de ayudarme más leal y desinteresadamente.»

La guerra de Sud Africa se prolongó hasta el mes de mayo de 1902. Lord Kitchener acometió la solución del problema que la guerra de guerrillas le presentaba, con el mismo ardimiento y con no menor éxito que el problema de la reconquista del Sudán. Sus excelentes dotes de caudillo no solamente se revelaron en el sistema de blocaos introducido por la primera vez por el ilustre general Weyler en la campaña de Cuba, o en los impetuosos avances con que logró ir desgastando gradualmente la resistencia de los boers. Los éxitos del diplomático fueron tan grandes

(1) «Con Kitchener a Khartoum» de Steeven.

como los del general. La paz de Vereeniging no es un menor tributo a su habilidad y tacto como estadista, de lo que la batalla de Omdurman es a su competencia como comandante en jefe. En 4 de junio, el Ministro de la Guerra cablegrafió el siguiente mensaje al general que había logrado poner término satisfactorio a la prolongada y tediosa guerra:

«El gobierno de S. M. se complace en enviar a V. E. su más sincera felicitación por la energía, habilidad y paciencia con que V. E. ha conducido esta larga campaña, y desearía que V. E. tuviera a bien hacer saber a las tropas de su mando, cuán profundamente aprecia la nación la tenacidad con que han llevado a cabo la difícil tarea que les fué confiada, su bravura en los combates, la excelente disciplina en todo momento demostrada y la noble humanidad con que han procedido en todo el curso de la guerra.»

Otra vez recibió Kitchener las gracias del Parlamento británico y una nueva suma de cincuenta mil libras esterlinas. Antes de embarcarse para Inglaterra, se le obsequió con un banquete el 17 de junio. En esta ocasión—y seguramente con tan embargante emoción como en la ceremonia religiosa de Khartoum en 1898—Kitchener dirigió las siguientes palabras a los que a su lado habían compartido las penalidades de la campaña: «No olvidéis lo que durante la guerra habéis aprendido. Algunos habéis aprendido a montar a caballo y a disparar: todos habéis aprendido a ser disciplinados, fuertes y tenaces en la hora del peligro: a atacar con bríos, a defender lo que habéis ganado. Jamás podréis olvidar a los leales amigos y compañeros a cuyo lado habéis peleado en cien combates, Hasta las penalidades que tan jovialmente habéis sabido sufrir se trocarán mañana en recuerdos de días felices. Enseñad a las generaciones que vienen tras la vuestra lo que en la guerra habéis aprendido. Conservad robustos vuestros cuerpos y siempre listos vuestros caballos y fusiles para que en cualquier momento os halléis en condiciones de desempeñar la parte que os corresponda en defensa del gran Imperio que nos une a todos.»

No menos felices fueron sus alusiones a los que durante tanto tiempo habían sido sus enemigos en los campos de batalla. Hizo constar la lealtad con que habían cumplido las órdenes de sus caudillos; su disciplina y el valor y la pericia que constantemente habían desplegado en ataques y retiradas. «Sean cuales fueren nuestras anteriores convicciones», terminó diciendo, «hoy estamos firmemente convencidos de que constituyen una raza vigorosa y un factor de positiva importancia en el Imperio Británico».

Este generoso reconocimiento de las espléndidas cualidades de los

boers—reconocimiento que Kitchener ya había expresado claramente en la conferencia de la paz—granjeóle completamente las simpatías de sus antiguos adversarios. La campaña del general Botha en el Africa Sud-Occidental Alemana en 1915, y la que en el curso de este año está llevando a cabo el general Smuts en el Africa Oriental Alemana, constituyen un elocuente homenaje al poder de conciliación desplegado por lord Kitchener a la terminación de su gloriosa campaña en el Africa del Sur.

A su regreso a Inglaterra fué agraciado con el título de Vizconde y recibió de manos del Rey Eduardo la nueva y preciada condecoración de la Orden del Mérito. Después de la guerra de Egipto, durante un breve espacio de tiempo no desempeñó ningún cargo. En seguida fué nombrado general en jefe de la India. En su viaje a Asia, aprovechó la ocasión para hacer una visita a Khartoum, donde tuvo la satisfacción de presidir la ceremonia inaugural del colegio dedicado a la memoria de Gordon, del cual fué fundador y organizador. «Y así quedó realizado otro de los sueños de Kitchener. La destrucción del poderío del Mahdi, el asesino de Gordon, había sido uno de sus sueños. Otro había sido la educación de los vencidos y de los pueblos por ellos en otro tiempo tiranizados. En el auge de su gloria, en el momento mismo de su llegada a Inglaterra, había solicitado la ayuda de la nación para realizar su noble idea. Y la nación demostró en el acto la profunda admiración que sentía por las proezas de su caudillo concediendo una suma de 120.000 libras esterlinas (1).»

La ceremonia de la apertura del colegio de Khartoum tuvo lugar en noviembre de 1903, y antes de que finalizara ese mismo mes, Kitchener ya había desembarcado en la India. Allí pasó los siguientes siete años de su vida. No solamente llevó a cabo en este período un gran número de reformas administrativas de transcendental importancia, sino que también efectuó la reorganización y redistribución estratégica de las fuerzas británicas e indígenas. Un oficial que lo trató bastante íntimamente durante esos siete años ha descrito el intenso celo y perfecta competencia con que llevó a cabo su obra. Gracias a su robusta complexión nunca estuvo enfermo o decaído de espíritu, si se exceptúa la ocasión en que se rompió una pierna a consecuencia de una caída del caballo. Aun en esa ocasión era como un león enjaulado. Trabajaba en la cama durante todo el día. Constantemente recibía las visitas de los oficiales de su Estado Mayor que acudían en busca de órdenes e instrucciones. Escribió poco, pero era un crítico sin rival de cuantos proyectos le eran sometidos a su

(1). «Lord Kitchener», de Groser.

aprobación. Era un excelente juez de caracteres; jamás se equivocó en ninguna de sus elecciones.

Al dejar la India, en 1909, fué ascendido a Mariscal de Campo y nombrado Comandante en Jefe y Alto Comisario de las fuerzas británicas del Mediterráneo. Durante este periodo emprendió un viaje de inspección de las fuerzas del Imperio y fué a Australia y Nueva Zelanda a fin de ayudar en la confección de planes de defensa local. Como consecuencia de sus consejos se implantó la instrucción militar obligatoria. La solidez de los principios en que Kitchener basó la organización de las tropas coloniales ha quedado ampliamente puesta de manifiesto con motivo de las heroicas hazañas realizadas en Gallipoli por los contingentes designados con el apelativo común de *Anzacs* (*Australia-New-Zealand-Army-Corps*).

En 1911, Kitchener fué nombrado Agente de la Gran Bretaña en Egipto. Gracias a su firmeza y decisión, Egipto se matuvo neutral en la guerra que entonces tuvo lugar entre Italia y Turquía. Su prestigio en Egipto era altísimo, y aunque el ejército egipcio ardía en deseos de lanzarse en ayuda de sus correligionarios, que luchaban para librar a Trípoli de la ocupación italiana, la firmeza y resolución de Kitchener, unida a su popularidad entre los elementos musulmicos, lograron salvar al protectorado de complicaciones en la situación internacional.

En el verano de 1914, Kitchener se hallaba gozando de licencia en Inglaterra. El 3 de junio su nombre apareció agraciado con un condado en la Lista de Honores, concedidos con motivo de la celebración del cumpleaños del Rey.

A los dos meses de concedida esta gracia real,—el 4 de agosto de 1914—estalló la guerra entre Inglaterra y Alemania. Lord Kitchener estaba en camino para incorporarse a su destino en Egipto y acababa de embarcar en Dover.

En cumplimiento de un telegrama del gobierno, regresó inmediatamente a Londres.

El 5 de agosto se hizo público su nombramiento para desempeñar la cartera de Guerra, y la noticia fué recibida con gran júbilo en todos los ámbitos del Imperio. Aunque en esta época ya eran muy grandes los servicios prestados por Kitchener a su patria, la obra suya de mayor magnitud aún estaba por hacer. Nadie que no hubiera sido él, en cuya personalidad y acierto tenía todo el Imperio una confianza ciega, hubiera podido acometer y realizar la titánica empresa de transformar a la Gran Brejaña en una gran potencia militar. Los nuevos ejércitos de Inglaterra son popularmente conocidos con el nombre de *Ejércitos de Kitchener*, y la Historia corroborará, sin duda alguna, el aserto del Presi-

dente del Consejo de Ministros de que a Kitchener se debe, única y exclusivamente, la organización y equipo de esos ejércitos.

Tras veintidós meses de soportar responsabilidades y trabajos de tal magnitud, que es muy posible que nunca hayan sido acometidos y sobrellevados por hombre alguno en la Historia, Kitchener se hizo a la mar con su Estado Mayor a bordo del crucero *Hampshire* el día 5 de junio de 1916. Iba en misión especial a conferenciar con el Emperador de Rusia. Apenas hacía tres horas que había salido del puerto, cuando el *Hampshire* tropezó con una mina flotante, con tan funestos resultados, que sólo doce supervivientes lograron arribar a las Islas Orcadas en una balsa. El final fué súbito y trágico, pero la obra del gran militar y estadista ya está realizada. En las fuerzas de mar y tierra del Imperio se han alistado voluntariamente cinco millones de hombres; los nuevos ejércitos ya han acabado su instrucción, y la mayor parte de ellos ya están a estas horas en los campos de batalla de Flandes, de Francia, de Egipto, de Salónica, de Mesopotamia. Otros pueden ahora utilizar la obra acabada. Ya no eran indispensables para el éxito el cerebro y la personalidad del gran Organizador. Como Carnot, Kitchener había organizado la victoria, y muchos hay que pueden hacer perfectamente lo que la suerte no ha querido consentir que él mismo haga.

La brillante carrera de Kitchener puede resumirse en la siguiente proclama, dirigida por S. M. Jorge V a las tropas del Imperio, con fecha de 6 de junio de 1916:

«Con profundo dolor ha sabido S. M. el Rey la noticia de la catástrofe que ha costado la vida al Ministro de la Guerra cuando se disponía a desempeñar una misión especial cerca del Emperador de Rusia.

»Durante cuarenta y cinco años, el Mariscal de Campo Lord Kitchener prestó valiosísimos servicios al Estado. Gracias en gran parte a su genio administrativo y a su incansable energía, la nación ha podido crear y enviar a los campos de la guerra los ejércitos que hoy están continuando las glorias tradicionales de nuestro Imperio.

El ejército está de luto por la muerte de un gran general que, en difícilísimas circunstancias, prestó un servicio supremo y abnegado al ejército y a la nación.»



REVISTA MILITAR

El caucho, contrabando de guerra.

Entre las muchas materias que poco a poco se han ido declarando contrabando de guerra, figura, como muy digna de serlo, el caucho, que el Gobierno inglés tardó bastante tiempo en clasificarlo como tal.

Nuestros vecinos los franceses, creen que es una de las sustancias más difíciles de ser reemplazadas, y naturalmente, anhelan que llegue el día en que por medio de un bloqueo serio y efectivo, llegue a faltar por completo en Alemania.

El consumo de caucho, es en efecto enorme y en primer término es debido a los neumáticos de los automóviles y bicicletas: nada menos que 75.000 toneladas, se emplearán en su fabricación durante el año corriente en los Estados Unidos. Aparte de esta aplicación son muy importantes las siguientes: telas impermeables, calzado, material de hospitales; vestidos para los trabajadores que fabrican la dinamita; cinturones de salvamento, etc.

El caucho, como tantos otros productos, puede decirse que está monopolizado por los norteamericanos y que el Brasil es el país abastecedor por excelencia, aunque también se obtiene en el Congo y en otros territorios africanos, en Ceylán, Malasia, Malaca y Borneo también se produce, y sobre todo en el segundo de estos países, se han hecho hace años grandes plantaciones que permiten abrigar la esperanza de que en este año producirán 60.000 toneladas.

Al caucho procedente de los árboles de bosques y de plantaciones, hay que agregar el artificial, obtenido por los químicos alemanes y dado a conocer por el canciller del imperio, en pleno Reichstag, al hablar de la potente organización industrial alemana.

Este producto, muy imperfecto según dicen los franceses, resulta además muy caro, y de aquí el empeño de los germanos en obtener por todos los medios imaginables el caucho natural, que han conseguido acumular en gran cantidad durante los primeros meses de la guerra, pero del cual no deben estar muy sobrados a juzgar por el hecho de haber embarcado 500 toneladas de níquel y caucho, el submarino *Deutschland*, en su viaje de regreso a Europa.

Producción mensual de fundición en los Estados Unidos.

La producción mensual de fundición obtenida en los Estados Unidos que había tenido un aumento considerable en 1915, ha continuado creciendo en el primer semestre del año actual.

Durante el primer semestre de 1916 se han obtenido 19.619.522 toneladas, mientras que en el segundo de 1915 sólo se alcanzan 17.082.422 y 12.288.791 en el primer semestre. Se han producido, pues, durante los seis primeros meses de este año, 7.885.731 toneladas más, que durante análogo período del año pasado.

Conviene advertir que en el primer semestre de 1914, fué la producción de toneladas 12.586.094, y bajó en el segundo a 10.796.150.

De las 19:619.522 toneladas del último semestre, más de ocho millones sirvieron para fabricar el acero Martín y más de seis para el acero Bessemer: tres millones se emplearon simplemente como fundición y el resto se empleó en aleaciones especiales.

Nuevos zepelines.

Los nuevos zepelines alemanes están dotados de aparatos radiotelegráficos de mayor alcance que los empleados hasta la fecha. La antena, generalmente usada en conexión con los aparatos instalados en los zepelines, consiste en un alambre de bronce fosforoso de más de 200 metros de longitud que se desarrolla de un carrito a medida que el dirigible se eleva. El aparato radiotelegráfico obtiene su potencia de un pequeño generador de 120 kilogramos de peso, y es de tal naturaleza, que el peligro de las chispas por efecto de la inducción, bien en los instrumentos mismos, bien en los objetos cercanos, está reducida al mínimo. Cada uno de los grandes aeródromos alemanes tiene una estación de radiotelegrafía que permite a las aeronaves estar en comunicación con sus bases. Tienen los aparatos de los zepelines un alcance de 120 millas y como los mensajes pueden transmitirse de una en otra unidad, se comprende que en muchos de los *raids* realizados sobre Inglaterra, los comandantes de los zepelines, han estado en comunicación con las autoridades de su patria.

Programa naval en los Estados Unidos.

El 15 de agosto aprobó el Congreso de los Estados Unidos todas las ampliaciones que el Senado había propuesto en la Ley de Créditos para la Marina, menos cuatro apartados que siguen en estudio.

Nunca y en ninguna nación, se ha concedido un crédito tan elevado, puesto que alcanza éste la respetable suma de 315 millones de dollars, para la construcción de 157 buques de guerra en el plazo de algo menos de tres años (1.º julio 1919).

He aquí los buques que deben ser construídos:

Acorazados.—Diez de primera clase con armamento, coraza y velocidad tan grandes, como el que más de los existentes; su coste será de 11,5 millones de dollars cada uno sin incluir lo que cueste el armamento y la coraza.

Cruceros de combate.—Seis de la máxima velocidad que se pueda y del mayor radio de acción que se logre alcanzar, su coste será de 46,5 millones de dollars, sin contar coraza y armamento.

Exploradores.—Diez, muy rápidos, protegidos y con artillería de largo alcance.

Contratorpederos.—Cincuenta; de ellos se procurará que cuatro se construyan en los arsenales del Pacífico.

Submarinos.—Cincuenta y ocho; de los cuales tres serán de 800 toneladas a 1.200.000 dollars uno; 26 submarinos de costa; el resto de alta mar.

Buques auxiliares.—Tres buques tanques para combustible; un buque taller; un transporte; un buque hospital; dos sostenes de contratorpederos; uno sostén de submarinos; dos buques para municiones.

Cañoneros.—Dos.

CRÓNICA CIENTÍFICA



Receptor de telegrafía sin alambres para determinar la dirección en que se halla una estación emisora.

En los Estados Unidos el organismo oficial denominado Bureau of Standard, que tiene a su cargo efectuar estudios científicos e industriales, ha dado por concluidas de satisfactorio modo las reformas y pruebas realizadas con una nueva estación receptora de telegrafía sin alambres, por medio de la cual se puede determinar la dirección en que se halla una estación emisora.

Electrical World, que da esa noticia, no describe esa estación receptora, que parece ser que no tiene necesidad de antena y no comunica con la tierra.

Se afirma, por la citada revista, que en esa nueva estación receptora influyen mucho menos que en las ordinarias las perturbaciones atmosféricas y la interferencia con ondas de estaciones distintas de aquélla con la que está orientada, porque recibe las señales de esta última con el máximo de intensidad.

El secretario del Department of Commerce de los Estados Unidos ha alabado mucho esas nuevas estaciones, que permitirán a las embarcaciones hallar la dirección exacta en que se halla un faro, fijo o flotante, provisto de telegrafía sin alambres e inversamente, darán el medio de averiguar desde una estación la dirección en que se hallen los buques, circunstancia que será de inestimable valor en el caso de pedir socorro estos últimos.

Esas nuevas estaciones receptoras, son tan sencillas y ligeras, que no exigen la construcción de antenas y pueden transportarse en un vehículo cualquiera o ser llevados por un hombre.

El aire como rompeolas.

El Sr. Brasher ha ideado una curiosa aplicación del aire comprimido, muy eficaz, al parecer, para proteger las construcciones en el mar contra la acción destructora de las olas en las tempestades.

Las instalaciones del sistema Brasher, realizadas a lo largo de la costa de Nueva Jersey, para impedir que cimentaciones de edificios y construcciones diversas padecieran, por la acción de las olas han dado, según se afirma, excelentes resultados.

Es sencilla la instalación ideada por el Sr. Brasher para obtener esos provechosos efectos, porque se reduce a un compresor de aire, situado tierra adentro y a unos tubos que conducen el aire a otro, establecido debajo de las aguas, paralelamente a la obra que trate de protegerse, a unos 40 metros de ella y provisto de orificios en su parte superior, por los que se escapa el aire comprimido.

Esa corriente ascendente de burbujas de aire forma una especie de pantalla protectora, porqué gracias a su acción, entre la orilla y ella, el mar está muy espumoso, pero sin oleaje.

La Standard Oil Company había intentado, por tres veces, sin llegar a conseguir su deseo, la construcción de un largo embarcadero, de 1,250 metros de longitud

en El Segundo y en sitio en que era tan violenta la acción de las olas, que en febrero de 1915, durante una tempestad, demolieron más de 600 metros cúbicos del embarcadero.

Ante estas dificultades, la citada compañía hizo una instalación del sistema Brasher, colocando a 9 metros de profundidad un tubo de 36,50 metros de largo, paralelamente al extremo del embarcadero y a 44 metros de él, y otros dos tubos sumergidos también en ese mismo extremo, a uno y otro lado de él, para proteger los paramentos laterales del embarcadero, cuya anchura es de 21,80 metros.

Los tubos de los que ha de salir el aire tienen 10 centímetros de diámetro y están provistos, en su parte superior, de orificios espaciados 15 centímetros. Suministran el aire necesario dos compresores, que envían a esos tubos 56 metros cúbicos por minuto y están colocados, en la instalación que poseía la Standard Oil Company, a 3 kilómetros de la orilla.

Al poco tiempo de terminarse esa instalación, un violento huracán causó considerables destrozos, por la acción del mar, en muchos sitios de la costa del Pacífico; pero, el embarcadero no sufrió nada, gracias a haber hecho funcionar a tiempo el aire comprimido.

Propone el inventor su sistema principalmente para aplicaciones temporales, durante las tempestades, mientras se realizan ciertos trabajos en el mar, que no hayan adquirido la suficiente solidez para resistir el embate de las olas y cuando las tempestades hayan producido averías cuya propagación evitaría el uso de su sistema. Cree el Sr. Brasher que el aire comprimido podría tener también eficaces aplicaciones en el dragado y en los trabajos de salvamento efectuados durante el mal tiempo. ◇

Tracción eléctrica por corriente continua, a gran tensión.

Publica el Sr. Renshaw un trabajo, en *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers* acerca de la tracción eléctrica por corriente continua, en el que se recuerdan primeramente los ensayos antes efectuados, de ese género de tracción, empleando dos motores de 600 volts acoplados en tensión.

Muchos de los carruajes que utilizaron esas corrientes habían de marchar a 600 volts al cruzar las poblaciones y a 1.200 fuera de ellas y los resultados obtenidos con estas tensiones han sido, en general, muy satisfactorios.

Después se ha ido elevando la tensión de la corriente continua, que sucesivamente ha alcanzado los valores de 1.500, 2.400 y 3.000 volts y recientemente se ensaya la de 5.000 volts.

Las pruebas de esta última y elevada tensión las realiza la Michigan United Traction C., en su línea de Grass Lake, con un carruaje eléctrico, equipado para utilizar esa tensión de 5.000 volts.

Ha recorrido ese carruaje, durante cinco meses, 8.480 kilómetros por mes y como los resultados obtenidos parece que son excelentes, por no haber sufrido, durante todo ese tiempo, avería alguna el material eléctrico, propone el Sr. Renshaw la adopción de 5.000 volts para las futuras líneas de tracción eléctrica por corriente continua. ◇