

con amplios espacios libres destinados a parques o a huerta. En el emplazamiento señalado empieza la ladera Sur y por su altitud y excelente situación puede servir de emplazamiento a una ciudad.

Los emplazamientos designados que se marcan en el plano permiten establecer un sistema de comunicaciones rápido con el centro de Madrid, sistema que no puede ser otro que una línea del "Metro". La ciudad número 1 puede ser servida con una prolongación de la línea Sol-Quevedo o de la línea nueva Sol-Callao-Ciudad Universitaria. La ciudad número 2 por una línea que, partiendo de la estación Retiro, vaya por la calle de O'Donnell a Vicalvaro. La número 3 por la prolongación de la línea de Ventas, y la número 4 requiere el establecimiento de una línea que, cruzando el Manzanares y atravesando la Casa de Campo, alcance la ciudad satélite. Las nuevas ciudades quedarán situadas exteriormente al ferrocarril suburbano de contorno, imprescindible para el desarrollo y expansión de la capital, que las enlazaría entre sí y con el interior de Madrid, en combinación con las líneas de transportes en común.

Una circunstancia que es preciso considerar y que ha de impulsar la erección de las ciudades satélites, es la construcción de autopistas, esenciales para el tráfico automóvil, que se tardarán más o menos en construir, pero con cuya implantación en lo futuro hay que contar y cuya importancia para las comunicaciones y transportes terrestres en el interior de la Península es indiscutible; Madrid, y en general todas las ciudades de la meseta central, dependen y tienen su vida estrechamente ligada a los transportes terrestres; el Madrid de principios del siglo XIX, que tan poco se diferenciaba del Madrid de los Austrias, era una ciudad que dependía de la arriería, y de los carros y diligencias. El Madrid actual es el Madrid del ferrocarril de vapor, concentrado en su edificación terminal perfectamente definido de una serie de líneas. El Madrid futuro tiene que ser el Madrid de los ferrocarriles eléctricos, del automóvil y del camión

"Diesel", extendido en una amplia superficie, y con su área enlazada por una red orgánica de transportes común; este Madrid futuro requiere comunicación fácil y económica con sus puertos Alicante, Valencia y Santander, y así como Santander queda perfectamente servido con el ferrocarril Madrid-Burgos, Valencia, por la especial topografía de la región que hay que atravesar, requiere la autovía, que enlazaría Madrid con su zona periférica, con la Sierra de Cuenca, con la huerta de Valencia y con el mar. La obtención industrial de combustibles líquidos nacionales obligará necesariamente a la construcción de las autopistas.

Las nuevas ciudades, base de las nuevas viviendas, han de estar adaptadas a las condiciones de la vida y de la economía de la época actual y adaptadas a la región donde han de edificarse. Sus condiciones han de permitir vencer las condiciones extremadas del clima de Madrid, han de ser cómoda residencia de todas las clases sociales, permitiendo la residencia fija, sin carecer de ninguno de los elementos de la vida moderna y con fácil comunicación con Madrid o con otras de las ciudades satélites, la vida doméstica ha de encontrar la ventaja de la simplificación del trabajo diario por la acertada construcción y equipo de las viviendas y por la posible utilización de la electricidad en las faenas domésticas. A las viejas viviendas madrileñas han de substituir las correspondientes a una nueva etapa de la vida, adaptadas especialmente para la dinámica urbana del futuro. Vista la cuestión en su conjunto hay que considerar que la transformación de las ciudades españolas es una de las cuestiones que más hondamente han de afectar a la vida nacional y a su economía. Su importancia es comparable a la transformación de grandes extensiones de secano en regadío y a la racionalización y abaratamiento de los transportes terrestres, problemas básicos de la valorización de la meseta central española.

Ramón MONTALBÁN,
Ingeniero de Caminos.

Notas de un viaje de estudios

Historia y método de los aforos en Egipto

Antecedentes e historia.

Ya Herodoto dijo que "Egipto es un don del Nilo"; y en efecto, así es, pues aunque la superficie total se aproxima a un millón de kilómetros cuadrados, descontando los desiertos, queda el Egipto útil, el verdadero Egipto, que es el valle del Nilo y que comprende solamente unos 33 000 kilómetros cuadrados.

En la antigüedad debió tener aproximadamente la misma extensión, y es curiosa a este respecto la sentencia del antiguo oráculo de Ammón: "Egipto es todo lo que el Nilo sumerge con sus inundaciones, y egipcios son todos los que viven del lado acá de Elefantina, la ciudad de los elefantes, y beben aguas del río".

La población actual es de unos 15 millones de habitantes, de los cuales el 49 por 100 de la población útil se dedica a la agricultura.

En Egipto es corriente la frase "el agua no viene

del cielo, sino de la tierra", y el Nilo es y ha sido el verdadero dios, el dueño efectivo de Egipto. Los antiguos egipcios lo adoraban como "padre de los dioses" y entonaban en su loor innumerables himnos sagrados, algunos de los cuales han llegado hasta nuestros días escritos en papiros.

Para dar una idea de la antigüedad de los riegos en este país, basta recordar que hace seis mil años estaba ya canalizado el Nilo y por medio de un vasto sistema de diques y canales se regularizaba la inundación, lo que permitía la agricultura. La vida del Estado descansaba en una organización hidráulica centralizada, y en épocas de anarquía, al romperse la unidad del gobierno político y por lo tanto la unidad hidráulica, se derrumbaba todo el sistema.

Nilómetros.

Los antiguos egipcios trataron de descubrir las leyes de la crecida, "tinieblas en pleno día", como ellos decían, y colocaron al efecto tres nilómetros:

uno en la isla Elefantina, aguas abajo de la actual presa de Assuan, frontera natural del Egipto; otro en la isla de Roda, en El Cairo, y otro en Alejandría. Eran pozos profundos en comunicación con el río, con las paredes de piedra y una de ellas de mármol, en donde estaba colocada la escala. En el de la isla Elefantina se encuentran tres escalas: una moderna en el sistema métrico, otra de la época griega y la tercera, la más antigua, en medidas demóticas.

Estos nilómetros han jugado en la antigüedad un gran papel en la vida pública. La altura del "padre Nilo" creaba el lujo o la miseria. Según el estado de las aguas, se sabía exactamente qué canales y qué tierras se podían regar y se proporcionaban los impuestos a la cantidad de agua.

La contribución se pagaba en especie y no por la cantidad de suelo ocupado, sino por el rendimiento de la cosecha, cuya cuantía se determinaba según la medida de la inundación anual y con los datos que los nilómetros proporcionaban.

En el momento de la crecida, la multitud, ansiosa, consultaba la altura de las aguas y se celebraban grandes fiestas populares al alcanzar 16 codos o brazas, que era la altura necesaria para fecundar debidamente el valle. Por esta razón, la famosa escultura del "padre Nilo" que se encuentra en el Museo del Vaticano está rodeada por 16 niños, cada uno de los cuales tiene un codo de altura.

En aquellos tiempos el Nilo marcaba el primer día del año agrícola que correspondía al año civil y que coincidía con el día en que el Nilo comenzaba lentamente a subir en el nilómetro de Roda. Esto ocurría aproximadamente del 17 al 20 de julio. Pero los egipcios observaron que este acontecimiento importantísimo tenía lugar aproximadamente el día en que la estrella más brillante del cielo egipcio, Sothis (Sirio entre nosotros) empezaba a aparecer por Oriente, y ese día fijo fué a partir de tres mil doscientos ochenta y cinco años antes de Jesucristo, el primer día del año. (Esta fecha corresponde a novecientos cuarenta años antes del diluvio.)

También el Nilo dividía las estaciones del año en tres: la estación de la inundación, la de la sementera y la de la cosecha. Cada una de estas estaciones tenía cuatro meses de treinta días y al final del año se añadían cinco días, a lo que se llamaba "el pequeño mes".

Historia de los aforos.

El caudal del Nilo en Egipto se ha medido de una manera regular y por medio de flotadores desde 1898. Anteriormente a esta fecha se tienen muchos datos, pero no sistemáticos.

En las escalas de la isla de Roda y de la isla Elefantina se ha registrado la altura del agua de una manera sistemática y continua desde 1870. También se han registrado, aunque con algunas interrupciones, los niveles máximos y mínimos anuales en Roda desde el año 640.

Como dato curioso consignaremos que una tradición de la época de los Ptolomeos refiere que bajo el gobierno de Dioser, primer rey de la tercera dinastía (hacia el año 2770 antes de Jesucristo), el Nilo estuvo sin desbordarse siete años, por lo cual el país se vió sumido en gran penuria. Esta tradición nos hace recordar el sueño del rey de "las siete vacas flacas", descifrado por José, hijo de Jacob, según rezar las Sagradas Escrituras.

En el año 1902 se empezó el estudio científico de la Hidrología del Nilo, constituyéndose en El Cairo el Servicio Hidrológico dependiente del Departamento de Física, organismo científico y autónomo relacionado con el Ministerio de Obras Públicas. Desde su creación, tanto el director del Departamento como el del Servicio Hidrológico son de nacionalidad inglesa.

Este organismo centraliza y clasifica todos los datos referentes al estudio del Nilo desde el punto de vista científico. Como en Egipto la vida y la riqueza del país dependen de las aguas del Nilo, la importancia de este Servicio es enorme.

En el año 1902 se colocaron limnómetros en los principales afluentes de la cuenca y se introdujo el sistema de aforos por molinete.

Aforos en Assuan.

También en el año 1902 se terminó la primera presa de Assuan. Poco después se comprobó que los coeficientes aplicados para determinar el caudal de las compuertas se alejaban bastante de la realidad, pues los caudales calculados por medio de las compuertas y lo calculado por medio de molinetes diferían en más del 25 por 100. (Hay que tener en cuenta que el volumen total anual del Nilo en Assuan es de 97 000 000 000 metros cúbicos, que representa un caudal medio de 3 070 m.³/seg.).

En 1905 se construyó un gran tanque de mampostería aguas abajo de la presa, de una capacidad de 22 000 m.³, para actuar de colchón de aguas y proteger el pie de aquélla. Pero el ingeniero inglés Mac Donald, residente en la presa, empezó a utilizar el tanque para medir directamente el caudal desagüado por un tipo determinado de compuerta y así calibrar ésta.

Estos primeros experimentos son el punto de partida de una serie de trabajos y experiencias que han dado por resultado establecer por medio de la presa de Assuan, y al cabo de veinticinco años, una medida exacta y sistemática del caudal del Nilo a lo largo del año. Decimos medida exacta porque el error final es del orden del 1 por 100.

Resumen.

Aparte de los aforos de Assuan, el número anual de aforos por medio de molinete en toda la cuenca del Nilo al Sur de la citada presa es de unos 5 000, y son más numerosos los efectuados en el sistema de distribución de Egipto, o sea al Norte de Assuan. Puede por lo tanto afirmarse que hoy en día no hay en el mundo ningún río en el cual se efectúe un tan extenso y perfecto sistema de medida de caudales.

Aforos con molinete.

Tipos de molinete.

A diferencia de lo que sucede en Europa, en donde la inmensa mayoría de los molinetes son de eje horizontal (Amsler y Stoppani, de Suiza; Richard, de Francia; Ott. de Baviera, etc), los molinetes usados en los aforos del Nilo son generalmente de eje vertical o tipo americano, marca Price, construídos por la casa Gurley, de New-York. Estos molinetes, que se pudieran llamar de tipo anemómetro, están consti-

tuidos esencialmente por un rotor de seis álabes cónicos soldados a un bastidor horizontal y su rotación es debida a la diferencia de presión en los lados opuestos de los álabes.

Este molinete Price, es el molinete tipo del "Geological Survey", de los EE. UU., según el cual, en condiciones ordinarias mide el caudal con una exactitud del 5 por 100.

la velocidad oblicua en sus dos componentes, normal y transversal.

Sin embargo, el Price es mucho más sensible para bajas velocidades porque tiene un soporte único pivotal y su sensibilidad es muy grande a partir de 0,22 m./seg. En el Nilo se usa siempre suspendido por un cable y, por lo tanto, no tiene la dirección fija, sino que depende de la dirección de la corriente. De

MOLINETE "GURLEY"

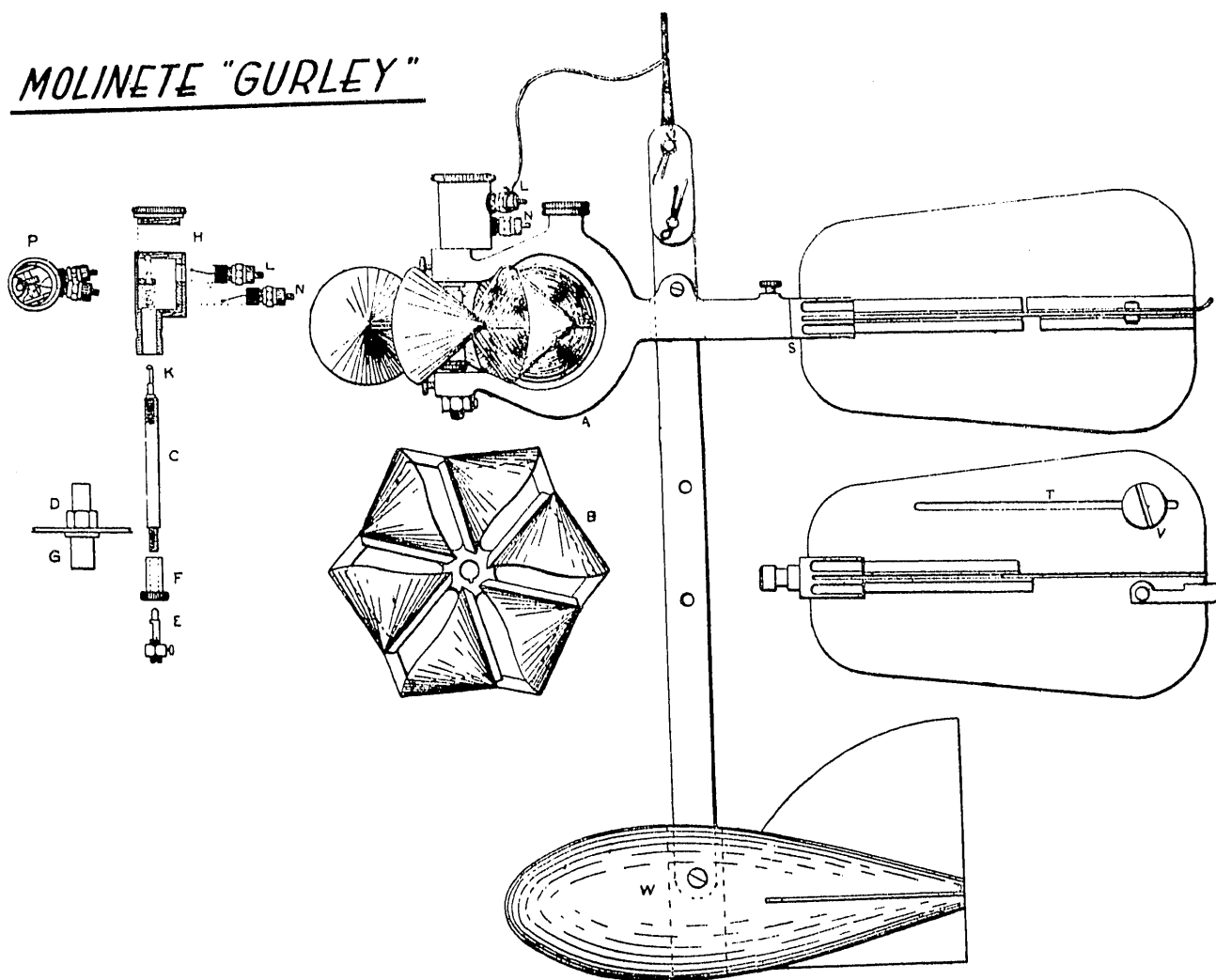


Fig. 1.^a

Los ingleses lo han utilizado en casi todos los países sometidos a su influencia y lo introdujeron en Egipto, como ya dijimos, en el año 1902. En la actualidad, y para todo el Nilo, existen más de 300 molinetes de este tipo. Son más económicos que los europeos, pues en Egipto cuestan unas 15 libras, o sea unas 550 pesetas.

En el Nilo se han probado los molinetes hélice o de eje horizontal, sobre todo los americanos de la casa Haskell, pero no se ha generalizado su uso. De las experiencias llevadas a cabo en Egipto y en los Estados Unidos para comparar los dos tipos de molinete se deduce lo siguiente:

El molinete hélice mide menos y el Price más en agua muy turbulenta, pero este último da mayor error. De lo que se deduce que para aguas turbulentas es más adecuado el molinete hélice y se le debe mantener fijo por medio de una barra. En este molinete la forma de las superficies del rotor es tal que descompone

esta manera mide el valor total de la velocidad, y por lo tanto registra con exceso si hay alguna velocidad oblicua apreciable.

Por lo tanto, en Egipto se emplea el molinete Price o de eje vertical porque en aguas tranquilas y además fangosas, como las del Nilo, es el más exacto.

Forma de hacer el aforo.

Lo más cómodo y práctico para dividir la sección de un río en partes iguales, es emplear un cable graduado tendido de una a otra orilla; pero esto no puede aplicarse en Egipto porque el Nilo es navegable mientras recorre este país y además es excesivamente ancho, por lo que se recurre a boyas fuertemente ancladas e igualmente espaciadas y a unos 30 ó 40 metros aguas arriba de la sección, a las cuales se engancha la lancha por medio de un cable, que se va soltando hasta que la proa de la lancha alcance la línea de

la sección. Además la lancha va provista de tres anclas.

Para fijar exactamente la posición de cada estación, en ambas orillas existen un par de referencias fijas, y desde la barca se mide, por medio de un sextante de reflexión, que aproxima hasta el minuto el ángulo bajo el cual se ven las dos referencias de la orilla más alejada, y por medio de unas tablas se halla la distancia al origen.

Generalmente en un aforo se toman 22 estaciones, en cada una de las cuales se determina la profundidad por medio de una sonda. Se hacen mediciones de la velocidad en cinco puntos de cada vertical, la primera y la última cerca de la superficie y las otras tres igualmente espaciadas, lo que supone un total de 110 mediciones. En cada punto, para hallar la velocidad, se cuenta por medio de un cronómetro el número de vueltas durante tres intervalos (cada uno de un minuto) y se toma la media cuando no difieren mucho entre sí.

En el caso de los aforos de Khannaq, que sirven para la comprobación de los caudales de las compuertas, se hacen las siguientes mediciones de la velocidad en cada vertical: a 0,50 m. del fondo, después a intervalos de un metro y el último a 0,50 m. de la superficie; lo que supone un total de 240 mediciones.

Cada observador debe llevar un equipo con todos los aparatos por duplicado y las correspondientes piezas de recambio, para que no pueda excusarse de efectuar el aforo. En los aforos corrientes de Assuan se tarda unas cinco horas.

Curva de velocidades.

Es sabido que la curva de la velocidad con relación a la profundidad, en los grandes ríos como el Nilo, es aproximadamente parabólica. Para determinar lo más exactamente posible la forma y ecuación, se observaron las curvas de más de 500 aforos de precisión efectuados en la estación de Khannaq y se vió que la forma era la misma para todas las profundidades, sobre todo a partir de los 4 metros.

La ecuación de la parábola es:

$$v = \frac{1}{4a} (1,4356 H^2 + 1,76 Hh - h^2)$$

donde v es la velocidad en el punto cuya profundidad es h ; H es la profundidad del río, y a es un coeficiente que varía con la velocidad media y con la profundidad de la sección y cuyo valor se obtuvo para los diferentes casos.

Sondeos.

Para sondear en aguas bajas se utiliza un peso cónico de 10 kg., suspendido de un cable por medio de un torno graduado hasta centímetro.

En crecidas (caudales mayores de 3000 m.³/seg.) se utiliza un peso, cónico también, de 48 kg. Pero el sondear durante las crecidas presenta considerables dificultades. Debido a la velocidad del agua el peso es arrastrado y el cable de suspensión se curva y las profundidades observadas requieren una corrección.

Antiguamente se despreciaba este error. Después, para evitarlo, se fijaba un cable de sujeción al peso y desde la popa de la lancha se tiraba de él, hasta que la parte del cable de suspensión que estaba sobre el agua quedaba vertical. En estas condiciones lo que sucedía era que el cable de sujeción soportaba parte del peso y al disminuir la tensión del cable de suspen-

sión la curvatura aumentaba, y con esto aumentaba el error, por lo que se suprimió el segundo cable.

Por todo esto, Mr. Phillips, director del Servicio Hidrológico, se dedicó a estudiar la cuestión desde el punto de vista teórico y al mismo tiempo empezó, en el año 1924, una serie de experimentos en el depósito de agua, que en aquel entonces se utilizaba para verificar los molinetes. Suspendía el peso, por medio del correspondiente cable y torno, de un lado de la lancha y lo arrastraba en agua tranquila a velocidad determinada v y con diversas longitudes de cable l , midiendo la tensión T del cable por medio de una balanza de resorte y la inclinación θ del mismo en la superficie por medio de un arco graduado.

Como este tanque era poco profundo se completaron los experimentos en el embalse de Assuan. Se utilizó una lancha de vapor, midiéndose la velocidad por medio de un molinete de precisión suspendido de la misma lancha.

CURVA DEL CABLE DE SONDEO

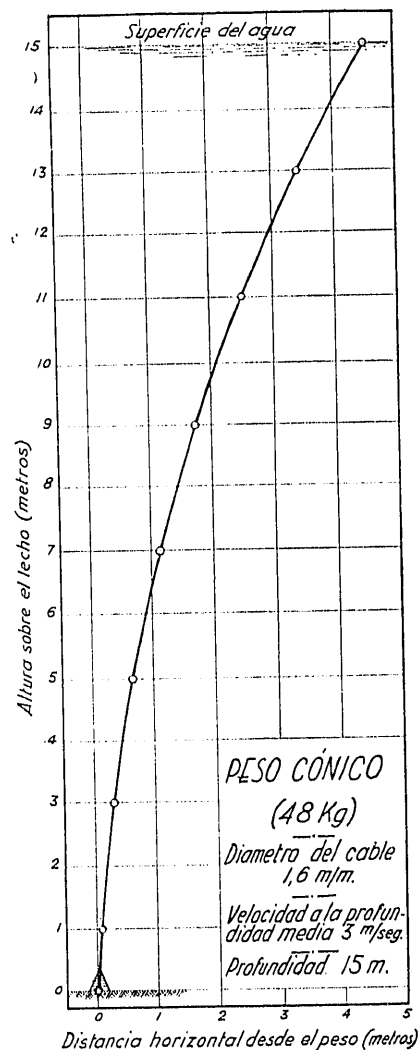


Fig. 2.^a

Siendo l la longitud del cable a contar del lecho del río hasta la altura h ;

$$l = \int_0^h dh \sec. \theta,$$

o sea que l es el área limitada por la curva sec. θ y el eje de las X .

Pero partiendo de las ecuaciones diferenciales de equilibrio y de la relación entre v y h se llega a una fórmula del tipo

$$h = \varphi (K, a, T, H, \theta, \theta_0)$$

donde a y k son constantes que se determinan experimentalmente.

Las restantes variables también se determinan experimentalmente para cada caso o se dibujan por puntos las curvas que ligan unas con otras variables. (En la Memoria que presentaremos a la Escuela se detalla el procedimiento seguido).

VERIFICACIÓN DE MOLINETES.

Turbulencia.

El método universalmente empleado para verificar los molinetes consiste en arrastrarlos a una velocidad determinada a través de agua tranquila y registrar el número de revoluciones. A este método se le hace una seria objeción, que por otra parte es común a todas las formas de molinete, a saber:

Arrastrar el molinete en agua tranquila es equivalente a que los filetes líquidos se muevan paralelamente unos a otros y con la misma velocidad; mientras que en las corrientes naturales el movimiento en un punto varía en velocidad y dirección, acusando por lo tanto *turbulencia*.

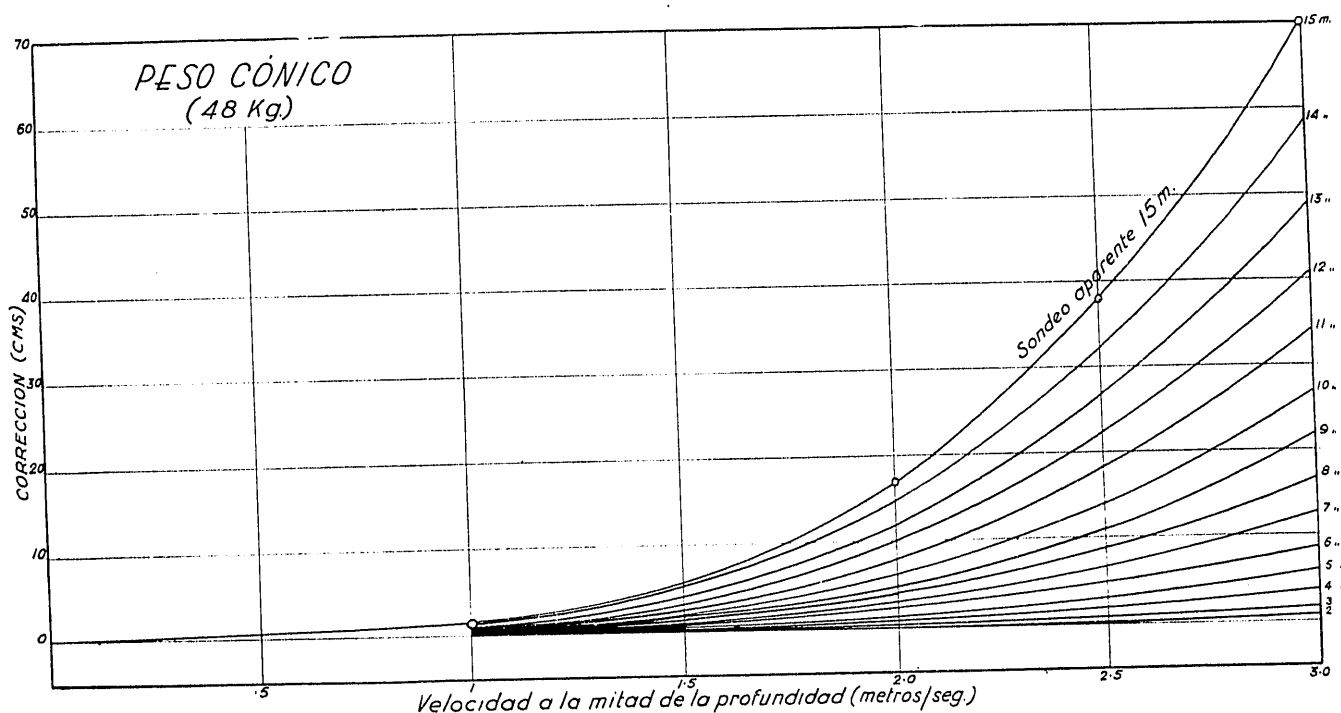


Fig. 3.^a

Como la verdadera profundidad es H , $l-H$ será la corrección a restar del sondeo aparente. Después de muchos experimentos se han llegado a construir unas tablas de corrección de doble entrada, en las que se toman como datos la profundidad aparente l y la velocidad en el punto de profundidad media $v_{0.5h}$.

Toda esta teoría y experiencia está fundada en la suposición de que las fuerzas que actúan en el peso y cable al arrastrarlos a través de agua tranquila a una cierta velocidad, son las mismas que cuando dicho peso y cable están fijos y el agua discurre a la misma velocidad media. Para comprobar esto, con suficiente exactitud, se ha medido el ángulo de inclinación del cable en la superficie del agua al sondear en tiempo de crecida, para compararlo con el obtenido en las experiencias. Aunque dicha suposición no es verdadera, la diferencia es tan insignificante que no es necesario hacer nuevas experiencias ni corregir nuevamente las tablas de corrección que están halladas con suficiente aproximación.

Se ha comprobado que el molinete Price, colocado en una corriente natural, siempre dará un mayor número de revoluciones que el arrastrado a través de agua tranquila con la misma velocidad media.

El departamento de Física ha construido un aparato original para medir el efecto de la turbulencia. Este aparato es del mismo tamaño que el molinete corriente y por lo tanto acusa la turbulencia de la magnitud o escala que puede afectar al molinete.

Los resultados de los experimentos hechos con este aparato demuestran que el efecto de turbulencia se manifiesta en la medida de los caudales, y al decrecer la turbulencia el caudal aparente disminuye, hasta que alcanza un valor constante cuando el aparato indica cero.

En la mayoría de las estaciones de aforo de Egipto no existe turbulencia, lo que indica que están bien escogidas. En la estación de aforos de Kannaq, 35 km. aguas abajo de la presa de Assuan, el aparato ha indicado siempre cero, aun en las crecidas extraordinarias.

rias. La estación está ubicada a la mitad de una recta del río, de unos 8 km. de longitud y con la sección muy uniforme.

Antiguas estaciones de verificación de molinetes.

La primera estación se montó en 1913. Consistía en un pequeño pontón flotante formado por dos tubos de cinc terminados en conos y del cual se suspendía el molinete 60 cm. bajo la superficie del agua. El pontón se unía por medio de cables a dos tornos de mano, uno a cada extremo del depósito de aguas potables de Giza y era arrastrado a una velocidad controlada por los hombres que manejaban los tornos. A pesar de lo rudimentario del procedimiento, al cabo de unos años de práctica, los resultados fueron sorprendentes. Así, en los aforos hechos por medio de las compuertas de la presa de Assuan y por medio de molinetes verificados en Giza estos últimos dan un caudal medio 2,1 por 100 menor, que era debido a la perturbación causada en el agua por el arrastre del pontón.

En 1921 se montó otra estación de verificación en otro depósito de aguas potables para El Cairo, situado en Abbassiya, permitiendo un recorrido de 100 m. El carretón corre sobre dos carriles colocados a lo largo de un lado del depósito, y de aquél sale un brazo movable o *trolley* que se proyecta sobre el agua y de cuyo extremo se suspende el molinete (disposición idéntica a la de la actual estación del Canadá). Los resultados obtenidos con esta estación, provista de aparatos registradores eléctricos, son muy concordantes con las curvas facilitadas por el constructor de los molinetes y con las curvas de verificación del Bureau of Standard de los Estados Unidos. Así, los molinetes verificados en Abbassiya dan un caudal 0,9 por 100 mayor que el caudal dado por las compuertas de la presa de Assuan.

Moderna estación.

Fué montada en Delta Barrage en 1933, con un coste de 3 000 libras. El carretón, análogo al de la estación anterior, va sobre cuatro ruedas que se mueven en dos carriles colocados sobre los cajeros de un canal. El movimiento del carretón está producido por un motor eléctrico a una velocidad constante, la cual se mide por el tiempo invertido en recorrer una distancia fija. El tiempo, la distancia y el número de revoluciones se dibujan en el tambor, como es corriente en las estaciones modernas. El molinete se suspende de un cable que se arrolla en un torno montado sobre el carretón, de manera a producir una suspensión idéntica a la que se origina en la práctica corriente de los aforos.

El canal de una buena estación debe tener una sección transversal, lo suficientemente grande para permitir arrastrar el molinete dentro del agua sin interferencia alguna con las ondas creadas por el movimiento de éste, pues existen una serie de velocidades críticas, variables con la sección del canal, en las cuales el molinete registra menos revoluciones que la realidad. Esto se comprobó plenamente en las experiencias llevadas a cabo en Inglaterra simultáneamente en el tanque naval de Torquay y en un pequeño tanque del Imperial College de Londres, resultando que el tanque mayor daba una velocidad un poco mayor para el mismo número de revoluciones (0,45 por 100 para el molinete Price usado en Egipto). Se

sacó la conclusión de que los canales de verificación han de ser amplios, y por lo menos deben tener 1,20 metros de ancho y 1,50 metros de profundidad para colocar el molinete por lo menos 0,60 m. bajo la superficie y 0,90 m. sobre el suelo. Por todas estas razones el canal del Delta Barrage tiene una sección muy amplia, 2,00 m. de anchura por 2,25 m. de profundidad.

Método.

El método de verificación de un molinete consiste en hacer diez recorridos dobles a varias velocidades, oscilando de 0,10 a 2,25 m./seg., correspondiendo a 10 y 190 revoluciones por minuto. El promedio de cada dos recorridos determina un punto de la curva de verificación. Dibujada ésta por puntos se deduce la ecuación o ecuaciones del molinete y se prepara la tabla correspondiente. Así, para el Price es corriente.

$$V = 0,0113 n + 0,001.$$

Cada molinete lleva una tabla de verificación que da la velocidad correspondiente al número de revoluciones por minuto, desde 0 a 200. El molinete se envía a la estación para su verificación después de cien horas de uso. Para esto, cada vez que se usa el molinete debe hacerse una anotación del tiempo empleado, en el correspondiente cuaderno. En la estación se dibuja la curva de verificación antes y después de limpiarlo.

Efecto de la lancha.

Se han hecho en Egipto múltiples experimentos en la estación de verificación de Abbassiya para estudiar el efecto que produce la lancha sobre un molinete suspendido de ella, y se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Si el molinete se le suspende de la proa, da menos revoluciones que suspendido normalmente del brazo del carretón en la estación de verificación. Junto a la proa y solamente a 0,60 m. de profundidad y con una velocidad de 2 m. por segundo, tenía lugar el máximo error de 3,3 por 100. A 2 m. de la proa el error es despreciable, y a la máxima velocidad y mínima profundidad alcanza el máximo de 0,9 por 100.

Si el molinete se le suspende de un lado de la barca el efecto de la proximidad de ésta produce un aumento del número de revoluciones. Se han construido gran cantidad de gráficos según las diferentes condiciones. Se deduce de todo ello que: a 0,20 m. de distancia es grande, y si está el molinete a 0,20 m. de profundidad el error es enorme, pues alcanza un + 15 por 100; y a 0,50 ó 0,60 m. de profundidad el error ya disminuye a + 3 por 100. A 1,00 m. de distancia el mayor error es de + 1 por 100; y a 2,00 m. de distancia el error es despreciable. Todo ello se puede resumir en la siguiente regla práctica: Si se profundiza menos de 1,00 m. debe separarse el molinete 2,00 m. de la barca, y si se profundiza más de 3 m. no es necesario separarlo, pues la barca ya no le afecta.

Efecto de oscilación.

Se han hecho también experiencias para estudiar el efecto que ejerce sobre el molinete la oscilación o balanceo de la barca. Una oscilación de unos 30 cm. de amplitud y de un período de medio segundo, que no es excesivo y puede ocurrir en algunos aforos del Nilo, en adición a la velocidad del agua del río, aumenta el número de revoluciones del molinete Price.

Para velocidades pequeñas el aumento es muy importante y puede resumirse en el siguiente cuadro:

A la velocidad de	1,5 m./seg.,	aumento de	1,8 %.
"	"	"	2,6 %.
"	"	"	10,7 %.
"	"	"	47,0 %.

Ahora bien, en las estaciones de aforo de la cuenca superior del Nilo, donde se produce mucho movimiento en el agua, se puede poner un cable, lo que disminuye la oscilación.

Utilizando un molinete hélice marca Haskell se observó el efecto contrario, esto es, una disminución del número de revoluciones variables según la velocidad del agua y de acuerdo con el siguiente cuadro:

A la velocidad de	2,00 m./seg.,	disminución de	0,0 %.
"	"	"	0,7 %.
"	"	"	3,3 %.
"	"	"	11,0 %.
"	"	"	16,6 %.

La probable explicación de esta disminución del número de revoluciones es que el molinete no sigue la

dirección de la corriente, sino que forma siempre un ángulo con ésta y, en resumen, tiene un movimiento sinuoso.

Molinete para pequeñas velocidades.

Mr. Wade, director de Investigaciones del Ministerio de Obras Públicas del Cairo, hizo unas experiencias para proyectar un molinete que diera mayor exactitud que los actuales, para pequeñas velocidades.

Es, en esencia, un molinete hélice con un sistema mecánico tal que la rueda o rotor gire a una velocidad constante mientras la velocidad de la corriente sea cero; el cambio de velocidad de giro se toma como medida de la velocidad del agua. Teóricamente este tipo de molinete tiene la ventaja de eliminar la incertidumbre de la fricción cuando el molinete gira muy lentamente y mantiene el mismo grado de sensibilidad para velocidades próximas a cero que para velocidades de 0,30 m./seg. y aun más. El molinete es algo complicado, pero las pruebas que se han hecho indican la posibilidad de medir velocidades de 0,03 metros por segundo con exactitud del 4 por 100.

Gabriel BARCELÓ,
Ingeniero de Caminos.

La tracción excéntrica, en piezas de hormigón armado

La tracción excéntrica, también llamada "tenso-flexión", se produce cuando la resultante de las fuerzas que actúan sobre una pieza es de tracción y no pasa por el eje geométrico de la citada pieza.

Ya se ocupó D. Juan Manuel de Zafra del cálculo de piezas rectangulares de hormigón armado, cuando están sometidas a tal esfuerzo, y nada pretendemos rectificar con el presente artículo, pues la valía y autoridad del fallecido profesor impiden hasta el comentario por mi inexperticia y modesta pluma.

Se trata de simplificar el cálculo de secciones cuando se presenta el régimen de trabajo descrito en el encabezamiento. No presentamos, pues, ningún resultado, fruto de trabajos complicados, ni conceptos nuevos, ni resumen de experimentación, sino que, aprovechándonos de la ciencia vertida por sabios ingenieros, utilizarla para deducir un gráfico que facilite los cálculos.

Bien sabido es lo elemental que es proyectar una pieza conociendo la posición y magnitud de la fuerza solicitante, pero, ¡qué enojoso sería su cálculo de no existir tablas o gráficos, con las características de los perfiles! Aterra pensar el trabajo que llevaría calcular una doble T, metálica, conociendo el momento flector y no teniendo tablas del momento resistente.

Claro es que en piezas metálicas, las características de los perfiles laminados son limitadas, pues se reducen a unas cuantas dimensiones de cada perfil pero, ¿y en hormigón armado, donde hay infinidad de dimensiones y un sinnúmero de combinaciones posibles entre secciones de armaduras? Es tal la cantidad de variables que intervienen, que hacen adoptable la solución de gráficos que son menos precisos que las tablas, pero más manejables.

En el número 20 de la REVISTA, del año 1933, indicaba un artificio para proyectar vigas rectangu-

lares sometidas a flexión compuesta, que mediante un gráfico, allí detallado, hacía este cálculo factible por la regla logarítmica. Posteriormente, y consecuencia de un estudio económico, fué confeccionado

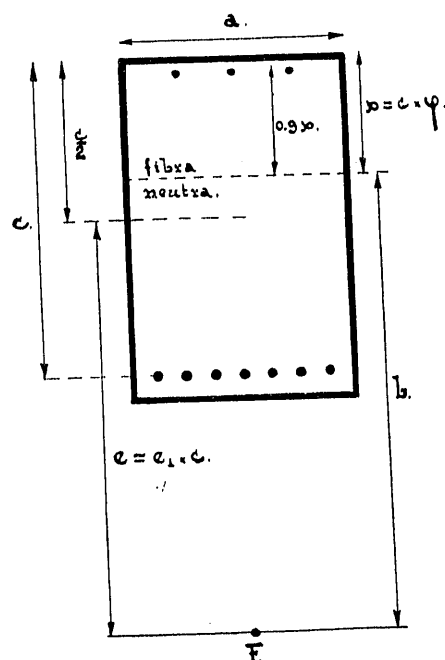


Fig. 1.^a

otro gráfico, con arreglo a la misma norma, pero imponiendo la condición de máxima economía en el conjunto de la sección, la cual es que la carga del acero sea la máxima admisible. Este último estudio fué publicado por la REVISTA en el número 10 del 1934.