

choque con el fondo del cilindro, y no después de cada golpe, porque el efecto de éstos muy bien puede no ser el mismo, como sucederá siempre que cambie la naturaleza de la roca.

Todas las máquinas descritas con movimiento de avance automático lo tienen del primer modo indicado, y entre ellas las Ferroux, Blanchod, Eclipse, Ingersoll, Mac-Kean y Seguin y Turrettini-Colladon, lo logran con relativa sencillez, si bien creemos que deberán preferirse las dos primeras y la penúltima.

(Se continuará.)

TAQUIMETRÍA

CÍRCULO LOGARÍTMICO

El procedimiento empleado en Taquimetría para levantar un plano topográfico se funda, como es sabido, en la determinación de las coordenadas polares de los puntos del terreno, con respecto á los de estación desde los cuales se han observado. Por medio de una serie de operaciones aritméticas, se transforman estas coordenadas en otras rectangulares referidas á un mismo sistema de ejes para la totalidad de los puntos, dando lugar á la formación de un plano acotado, en el que se trazan curvas de nivel equidistantes entre sí, las cuales acentúan con gran claridad el relieve del terreno y facilitan considerablemente el estudio de cualquier construcción que en él convenga establecer.

Este procedimiento puede considerarse tan antiguo como la existencia de los teodolitos y demás instrumentos análogos: en efecto, con uno de éstos pueden obtenerse los datos necesarios para aplicar el sistema, según ha hecho el autor de estos apuntes, valiéndose de un teodolito inglés de semicírculo vertical; y también otros Ingenieros, entre los cuales podemos citar M. Laterrade, del Cuerpo de Puentes y Calzadas, quien describe, en una Memoria publicada en los *Anales* de 1855, el instrumento empleado, consistente en una brújula eclímetro con anteojo y arco de círculo vertical; al mismo tiempo da cuenta de los brillantes resultados obtenidos al aplicar el sistema al estudio de varias líneas férreas, y enaltece con justicia el método empleado, que detalla con bastantes pormenores.

La única modificación que en rigor debe introducirse en dichos instrumentos para poderlos aplicar al citado método, se reduce á disponer en el retículo del anteojo dos hilos paralelos al horizontal del centro y equidistantes del mismo, á fin de formar un ángulo diastimométrico que permita

determinar, por medio de una mira convenientemente graduada, la distancia de ésta al punto de estación.

Un instrumento dispuesto según acabamos de indicar, no deja de ofrecer algunos inconvenientes, que hacen más pesado y menos exacto el procedimiento que si se emplean los modernos taquímetros perfeccionados. Sin embargo, á falta de estos últimos, los primeros han de prestar utilísimos servicios, especialmente en algunos casos en que el sistema taquimétrico se presenta como el único aplicable. Así sucedió al que suscribe, cuando en Enero de 1869 tuvo que proceder al levantamiento del plano acotado de cierta extensión de la cuenca del río Lozoya, con objeto de estudiar el emplazamiento y altura de la Presa del Villar, y determinar, asimismo, el volumen del embalse producido por el muro de contención. Los numerosos y fuertes escarpes de las laderas que encauzan el río impedían la adopción de perfiles transversales, por exigir éstos el recorrido de alineaciones frecuentemente inaccesibles. Se comprende que con el sistema taquimétrico, no teniendo que sujetarse á estas alineaciones, pudieran escogerse diversos puntos accesibles á un porta-mira y en número suficiente para definir con la exactitud necesaria las ondulaciones de la cuenca. Se tomaron además estos puntos al alcance de diversas estaciones convenientemente situadas y formando un polígono ó base de operaciones determinado con gran exactitud, tanto en planimetría como en altimetría.

Los inconvenientes relativos á los teodolitos empleados como taquímetros se refieren principalmente al anteojo, y son los siguientes:

1.º Este es de corto alcance y obliga á disminuir la longitud máxima de las distancias y aumentar el número de estaciones, á fin de conseguir la claridad y exactitud necesarias.

2.º En los anteojos comunes, el ángulo analítico, que establece una relación constante entre la parte de mira interceptada por los hilos horizontales del retículo y la distancia, tiene su vértice en el foco anterior del objetivo, de manera que para obtener dicha distancia referida al centro del instrumento, es necesario valerse de la fórmula

$$d = am + b.$$

En la cual d designa la distancia que suponemos horizontal; m la parte de mira interceptada por los hilos; a la relación constante que se determina experimentalmente, y b la distancia entre el foco anterior del objetivo y el eje vertical de rotación del instrumento. Se facilita la determinación de las distancias calculando, por medio de la fórmula anterior, una tabla que dé los valores de d correspondientes á distintas magnitudes de m .

3.º El anteojo, dispuesto como acaba de decirse, es decir, con la simple adición de dos hilos horizontales en el retículo, presenta otro inconveniente,

que consiste en variar la relación a con la menor alteración que sufra la separación de estos hilos, ya sea á consecuencia de la acción atmosférica, ya por otra causa cualquiera. Resulta de aquí la necesidad de comprobar con alguna frecuencia la expresada relación, y de rehacer la tabla en el caso de haber variado el intervalo de los hilos.

A más del anteojo, los teodolitos, así como los instrumentos análogos aplicados á la taquimetría, adolecen del inconveniente de tener sus limbos divididos según la graduación sexagesimal, mucho menos cómoda que la centesimal para la lectura y para evitar errores. Además, la primera se presta en menor grado que la segunda al empleo de las escalas logarítmicas, tan ventajosas para acelerar los cálculos relativos á la transformación de coordenadas.

Estos inconvenientes motivaron el escaso número de aplicaciones que recibió el procedimiento taquimétrico, hasta que el distinguido Ingeniero Porro dió á conocer, hacia mediados de este siglo, las modificaciones introducidas por él á dicho procedimiento y á los instrumentos construidos en sus talleres de Milán. En lo que se refiere á estos últimos, la alteración principal se funda en la nueva teoría del analatismo central, expuesta por el citado Ingeniero, y en el gran poder de los anteojos empleados (1).

A pesar de esto, el procedimiento y los instrumentos de Porro tardaron en propagarse. Fué expuesto el primero con cierto carácter de generalidad, que á primera vista lo hacia aparecer más complicado de lo que era realmente; los segundos, además de su precio algo elevado, presentaban una construcción delicada, que difícilmente admiten nuestros Ingenieros, acostumbrados á la solidez de los instrumentos ingleses, tan necesaria en las operaciones de campo.

Para salvar estas dificultades, el que suscribe encargó, á principios del año 1872, á los Sres. Troughton y C.^a, de Londres, por intermedio de la conocida casa de D. Manuel Recarte, y con las oportunas indicaciones, dibujos, detalles del anteojo en lo relativo á disposición y distancias focales de los lentes, etc., etc., el primer taquímetro construido para España, con limbos de 5 pulgadas, divididos según la graduación centesimal. Al poco tiempo la mencionada casa mandó construir en los mismos talleres otros instrumentos de igual clase y varios tamaños, los cuales, salvo ligeras modificaciones, son los que hoy día se venden en el comercio con mucha aceptación y grandísima preferencia á los taquímetros de Richer, Salmoraghi y á los clepes, á pesar de las buenas cualidades que también reúnen estos últimos modelos que casi al mismo tiempo aparecieron.

Pero así y todo, y aunque el sistema ha tomado alguna mayor extensión,

(1) Véanse los dos artículos publicados en esta misma REVISTA por el que suscribe en el año 1872, números 6.º y 7.º, y titulados *Del anteojo analítico*.

no es ésta la que era de esperar, dado ya á conocer el nuevo proeedimiento por medio de diferentes publicaciones, y pudiendo disponer de varios instrumentos bien contruidos y apropiados al caso.

Existen aun hoy día muchísimos Ingenieros rehacios en adoptar el sistema taquimétrico: unos por no conocerlo suficientemente, otros por desidia, ó aunque estén convencidos de las ventajas que ofrece un plano acotado, fiel representación de la forma, extensión y relieve del terreno, le atribuyen exageradamente el inconveniente de exigir largos y pesados cálculos de gabinete. Cierto es que, valiéndose para éstos de los números y tablas trigonométricas naturales, se hacen algún tanto enojosos, no por su naturaleza, que es muy sencilla, pues se reducen, como es sabido, á simples sumas, restas y multiplicaciones, sino por el gran número de puntos del terreno á que deben aplicarse. A pesar de esto, y aunque no hubiese otro medio de llevarlos á cabo, el aumento de trabajo material de oficina susceptible, como es, de encargarse á un empleado subalterno que sepa sumar y multiplicar, queda ventajosamente compensado con el valor técnico de los resultados obtenidos.

A pesar de esto, convencido el eminente Porro de que este inconveniente podía dificultar la adopción del nuevo método, aconsejó el empleo de las escalas logarítmicas, indicando al mismo tiempo su disposición y uso. Con arreglo á estas indicaciones se construye en París por el fabricante Richer la regla logarítmica muy conocida, la cual en manos de un operador algo práctico permite verificar las operaciones con grandísima rapidez. Se ha tratado de facilitar también dichas operaciones disponiendo tablas con los productos calculados para cierta clase y número de unidades. Entre éstas podemos citar las de Cuartero, de Soldati, de Sabbioni, las que realmente facilitan algo el trabajo; pero en general exigen por lo menos sumas, y nunca se obtienen con ellas los resultados con tanta prontitud como con la regla logarítmica.

Debe advertirse, empero, que con fundado motivo se atribuye á esta regla el defecto de cansar y debilitar la vista del operador, por causa de la pequeñez de los espacios entre los trazos divisorios; lo cual, unido á la dureza que en algunos de estos aparatos ofrece el movimiento de la reglilla móvil dentro de la regla fija, hace que muchos la desechen, prefiriendo emplear las tablas, á pesar del mayor tiempo y trabajo que exigen.

El distinguido Ingeniero Inspector de Montes, D. Hilarión Ruiz Amado, taquimetrísta entusiasta y con muchos años de práctica del nuevo sistema topográfico, se propuso remediar el antes citado inconveniente, y lo ha conseguido cumplidamente, haciendo construir en los acreditados talleres de D. José Rosell, de Barcelona, el círculo logarítmico que con justicia lleva su nombre, y merece ser conocido de todos los Ingenieros, por los eminen-

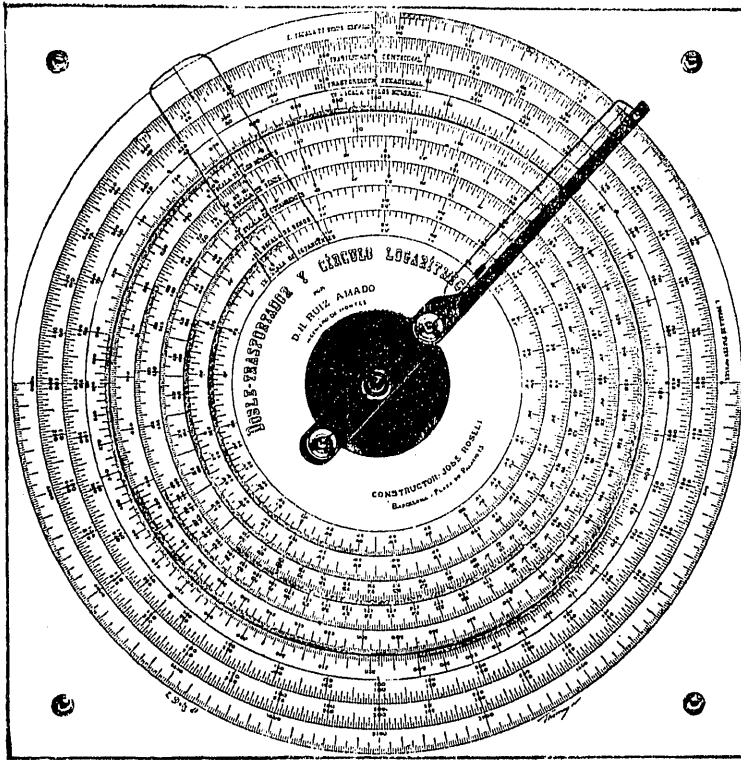
tes servicios que puede prestar para efectuar con celeridad y sin molestia los cálculos taquimétricos. Con tan justo motivo puede el Sr. Ruiz Amado contar con el pláceme de cuantas personas han llegado á apreciar el valor del moderno procedimiento topográfico.

Conocido es, en principio, el círculo. Teóricamente no se diferencia de un modo esencial de la regla logarítmica. Uno y otra constituyen una representación gráfica de los logaritmos; y las divisiones de las escalas que señalan estos logaritmos, los cuales deben sumarse ó restarse, pueden trazarse indiferentemente sobre el borde de una regla ó sobre el de un círculo. Pero existe una diferencia esencial entre el círculo y la regla; exige ésta abarcar en su longitud dos intervalos ó unidades de característica por lo menos, á fin de poder recibir en el segundo la suma de las mantisas de los dos sumandos, cuando esta suma es mayor que el primero; en el círculo basta que la circunferencia completa constituya una unidad de característica, puesto que siendo iguales para los números ordinarios, que en los cálculos taquiméricos forman el multiplicando y el producto, las divisiones de todas ellas, la suma de mantisas caerá siempre sobre la misma, y sin inconveniente podrá fijarse siempre el valor absoluto del resultado de la operación. Deducese de aquí que dando al diámetro del círculo un tamaño igual á la longitud de la regla, el intervalo ó unidad de característica, en el primero será $6\frac{1}{4}$ veces mayor que en la segunda, y permitirá agrandar en la misma proporción los espacios entre los trazos divisorios de la escala, en beneficio de la claridad y apreciación de lectura.

Pero el principal mérito del círculo logarítmico del Sr. Ruiz Amado está fundado en su buena disposición, en los materiales de que se compone, su perfecta construcción y la suavidad de los movimientos, que permiten aplicarlo á los cálculos taquimétricos con mucha comodidad; obteniéndose rápidamente con su empleo, y con la exactitud necesaria, los resultados apetecidos.

Esta exactitud es por lo menos igual á la que se obtiene con la regla logarítmica. Puede contarse en general con una aproximación de un centímetro para los productos tangenciales y de un decímetro para los del seno y coseno. Esta aproximación es muy suficiente, en la gran mayoría de los casos, para las operaciones taquimétricas, siendo inútil esforzarse en ir más allá, aun tratándose del polígono de operaciones. Para los puntos de detalle es sobrada.

Describiremos por ahora ligeramente este nuevo aparato, sin perjuicio de dar á conocer más adelante el objeto de la disposición adoptada y su manejo.



(Se continuará.)

E. Boix.

MEMORIA

QUE MANIFIESTA

EL ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DE MEJORA DE LA RÍA DE BILBAO

DURANTE EL AÑO ECONÓMICO DE 1890 Á 1891 (1)

(Continuación.)

A la terminación de este trabajo, al que las avenidas del otoño opusieron algunas dificultades, llevamos el excavador Priestman agua arriba de la extensa masa de aluviones que, con el nombre de *Churro de Achuri*, formaba, cuando descendía la marea, una presa que detenía el agua del tramo superior, á 1^m,60 de altura sobre el nivel de bajamar equinocial, y á 1^m,15 sobre el nivel que en esta clase de bajamares toma el agua entre los

(1) Véase la REVISTA del 30 de Mayo de este año, pág. 156.