

MADRID, 15 DE MARZO DE 1877.

TOMO XXV.

NÚM. 6.º

SUMARIO.

Observaciones sobre las correcciones de los instrumentos topográficos, por D. F. Boix.—Ferro-carriles franceses.—Motores y generadores.—Presupuesto francés de Obras públicas para 1878.—Parte oficial.—Subastas.—Noticias varias: Personal.

OBSERVACIONES

SOBRE LAS CORRECCIONES DE LOS INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS.

Lámina 52.

A consecuencia de las dificultades con que he tropezado al querer rectificar algunos instrumentos topográficos, he tratado de indagar las causas que podían dar lugar á estas dificultades, y con este motivo tuve ocasion de hacer algunas observaciones que me propongo exponer en este escrito, pues considero que merecen ser conocidas por no haberlas visto indicadas en ninguna de las obras de Topografía que he podido consultar.

Pero antes expondré los diferentes medios de correccion que generalmente se emplean. Por lo regular estas correcciones suelen indicarse á continuacion de la descripcion de cada instrumento, y como muchas de ellas son aplicables á instrumentos que presentan disposiciones distintas, resulta que este sistema da lugar á muchas repeticiones, y ofrece alguna confusion, sobre todo para los que se ocupan de este asunto por primera vez.

Consideraré aisladamente cada una de las correcciones, y verémos luego cómo se aplica segun la disposicion de cada instrumento.

Unicamente me ocuparé de los instrumentos con anteojo más generalmente empleados por el Ingeniero, como son los niveles, teodolitos y brújulas eclímetros.

Bajo el punto de vista de las correcciones de que son susceptibles, pueden dividirse estos instrumentos en tres grupos. En el primero incluiremos los que tienen el anteojo dispuesto para poder girar al rededor de su eje de figura dentro de unos collares de los que puede sacarse para invertirlos, poniendo el ocular en donde estaba antes el objetivo, y éste donde el ocular. El segundo grupo comprenderá los instrumentos cuyo anteojo va

sujeto á un eje horizontal perpendicular á su direccion, y al rededor del cual puede girar y dar una vuelta completa. Finalmente, formarán el tercer grupo los instrumentos de anteojo fijo.

Pertenecen al primer grupo los niveles llamados de Y, como los de Egault y de Dollong, fig. 1.^a y 2.^a; y tambien los teodolitos ingleses de semicírculo vertical, fig. 5.^a Del segundo grupo citarémos los teodolitos ingleses de limbo zenital entero, fig. 6.^a, y las brújulas eclímetros de limbo semejante, fig. 7.^a En fin, constituyen el tercer grupo los niveles de Troughton, fig. 4.^a, y los de Gravatt, fig. 3.^a

1.^a *Correccion.* La primera operacion que conviene hacer, despues de montar el instrumento sobre el tripode, es colocar vertical el eje de rotacion. Para esto es preciso que el instrumento tenga un nivel en posicion perpendicular á este eje. Para averiguarlo, se sitúa un nivel en la direccion de dos de los tornillos del pié, y despues de centrar con éstos la burbuja se dá un giro de 180 grados al instrumento á fin de que el nivel ocupe una posicion paralela á la que tenía antes. Si la burbuja permanece en el centro, el nivel será perpendicular al eje de rotacion; de lo contrario establecerémos esta perpendicularidad centrandolo de nuevo la burbuja, mitad con los mismos tornillos del pié y mitad con otro tornillo que permita variar la inclinacion del nivel con respecto al eje.

Tratándose del instrumento representado por la fig. 1.^a, emplearémos el nivel *t*; para el de la figura 2.^a úsase el *n* ó el *t*; en general es más cómodo el segundo. Con los niveles de Troughton y Gravatt moverémos los tornillos *t* situados debajo de la plataforma; y finalmente, si queremos aplicar esta correccion á los teodolitos ó brújulas eclímetros que suelen tener más de un nivel, echarémos mano del que ofrezca mayor sensibilidad, que es el que va unido al anteojo, y para variar su inclinacion conviene valerse del tornillo C, de coincidencia del limbo vertical.

Repitiendo la operacion de centrar la burbuja en dos posiciones simétricas del nivel, mitad con los dos tornillos del pié y mitad con el tornillo indicado para cada instrumento, conseguiremos colo-

car el nivel en posicion perpendicular al eje de giro.

Obtenida esta perpendicularidad, colocaremos vertical el eje centrando el nivel con dos tornillos del pié que le sean paralelos; dése luego un giro de 90 grados al instrumento á fin de que el nivel tome una posicion á escuadra con la anterior, y centraremos de nuevo la burbuja con los otros dos tornillos del pié, si éste tiene cuatro, ó con el otro si no tiene más que tres. Esta operacion exige tambien algunos tanteos que darán por resultado la constante centracion de la burbuja para todas las posiciones del instrumento y la perfecta verticalidad del eje de giro.

2.^a Correccion. Los instrumentos del primer grupo exigen una correccion que sólo es peculiar de ellos. Consiste en centrar la retícula, ó lo que es lo mismo, colocarla en posicion tal que al girar el anteojo dentro de los collares, la visual dirigida á un punto cualquiera señale siempre este mismo punto. Es preciso para esto que la visual coincida con el eje de giro, es decir, con la línea que une los centros de los dos aros del anteojo, por cuyo intermedio descansa éste sobre los collares.

Fácil es comprobar si esta centracion existe viendo si el cruzamiento de los hilos cubre constantemente un mismo punto observado en todas las posiciones del anteojo dentro de los collares. Si esto no tiene lugar, se verifica la correccion del modo siguiente. Dirijase la visual á una superficie vertical situada á alguna distancia del instrumento, y hágase señalar en esta superficie dos trazos perpendiculares que se confundan con los hilos. Se dará luego al anteojo un giro de 180° dentro de sus collares de modo que los hilos tomen posiciones paralelas á los trazos señalados, los cuales se marcarán del mismo modo. La interseccion de los trazos dará lugar á un rectángulo con cuyo centro haremos coincidir el cruzamiento de los hilos moviendo convenientemente la retícula por medio de los tornillos *r* que la sujetan al tubo del anteojo.

3.^a Correccion. Existe una correccion comun á todos los instrumentos de que nos ocupamos, y que tiene por objeto colocar la visual del anteojo en un plano perpendicular al eje vertical de rotacion del instrumento. Tratándose de los teodolitos y brújulas eclímetros, esta perpendicularidad se entiende cuando el cero del limbo vertical coincide con el índice del nonio correspondiente.

Varia, sin embargo, el modo de efectuar esta operacion para cada uno de los grupos en que hemos dividido los instrumentos, siendo motivada

esta division por dos distintos procedimientos que hay que emplear y que iremos examinando uno por uno.

Primer grupo. Consideremos primero los niveles de Y ó de collares. Dirijase una visual á una mira situada á cierta distancia del instrumento y despues de anotar la cota que señala la interseccion de los hilos, daremos al instrumento un giro de 180 grados alrededor de su eje vertical. Se sacará luego el anteojo de sus collares y se le pondrá invertido á fin de poder observar el mismo punto de mira con una nueva visual. Si hallamos una perfecta coincidencia entre los dos puntos de mira señalados, la correccion es innecesaria; de lo contrario, moveremos el tornillo *t* de la plataforma (figs. 1.^a y 2.^a) hasta que la visual indique un punto de mira intermedio entre los que han dado las dos observaciones anteriores.

Si invertimos de nuevo el anteojo sacándolo de sus collares y se dá al instrumento un giro de 180 grados, claro está que la visual señalará el mismo punto intermedio, con tal que el eje de giro del instrumento no haya variado de posicion.

De una manera análoga se procede con los teodolitos de semi-círculo que hemos incluido en este primer grupo. Sólo que con estos hay que hacer coincidir primero los céros del limbo vertical y de su nonio. Se dirige luego la primera visual á la mira, y despues la segunda con el anteojo y el instrumento invertidos como ántes; no coincidiendo las dos visuales se mueve el tornillo *c* de coincidencia del limbo hasta que el anteojo señale una visual intermedia. Con este movimiento se habrá alterado la coincidencia del cero de la graduacion con el índice del nonio que indicará un cierto ángulo. Por lo regular suele dejarse sin corregir esta falta de coincidencia y se anota este ángulo de error que se agrega ó se resta de todos los ángulos zenitales que se observan con el teodolito,

En algunos de estos instrumentos puede corregirse este error moviendo la chapita del nonio á derecha ó izquierda, segun convenga, despues de aflojar los tornillos que la sujetan al montante, para lo cual es preciso que los agujeros de la chapita atravesados por los tornillos se presten á un pequeño movimiento lateral.

Segundo grupo. En estos instrumentos, cuyo anteojo es susceptible de dar un giro completo al rededor de un eje horizontal perpendicular á su direccion, se consigue la correccion de que se trata del modo siguiente.

Dirigirémos el anteojo á un punto lejano bien definido, como, por ejemplo, la veleta de un campanario, y despues de apuntar el ángulo marcado por el limbo vertical, daremos al instrumento un giro de 180° al rededor de su eje vertical. En esta posicion se volverá á observar el mismo punto lejano, moviendo al efecto el anteojo para traer el ocular del lado del observador; si el nuevo ángulo señalado por el limbo vertical sumado con el de la anterior observacion da exactamente 180 grados, el instrumento se hallará corregido, es decir, que estando vertical el eje de giro del instrumento y coincidiendo el cero del limbo vertical con el índice del nonio, la visual del anteojo indicará la horizontalidad. Pero si la mencionada suma es inferior ó superior á 180 grados, tómese la mitad de la diferencia y en el primer caso se la agrega al último ángulo observado, en el segundo la restaremos del mismo, con lo cual se obtiene un nuevo ángulo rectificado. Moviendo luego el tornillo *c* de coincidencia del limbo vertical hasta que el nonio señale este ángulo corregido, dirigiremos la visual al punto observado y con él se la hace coincidir, valiéndose del tornillo *t* de correccion que permite mover la placa del nonio. Si se ha operado bien la graduacion señalará siempre para cada dos posiciones invertidas del anteojo y del instrumento dos ángulos cuya suma será exactamente de 180 grados, siempre que durante el giro el eje del instrumento no haya variado de posicion.

Tercer grupo.—Los instrumentos de este grupo, por tener el anteojo fijo, exigen, como se comprende, medios distintos para establecer la perpendicularidad de la visual con el eje de rotacion.

El que considero como el más sencillo se reduce á colocar dos miras á igual distancia del instrumento, cuyo eje de giro hemos puesto previamente vertical. Dirigirémos una visual á cada mira, y anotaremos las cotas que evidentemente corresponderán á dos puntos de nivel. Trasládese luego el instrumento en la alineacion de las miras, dejándolas ambas de un mismo lado, y despues de poner de nuevo en posicion vertical el eje del instrumento, volverémos á observar las miras. Si la visual intercepta en ellas dos puntos respectivamente equidistantes de los relativos á la primera observacion, dicha visual será horizontal; de lo contrario, se variaria su inclinacion hasta conseguirlo, subiendo ó bajando la reticula por medio de los tornillos *r* que la sujetan al tubo del anteojo.

Tratándose del nivel de Troughton no hay otro medio para corregir la inclinacion de la visual: pero con el nivel de Gravats, en vez de mover la reticula, puede echarse mano de los tornillos *t* que están debajo de la plataforma que sostiene al anteojo, pues aunque al moverlos se varia la posicion del nivel con respecto al eje de giro, se puede rectificar luego esta posicion con los tornillos *n* que tiene el nivel en sus extremos.

Pudiendo disponer de una balsa de agua de cierta extension, se comprende que es fácil averiguar la horizontalidad de la visual.

El siguiente procedimiento conduce al mismo resultado. Se reduce á colocar el instrumento en un punto cualquiera, y despues de rectificar la verticalidad del eje de giro, se mide la altura del centro del anteojo sobre el suelo, y se dirige una visual á una mira situada á cierta distancia. Llamemos *h* á la altura medida, y *m* la cota de mira observada. Trasladarémos luego el instrumento en donde estaba la mira, y ésta se pondrá en el sitio que ocupaba el instrumento, y repitiendo las mismas operaciones de medida y de observacion, obtendremos una nueva altura *h'* y otra cota *m'*. Si la visual es horizontal ha de resultar la relacion

$$h + h' = m + m';$$

de no ser así, se variará la inclinacion de la visual como hemos indicado.

Puede averiguarse de otro modo la horizontalidad de la visual. Colóquense (fig. 8.^a) dos miras en A y B, y el instrumento primero en C y despues en D, de manera que las distancias AC y DB sean iguales. Desde ambas posiciones del instrumento observaremos las dos miras; sean *m*, *m'* las cotas de la mira A, y *n*, *n'* las de la mira B; las semisumas $\frac{m + m'}{2}$ y $\frac{n + n'}{2}$ determinarán en cada mira respectiva dos puntos á nivel E y F. Sin mover el instrumento de su segunda posicion se rectificará la inclinacion de la visual á fin de que intercepte en las miras dos puntos equidistantes de E y F.

Finalmente, M. Gravats indica el siguiente método (fig. 9.^a).

Colóquense tres miras en tres puntos, A, B, C, en línea recta y equidistantes dos á dos. En los medios de los dos intervalos iguales se sitúa sucesivamente el instrumento, y despues de rectificar la verticalidad de su eje de giro, se dirigen visuales á las miras anotando las cotas AM, BN, BN', CP'. Si agregamos á la última cota la diferencia BN —

BN', obtendremos la CP que fija el punto P en la misma horizontal de los puntos M y N. Hagamos $AM = m$, $BN = n$, $CP = p$.

Trasládese luego el instrumento en C situado en la misma alineación de las miras, pero dejándolas todas de un mismo lado. Se observan las tres cotas $AM_1 = m_1$, $BN_1 = n_1$, $CP_1 = p_1$ que señala la nueva visual del anteojo. Según M. Gravatts, debe verificarse la relación

$$(p_1 - p) - (n_1 - n) = (n_1 - n) - (m_1 - m)$$

ó bien

$$(p_1 - p) + (m_1 - m) = 2(n_1 - n),$$

lo que equivale á suponer que los tres puntos P_1 , N_1 , M_1 , han de estar en línea recta. Si esta relación no tiene lugar se altera la posición de la retícula, subiéndola ó bajándola por medio de los tornillos r que la sujetan al tubo del anteojo hasta conseguir la igualdad indicada por una de las ecuaciones anteriores.

Hecho esto, se modifica si es necesario la inclinación de la visual hasta ponerla horizontal, es decir, paralela á la línea MNP, lo que exige que las diferencias $m_1 - m$, $n_1 - n$, $p_1 - p$, sean iguales. Para esta segunda operación, y después de situar en posición vertical el eje de giro, se mueven los tornillos t que se hallan debajo de la plataforma.

Cuarta corrección.—Después de la anterior corrección conviene rectificar los niveles, poniéndolos perpendiculares al eje de giro del instrumento. Al hacer la primera corrección ya hemos establecido esta perpendicularidad, pero en la mayor parte de los instrumentos se ha alterado al verificar la tercera. Hay que exceptuar el representado por la figura 4.^a, cuyo nivel no ha sufrido variación, y que por lo tanto no exige la corrección de que se trata.

Para los demás instrumentos, lo único que hay que hacer, suponiendo que el eje de giro conserva su verticalidad, es reponer en su centro la burbuja de todos los niveles que tengan, moviendo los tornillos n que fijan estos niveles al instrumento. Tratándose de los teodolitos y brújulas eclímetros con nivel unido al anteojo, la corrección de este nivel exige que se haya hecho coincidir previamente el cero del limbo vertical con el nonio. Advertiremos además que si en el teodolito de semicírculo no se ha corregido la posición de la chapita del nonio, dejando subsistente para tenerlo en cuenta el error de coincidencia con el cero de la graduación, al hacer la corrección del nivel su-

perior es necesario ajustar esta graduación con el nonio de manera que señale el mismo ángulo de error, lo que equivale á poner horizontal la visual.

Quinta corrección.—Existe una corrección que no es indispensable y de la cual se puede prescindir; pero tiene algunas ventajas que demuestran su conveniencia. Se reduce á colocar en posición horizontal uno de los hilos de la retícula, y por lo tanto en la vertical el otro.

Se comprende que esto no es necesario siempre que fijemos las cotas de mira con la intersección de los hilos; sin embargo, si uno de éstos es horizontal, podrá determinarse la lectura de mira con un punto cualquiera del hilo evitándose la exacta coincidencia del centro de la retícula. La verticalidad del otro hilo indicará además si la mira está colocada en buena posición.

Para comprobar la horizontalidad de uno de los hilos se empieza por establecer la verticalidad del eje del instrumento, y haciendo girar á éste de la cantidad necesaria, se observa si durante el movimiento todos los puntos del hilo han pasado por un mismo punto de la mira.

Se modifica si es necesario la posición del hilo haciendo girar la retícula, después de haber alojado sus tornillos r , los cuales se prestan á un pequeño juego lateral. Conviene hacer esta corrección á la vez que otra cualquiera que haya exigido mover la retícula. Así, para los instrumentos del primer grupo, se hace al centrar dicha retícula. Pero hay que advertir que con estos instrumentos la corrección de la horizontalidad de un hilo no tiene razón de ser en tanto que el anteojo no va provisto de un tope que permita fijarlo dentro de sus collares en una misma posición que corresponderá á dicha horizontalidad. Con los niveles de Trongthon y Gravatts debe verificarse la corrección de que se trata al variar la inclinación de la visual ó al centrar la retícula. Con respecto á los instrumentos del segundo grupo, debe hacerse al mismo tiempo que otra corrección de la que nos queda que hablar.

Sexta corrección.—Los instrumentos llamados niveles no suelen admitir más correcciones que las que hemos indicado, pero los teodolitos y brújulas con limbo zenital destinado á la medición de ángulos verticales exigen otra corrección, que consiste en disponer el instrumento de manera que la visual del anteojo, al girar alrededor del eje perpendicular á su dirección, describa siempre un plano vertical.

Para que esto se verifique es preciso: primero, que el eje de rotacion del anteojo sea horizontal, y segundo, que la visual sea exactamente normal á este eje.

Puede comprobarse si la visual del anteojo describe un plano vertical observando una plomada de suficiente longitud situada á alguna distancia del instrumento. Despues de rectificar la verticalidad del eje de giro, dirigiremos la visual á la parte superior del hilo, y fijando el movimiento azimutal giraremos el anteojo y veremos si el centro de la retícula se aparta del hilo de la plomada. Si no tiene lugar la coincidencia, es evidente que la visual no describe un plano vertical, pero no sabremos si el error procede de la falta de horizontalidad del eje de giro del anteojo, ó de no ser la visual perpendicular á este eje, ó tambien de ambos defectos á la vez.

Para averiguar esto y rectificar al mismo tiempo el instrumento hay que empezar por poner horizontal el eje de giro del anteojo. Algunos teodolitos, especialmente los grandes de limbo zenital entero, suelen tener los muñones de este eje salientes por el exterior de los montantes que los sostienen. En este caso el instrumento va provisto de un nivel suelto cuyos extremos llevan unos piés que pueden adaptarse sobre los muñones salientes. Se comprende fácilmente que aplicando el nivel sobre el eje inmóvil, primero en una posicion y luego en otra, invirtiéndolo extremo por extremo, se consiga la horizontalidad del eje. En ambas posiciones la burbuja ha de permanecer en el centro del índice; de no ser así, se corrige mitad con el tornillo del nivel y mitad con el tornillo *e*, situado debajo de uno de los cojinetes del eje por medio del cual se puede variar su inclinacion.

Pero muchos teodolitos carecen de nivel movable, ni tienen dispuesto el eje de giro del anteojo para recibirlo, y forzosamente hay que emplear otro medio de correccion.

Puede procederse como sigue: sitúase el instrumento en un sitio algo elevado desde el cual sea fácil observar un punto más alto y otro más bajo que el punto de estacion. Despues de establecer la verticalidad del eje de rotacion del instrumento, dirigiremos la visual á un punto elevado bien definido, y anotaremos el ángulo señalado por el limbo vertical. Hay que fijar luego el movimiento azimutal y disponer el anteojo de manera que el limbo indique por bajo de la horizontal el mismo ángulo que ántes marcaba por encima

de la misma, y mandaremos clavar una estaca en el punto del terreno que señala la visual. Hecho esto, se da al instrumento un giro de 180 grados alrededor de su eje vertical, y despues de invertir el anteojo para traer el ocular hácia el operador, se vuelve á observar el mismo punto alto, y se fija de nuevo el movimiento azimutal. En este estado moveremos el anteojo para dirigirlo á la estaca, y si con ella coincide la visual, será señal de que el eje de giro del anteojo es horizontal. Pero si la coincidencia no tiene lugar, se hará clavar una segunda estaca en el nuevo punto del terreno indicado, y corregiremos el error mitad con el tornillo *e* que permite subir ó bajar uno de los cojinetes del eje de giro del anteojo, y mitad con el tornillo de coincidencia del movimiento azimutal.

El anterior procedimiento se aplica especialmente á los teodolitos de limbo vertical entero. Pero es igualmente aplicable á los teodolitos de semicírculo, con la única diferencia de que la inversion del anteojo se hace sacándolo de sus collares y reponiéndolo en otro sentido; hay que observar ademas que estos instrumentos no permiten variar la inclinacion del eje de giro del anteojo, sino desgastando uno de los cojinetes, por estar éstos completamente fijos á los montantes.

(*Se continuará.*)

E. BOIX.

FERRO-CARRILES FRANCESES.

Una grave cuestion está á la órden del día en Francia; se discute allí el problema de la adquisicion de todos los ferro-carriles por el Estado, y la opinion pública se declara vigorosamente favorable á esta solucion de dificultades sin número y sin término.

Es inútil señalar las ventajas de la concentracion de los ferro-carriles en manos del Estado; en este sentido se está verificando una revolucion actualmente en toda Europa, y no podia menos de corresponderle su turno á la Francia, que debe decidirse en un breve plazo, so pena de dejarse adelantar por las demas naciones, con gran perjuicio de las relaciones comerciales interiores é internacionales, y con mayor perjuicio aún, en caso eventual, de la facilidad y rapidez de las comunicaciones en momentos en que los ferro-carriles sirven otras necesidades que las que usualmente les están encomendadas.

