

te, acerca de las exigencias de los movimientos articulados que en toda encrucijada se verifican y que son los que al cruzar en distintas direcciones las líneas de los movimientos directos, vienen á aumentar muy poderosamente esta dificultad que inspira respeto á todo facultativo concienzudo. Al tratar de satisfacer las exigencias de los movimientos articulados, ya que en cuanto á las de los directos son irresolubles tratándose de pasos de nivel, se deja resuelta la cuestion relativa á la manera de proporcionar á la encrucijada la superficie conveniente y la forma mas adecuada. He aquí cómo.

Todo movimiento articulado para no ser violento y ocasionado á peligros debe verificarse sobre una curva mas ó menos desarrollada segun sea la estension del conjunto que forman el vehiculo y la potencia motora, y habida consideracion al medio por el cual y sobre el cual se verifica la locomocion. Siguiendo pues este principio que la ciencia nos da como inconcuso en la teoria, y que la práctica confirma todos los dias en sus aplicaciones así á los ferro-carriles como á las carreteras generales y aún á las vecinales; tomando en cuenta la longitud de los vehiculos y de los tiros que para el servicio de las grandes poblaciones se han introducido estos últimos años, y que apesar de la naturaleza en cierto modo articulada de dichos tiros, la fuerza de traccion se ha de ejercer siempre para ser eficaz en línea recta, y así mismo que el medio sobre el cual se verifica la locomocion en las vias urbanas no es inmóvil, fijo é invariable como en los ferro-carriles, si no que se presta á todas las variaciones que caben en su zona de la propia suerte que en todos los caminos ordinarios, nos vimos conducidos naturalmente á dar al problema la solucion técnica que presentamos grafiada en la figura 14.

He aquí como al buscar la solucion de los movimientos articulados venimos á resolver al propio tiempo la forma y verdadera magnitud que para satisfacer las necesidades de la viabilidad, era preciso dar á las encrucijadas.

Sin embargo el corte en curva de los cuatro ángulos salientes no es aceptable, ora por las mayores dificultades, aumento de gastos é irregularidad de la edificacion, y ora tambien y principalmente porque el aumento de superficie adquirido, suficiente á no dudarlo para las exigencias de la viabilidad, no lo es con todo para dejar cumplidamente satisfechas las otras necesidades que van espuestas en la primera parte de estos apuntes. En ese caso para completar la obra es conveniente y aun indispensable achafanar las cuatro esquinas segun se presenta en la figura 15.

I. CERDÁ.

(Se continuará.)

DESCRIPCION Y RECTIFICACIONES DE LOS NIVELES DE ANTEOJO.

Láminas 15 y 16.

Las diversas disposiciones que se han dado en estos últimos años á los niveles de anteojo por los constructores, pueden presentar alguna confusion respecto al modo de hacer las rectificaciones tan indispensables para que los resultados de la nivelacion tengan la exactitud necesaria.

Vamos pues á esponer sencillamente como pueden verificarse dichas rectificaciones, segun la distinta forma que se ha dado á los instrumentos, suponiendo que se conoce ya la composicion de los anteojos y de los niveles de aire, que es la misma que las de los que se emplean en los otros instrumentos de topografia.

Los niveles de anteojo se componen en general de tres partes principales.

1.º De un nivel de aire EF, (fig. 1.ª) que sirve para obtener una linea horizontal, que será la tangente *cd*, en el punto medio del tubo cuando la burbuja *mn* se halle en este sitio. Se apoya en una regla metálica GH, en uno de sus extremos por medio de una charnela F, y en el otro por un tornillo *t*, que permite elevar ó bajar el nivel variando su posicion respecto á la regla GH, de suerte que cuando sean paralelos y el nivel esté horizontal, tambien lo estará la regla.

2.º De un anteojo AB, compuesto de un ocular A, un objetivo B y la reticula CD, que puede tener las dos disposiciones representadas en las figuras 10 y 11. En la primera la placa *abcd* que contiene las dos cerdas *ab*, *cd*, ó hilos metálicos, puede moverse en el tubo que forma el anteojo por medio de los cuatro tornillos *h*, *e*, *f*, *g*, y en la segunda por medio de los tornillos *e* y *f* y de los dos pequeños resortes *mb*, *gi*. Este anteojo se apoya en dos anillos ó collares Lh, Mi, figura 1.ª en

los cuales puede girar alrededor del eje del tubo ó de figura y están sostenidos á su vez por los montantes hG , iH , colocados perpendicularmente á la regla GH . Uno de estos montantes hG , está unido invariablemente á la regla y no puede por lo tanto variar de longitud; el 2.º iH , se enlaza por medio de un tornillo r , que permite poderle alargar ó acortar, y de consiguiente mover el eje ab , del anteojo respecto á la regla GH y al eje cd del nivel EF .

5.º De una plataforma ó base (fig. 5) formada por una regla AB , y una espiga cónica CD , que por el intermedio de la articulación NO de cuatro ó de tres tornillos (figuras 1.ª y 6.ª) se apoya en el tripode. La espiga CD (fig. 5.ª) entrará en una columna hueca $abcd$, en la cual puede girar llevando consigo todo el aparato. A esta columna se unen tres brazos E, F, D , en los extremos de los cuales están los tornillos H, G, D , que se apoyan en el platillo que corona el tripode. Haciendo girar estos tornillos se puede inclinar mas ó menos el eje ef , de la columna hasta colocarle en la posición vertical. En la disposición representada en las figuras 6.ª y 7.ª los tres brazos se hallan reemplazados por el platillo superior NO , y con los cuatro tornillos R, S, T, S' puede moverse el eje ef .

Vemos pues que hay tres ejes principales en esta clase de instrumentos, que son:

1.º El eje de la columna ef al rededor del cual puede girar todo el aparato.

2.º El eje del anteojo ab , que denominaremos eje de figura y que no debe confundirse con el eje óptico.

3.º El eje del nivel cd que es la tangente en el punto medio del tubo cuando el centro de la burbuja se halle precisamente en dicho punto medio.

Si las diferentes partes de que se compone este instrumento no se alterasen por efecto de las dilataciones y de los movimientos y choques que reciben teniéndose que trasportar, podrían hacerse fijas ó invariables unas á otras, de manera que la posición relativa de sus ejes no cambiase, pero estando espuestas á las alteraciones indicadas, los constructores prefieren unirlos por medio de tornillos y de piezas móviles, con el objeto de que antes de hacer uso de estos aparatos puedan rectificarse y corregirse, de tal modo que cuando el eje de la columna ef , sea vertical, el del anteojo ab , y el del nivel cd , sean horizontales, en cuyo caso el eje visual ab , girando al rededor del de rotación ef , describirá un plano perfectamente horizontal que es objeto del instrumento.

La unión y posición relativa de las tres partes de que hemos dicho se componen los niveles la han hecho los constructores de distinto modo, por lo cual varia también algun tanto el modo de hacer las correcciones y para esponer esto con mas claridad distinguiremos dos grupos de niveles.

1.º Los niveles en que el anteojo se apoya ó va montado sobre anillos ó collares, lo cual permite hacerle girar sobre su eje y cambiarle de posición invirtiéndole, de modo que el ocular se coloque en el sitio del objetivo ó inversamente (figuras 1.ª y 6.ª lámina 15.)

2.º Los niveles en que el anteojo no puede separarse de la plataforma (figuras 1.ª y 2.ª, lámina 16.) En el primer grupo podremos distinguir aun

dos clases, según que el nivel EF , vaya unido á la regla GH , como en la figura 1.ª ó que se enlace al anteojo AB , como en la figura 6.ª. En el segundo grupo también puede suceder que el nivel se una al anteojo (figura 1.ª) por medio de tornillos g, h , ó que vaya empotrado (figura 2.ª). En cualquiera de las cuatro disposiciones indicadas, será preciso, antes de empezar á hacer las operaciones con el nivel, conseguir;

1.º Que el eje de rotación ef , sea vertical.

2.º Que el eje óptico del anteojo se confunda ó sea el mismo eje de figura ab , que es lo que llamamos centrar el anteojo.

3.º Hacer que este eje óptico sea paralelo al del nivel, de manera que cuando este sea horizontal ó la burbuja ocupe el punto medio del tubo, aquel también lo sea.

Empezaremos haciendo ver como se consigue esto en los niveles de la primera clase representados en la figura 1.ª (lámina 15.)

1.º Para hacer vertical el eje de rotación ef , (figuras 1.ª y 6.ª) hasta hacer que se halle comprendido en dos planos verticales á la vez en cuyo caso será su intersección y por lo tanto vertical. Sea ef , el eje de rotación (fig. 4.ª) coloquemos el nivel en la dirección cd , (figuras 2.ª y 7.ª) de dos tornillos RT , en diagonal, de la articulación de cuatro (figura 7.ª) ó paralelamente á la línea pq (figura 2.ª) que pasa por dos de ellos, en la articulación de tres, y en este estado por medio de estos dos tornillos llevemos el nivel á la posición horizontal EF , (figura 4.ª). Si su eje fuese perpendicular al ef , haciéndole girar al rededor de éste describiría un plano horizontal y se conservaría en la misma posición, lo cual nos indicaría que ef era vertical, pero sino engendrará un cono y después de haber girado 180° , tomará la posición $E'F'$ formando con la anterior EF , un ángulo $E e F'$, duplo del $e f e'$ que forma el eje ef con la vertical. Si se divide en dos partes iguales el ángulo $E e F'$ la bisectriz $F' E''$ será perpendicular al eje ef , luego si por medio del tornillo t (figs. 1.ª y 6.ª) variamos la posición del eje del nivel hasta que se confunda con la línea $F' E''$ (figura 4.ª), le habremos hecho perpendicular al eje de rotación ef , y si en seguida con los tornillos de la plataforma RT (figuras 1.ª y 7.ª) hacemos que el nivel sea horizontal habremos movido el eje ef hasta que se encuentre en el plano vertical $c'd'$ (figuras 2.ª y 7.ª) que es la primera parte de la operación. Terminado esto, hagamos girar el instrumento 90° hasta que la dirección del nivel esté en la de los otros dos tornillos $S S'$ (figura 7.ª) en diagonal, ó en la de uno solo S (figura 2.ª): el nivel en este giro se habrá conservado perpendicular al eje ef , de modo que proyectando ambos ejes sobre un plano paralelo al plano vertical $c'd'$ podrán tener las dos posiciones $ef, EF, e'f, E'F'$ (figura 5.ª); pues ahora bien, si por medio de los dos tornillos $S S'$ (figura 7.ª) ó solamente con el S (figura 2.ª), movemos el sistema reunido del nivel EF y de la columna ef , hasta que el nivel sea horizontal, es decir, hasta que la burbuja ocupe el centro del tubo ó de las divisiones, habremos conseguido que el eje ef se halle comprendido en el segundo plano vertical cd (figuras 2.ª y 7.ª), y como durante el movimiento que le hemos dado no ha salido del primer plano ver-

tical cd , se habrá conseguido el objeto propuesto, de tal modo que haciendo girar el nivel EF (figura 1.^a) al rededor del eje de la columna ef , la línea cd describirá un plano horizontal y la burbuja aa no variará de posición en este movimiento, conservándose siempre entre las mismas divisiones.

En la práctica, pues, para hacer vertical el eje de rotación valiéndose de un nivel de aire, se coloca el nivel EF (figura 1.^a) en la dirección de dos tornillos del pie y por medio de ellos se hace que la burbuja vaya á ocupar el medio del tubo ó de las divisiones; en seguida se hace girar 180° , de modo que el extremo E venga á parar á el F , é inversamente, y si la burbuja no se halla en medio, se corrige la diferencia de las divisiones por mitades con los tornillos de la plataforma RT , y con el del nivel t se repite esta operación hasta conseguir que en las dos posiciones indicadas la burbuja permanezca en el centro de las divisiones; en seguida se hace girar el instrumento 90° , y si la burbuja no ocupa el medio del tubo, se lleva á esta posición, pero solo con los tornillos de la plataforma SS' (figura 7.^a) ó con el S (figura 2.^a) sin tocar para nada el tornillo del nivel t .

2.^o Para centrar el anteojo, ó lo que es lo mismo, hacer que su eje óptico se confunda con el de figura ab , colocaremos una mira XX' (figura 6.^a) á una cierta distancia y leeremos la cota Xo' , marcada por la cerda horizontal, hagamos girar 180° el anteojo sobre sus collares ó sobre su eje de figura, y si la cerda marcara la misma cota Xo' , probaría que el eje al rededor del cual ha girado el anteojo AB , se confunde con el eje óptico, que como sabemos es el que une el centro del ocular A con el cruzamiento o (figuras 10 y 11) de los hilos de la retícula, pero si nos marca otra cota Xo'' , el eje óptico habrá descrito al rededor del ab un cono cuyo vértice estará en el centro del ocular A y la cerda horizontal $d'e$ (figura 11) habrá tomado la posición $d''e''$, de suerte que si tomamos la semisuma de las dos cotas Xo' y Xo'' ó sea la Xo y movemos los tornillos CD de la retícula (figura 6) ó los h, f (figura 10) hasta que la cerda horizontal $d'e$ tomando la posición cd marque sobre la mira la cota Xo , habremos conseguido centrar dicha cerda, y repitiendo esta operación, siempre que hagamos girar el anteojo sobre su eje ab , marcará la cota Xo .

Lo mismo que se ha centrado la cerda horizontal podrá centrarse la vertical, pero en los niveles basta que esta cerda pase por el eje óptico del anteojo. Para que esta rectificación sea exacta es preciso que la mira XX' sea perpendicular al eje del anteojo AB , pues sino las distancias oo' , oo'' , no serían exactamente iguales; pero estando la mira vertical, como por muy desareglado que estuviese el nivel, el eje ab es próximamente horizontal, la diferencia sería sumamente pequeña, y por lo tanto, la corrección es exacta.

5.^o Nos queda por último, hacer que el eje óptico, centrado ya en virtud de la anterior rectificación, sea paralelo al eje cd del nivel, de manera que cuando esta línea sea horizontal lo sean ambas. Para esto establezcamos una mira MM' (fig. 8.^a) á una cierta distancia, y después de haber hecho el eje ef vertical, dirijamos una visual abc que nos marcará una cota Mc . Si los montantes fuesen

exactamente iguales, esta línea sería horizontal y haciéndola girar al rededor del eje ef , describiría un plano horizontal, pero sino describirá un cono. Esto se manifiesta haciendo girar el instrumento 180° al rededor del eje ef , en este movimiento el montante Bb ocupará la posición aE' y el A la Bb' , la línea visual será la $a'b'c'$; pero el ocular del anteojo ocupará la posición del objetivo é inversamente y el observador colocado en a , no podrá dirigir la visual, para lo cual no hay mas que sacar el anteojo de los collares é invertirlo, en este movimiento no cambiando la posición de los montantes, tampoco variará la de la línea $a'b'c'$, dirigiendo pues la visual leeremos la cota Mc' , y tomando la semisuma de las dos cotas leídas, obtendremos la Mc'' ; ya no quedará mas que variar la longitud Bb (que ahora estará del lado del ocular) por medio del tornillo r , hasta que la visual $a'b'$, marque sobre la mira la cota Mc'' , en cuyo caso la línea $a'b'c''$ será horizontal y paralela al eje del nivel CD .

Tenemos, pues, de este modo los tres ejes ef , $a'b'$, CD , en las posiciones convenientes para hacer una nivelación, de suerte que cuando se cambie de estación el instrumento, para instalarle de nuevo no habrá mas que hacer vertical el eje ef , con los tornillos de la plataforma TRS (figuras 1.^a y 6.^a) en cuyo caso todos los otros dos ejes quedarán en la posición horizontal.

Quando los niveles tienen la segunda disposición representada en la figura 6.^a, las dos primeras rectificaciones se hacen exactamente lo mismo que en el caso anterior, pero la tercera varía algun tanto.

En efecto al dirigir la visual aOm (figura 9.^a) el nivel db tiene la posición horizontal, pero al hacer girar 180° al instrumento é invertir después el anteojo $D'C'$ para poner el ocular B del lado del observador en D' , el nivel tomará la dirección inclinada $d'b'$, corriéndose la burbuja hacia la extremidad d' , por manera que después de corregir el eje del anteojo moviéndole hasta la línea media $D'C''$ con el tornillo r , se vuelve el nivel $d'b'$ á su posición horizontal, haciendo que la burbuja se coloque en las divisiones del centro con el tornillo t , con lo cual se consigue que las dos líneas $a'm''$ y $d'b'$ sean horizontales y paralelas, y como no se ha alterado la regla A_1B , el eje ef continuará siendo vertical.

En el caso de los niveles del segundo grupo en que el anteojo no va montado sobre collares y por lo tanto ni es posible hacerle girar sobre su eje ni invertirlo, las rectificaciones no pueden hacerse como en los casos anteriores.

Empecemos examinando el caso de la figura 2.^a (lámina 16) en que el nivel se halla empotrado en el anteojo, cuyo sistema es casi esclusivo del constructor inglés Troughton, en el cual si el eje del nivel cd no es paralelo por construcción al eje óptico del anteojo ab , no es posible conseguirlo y por lo tanto hay que variar la posición de la retícula de tal modo que la línea que una el centro del ocular con el cruzamiento de los hilos sea paralela al

eje del nivel, aun cuando esa línea no sea eje de figura del anteojo.

La primera rectificacion para que el eje de rotacion ef sea vertical se hace lo mismo exactamente que en los niveles del primer grupo valiéndose de los tornillos de la plataforma GH y de los tr , que alteran la posicion del eje cd del nivel respecto al de la columna ef .

La segunda ó sea la contraccion del anteojo, si por construccion no lo está, no es posible conseguirla.

En cuanto á la tercera que consiste en hacer el eje del anteojo paralelo al del nivel, es siempre de la mayor importancia; vamos á indicar varios medios fundados todos en *hallar una línea horizontal á quien comparar y referir el eje visual del anteojo*, á fin de poder hacerle tomar esta posicion.

1.º Coloquemos el instrumento en el punto A , (figura 4.º) y una mira BN en el punto B , y despues de haber hecho vertical el eje CA y horizontal el del nivel, dirijamos una visual CE , si el eje óptico del anteojo fuese horizontal la visual CE nos daria la diferencia de nivel entre los puntos A y B ; llamándola D estaria determinada por

$$D = CA - EB$$

en que CA representa la altura del centro del ocular sobre el terreno, la cual puede medirse con otra mira. Pero si no es horizontal y tiene, por ejemplo, la direccion CD la diferencia de nivel estaria dada llamándola D' por

$$D' = CA - DB = CA - DE - EB = D - DE.$$

Trasportemos el instrumento al punto B y la mira al A , y dirijamos la visual FI , despues de haber hecho como antes vertical el eje FE , ó horizontal el del nivel que es lo mismo; la diferencia de nivel será llamándola D''

$$D'' = HA - FB = HG + GA - FB = HG + D.$$

puesto que la inclinacion de la visual HF respecto á la horizontal FG será la misma que anteriormente.

Si restamos de este valor el de D' , y llamamos e el error que se comete por no ser horizontales las visuales, tendremos

$$D' - D'' = 2 DE = 2e,$$

ó

$$e = \frac{D' - D''}{2};$$

de aqui se deduce que para hacer esta rectificacion en la práctica se coloca en un punto del terreno el nivel y se instala haciendo el eje de rotacion vertical y el del nivel horizontal y se dirige una visual á una mira, se lee la cota y se toma la diferencia entre la cota leida y la altura del centro del ocular sobre el terreno; se anota esta diferencia que llamaremos D' , en seguida se trasporta el nivel al punto en que estaba la mira ó inversamente y se halla la diferencia de alturas, que llamaremos D'' . Si estas cantidades D' y D'' son iguales, nos dice que las visuales son horizontales y por lo tanto que el nivel está corregido y que $D' = D''$ será la diferencia de nivel entre los puntos A y B , en caso contrario se toma la diferencia y su mitad nos dará el error cometido que, agregado ó quitado de

las cotas HA y DB , obtendremos las verdaderas GA , EB , y ya no queda mas que hacer que varíen los tornillos $m m'$ (figura 2.º) de la reticula hasta que la visual marque sobre la mira la cota GA , en cuyo caso siendo horizontal la línea FG habremos conseguido nuestro objeto.

Ejemplo. Supongamos que se coloca el nivel en el punto B y la mira en A y dirigiendo una visual FI nos dan las cotas

$$HA = 2.^\circ 50.$$

$$FB = 1.^\circ 40.$$

La diferencia será $D' = 1.^\circ 10$.

Trasportemos el nivel á el punto A y la mira al B y dirijamos otra visual CD que nos dará

$$CA = 1.^\circ 60.$$

$$DB = 0.^\circ 70.$$

y la diferencia $D'' = 0.^\circ 90$.

el error $e = \frac{1.^\circ 10 - 0.^\circ 90}{2} = 0.^\circ 10 = HG = DE$;

de consiguiente si restamos este error de las cotas HA , DB tendremos las verdaderas

$$GA = 2.^\circ 50 - 0.^\circ 10 = 2.^\circ 40.$$

$$EB = 0.^\circ 70 - 0.^\circ 10 = 0.^\circ 60.$$

De modo que estando instalado el nivel en el punto A , no habrá mas que variar los tornillos de la reticula, hasta que marque sobre la mira BN una cota igual á $0.^\circ 60$, en cuyo caso siendo horizontal la línea CE será paralela al eje del nivel.

2.º Tomemos dos puntos $A B$ (figura 5) en los cuales se colocan dos miras AF , BE , en seguida situemos el nivel en el punto C á una cierta distancia de $20.^\circ$, por ejemplo, del punto A pero en la alineacion de las dos miras, y dirijamos una visual á cada una $a b$, $a c$ leyendo las cotas $A b$, $B c$, trasportemos ahora el instrumento al punto D , de modo que $DB = AC$, y dirijamos otras dos visuales fg , fh á las dos miras AF , BE leyendo tambien las cotas $A g$, $B h$; si el nivel estuviese corregido las líneas quebradas $b a c$, $g f h$ serian horizontales y cualquiera de las dos $b e$, $i l$ darian la diferencia de nivel entre los puntos A y B , pero sino se podrán obtener tambien dos puntos de nivel, calculando las cotas $\frac{A b + A g}{2}$ y $\frac{B h + B c}{2}$ que corres-

ponderan á dos puntos m y n que estarán de nivel, de consiguiente, conocidos estos puntos, se dirijen dos visuales á las miras desde la posicion D , última en que hemos colocado el nivel, y se van variando los tornillos $m m'$ (figura 2.º) de la reticula, hasta que la cerda horizontal marque sobre las miras dos puntos i , l en que se verifique que $m i = n l$, en cuyo caso la recta ó visual $i f l$ será paralela á la línea que une los puntos m y n , y por lo tanto horizontal que es lo que deseábamos conseguir.

Si el nivel estuviese en C hubiésemos hecho lo mismo hasta obtener que $d m = e n$.

3.º Establezcamos en una misma alineacion tres miras $A M$, $B N$, $C O$ (fig. 6) de tal modo que la distancia $A B = B C$; en el punto medio D de la distancia $A B$ coloquemos el nivel y despues de hacer el eje de rotacion vertical y el del nivel horizontal, dirijamos con el anteojo dos visuales $a b$, $a c$ á las

miras, los puntos *b* y *c* estarán de nivel, pues el eje del anteojo habrá descrito un cono recto al rededor del eje *u D* que es vertical; trasportemos en seguida el nivel al punto medio *E* de *B C* y después de instalarle, dirijamos las visuales *d e*, *d f*, los puntos *e f* también estarán de nivel, de modo que si a la cota *A b* le agregamos la diferencia *e c* los tres puntos *g e f* se hallarán sobre una misma horizontal, tenemos pues ya una recta horizontal *g e f* a quien poder referir el eje óptico del anteojo. Ahora instalemos el nivel en un punto *E*, un poco separado de la alineación de las tres miras para poder hacer bien las lecturas, y después de conseguir que la burbuja ocupe el medio del tubo, dirijamos una visual *m l i h* a las tres miras, si las cotas *A h*, *B i*, *C l* se diferencian de las *A g*, *B e*, *C f* una cantidad constante $g h = e i = f l$, la línea *l i h* será paralela a la *f e g* y por lo tanto horizontal, si no sucede esto se mueven los tornillos de la retícula hasta que las partes interceptadas *g h*, *e i*, *f l* sean iguales, con lo cual tendremos hecha la rectificación deseada.

4.° Siempre que se pueda obtener una superficie de agua tranquila como la de un estanque, balsa, etc., puede servirnos para rectificar un nivel. En efecto, sea *M N* (figura 8.°) esta superficie, clavemos dos piquetes *P B*, *H A* midiendo con la mayor precisión las alturas *P R*, *H I* de sus cabezas sobre la superficie *R I* del agua, en seguida se coloca en el punto *B* el instrumento y en *A* sobre el piquete *H* una mira bien vertical *H D* y después de instalar el nivel haciendo el eje de rotación vertical y que la burbuja ocupe las divisiones del medio del tubo, se mide la altura *C P* del centro del ocular sobre la cabeza del piquete marcando sobre la mira *H D* un punto *F* tal, que $I H + H F = R C$; en este estado ya no queda mas que dirigir una visual *C E*, ó *C G* a la mira, y si la cerda horizontal no cubre el punto *F* se mueven los tornillos de la retícula hasta conseguirlo, en cuyo caso siendo la recta *C F* paralela a la superficie *N M*, y por lo tanto horizontal; el instrumento quedará rectificado.

Pasemos a examinar la cuarta disposición que se suele dar a los niveles, representada en la figura 1.° y que llevan generalmente el nombre de su inventor Mr. Gravatt, el cual ha introducido algunas modificaciones, empleando para el objetivo *B* una lente de mayor diámetro y de una distancia focal pequeña, con lo cual obtiene la misma claridad y alcance que con los anteojos de mayor longitud usados en los otros niveles, que los hace incómodos para el uso; además ha colocado un espejo pequeño *I* inclinado respecto al nivel, de manera que cuando un observador dirija una visual, puede ver al mismo tiempo si la burbuja se conserva en el centro del tubo ó si experimenta alguna alteración. Por último agrega un pequeño nivel *F* sobre el grande *g h* y perpendicularmente en su dirección con el objeto de que cuando su burbuja se halle en el centro del tubo, la cerda de la retícula *m n'* sea horizontal.

En este instrumento pueden hacerse las tres correcciones ó rectificaciones como en los del primer grupo, pues la posición relativa de los ejes *a b*, *c d* del anteojo y del nivel puede variarse así como respecto al eje de rotación *e f*, por medio de los tornillos *g h i r*.

La primera rectificación se hace lo mismo que en los casos anteriores usando los tornillos de la plataforma *G H* y los *t r*, ó también puede hacerse con los *g h* del nivel, pues el objeto es hacer el eje de este, al mismo tiempo que horizontal, perpendicular al *e f*, lo que se obtiene lo mismo con unos tornillos que con otros.

Para centrar el anteojo empezaremos por obtener una línea horizontal, por cualquiera de los procedimientos espuestos anteriormente y supongamos que siguiendo el de la figura 6.° hemos marcado tres puntos *D E F* de nivel (figura 7.°) sobre tres miras *A a*, *B b*, *C c*, alineadas y equidistantes; conseguido esto, trasportamos el instrumento a un punto cualquiera *P*, próximo al *A* y alineado con las tres miras; supongamos que el anteojo toma la posición *G H*, y el centro de la retícula el *o*, su eje óptico será el *o m a* (que une el cruzamiento de las cerdas *o* con el centro del objetivo *m*), que marcará en la primera mira un punto *a* y en la segunda otro *b*. Para distinguir con claridad la tercera mira *C c*, será preciso que por medio del tornillo *T* (figura 1.°) se aleje el objetivo *H* (figura 7) de la retícula *t r*, para que la imagen de la mira *C c* se distinga con claridad en aquella, y supongamos que se mueve hasta la posición *l' m'*, el eje óptico será entonces el *o f c* y marcará en la mira un punto *c*. Pues ahora bien, si el anteojo hubiese estado centrado y por consiguiente el punto *o* en *n*, ó sea en el eje de figura *m n* al variar la posición del objetivo, las dos líneas *o m a* y *o f c* serían una misma y se confundirían con la *n m e g* marcando sobre las miras tres puntos *d e g* que satisfarían a la siguiente condición

$$g F - d D = 2 (e F - d D),$$

ó llamando *D E F* a las cotas *A D*, *B E* y *C E*, y *D'*, *E'*, *F'* a las *A d*, *B e*, *C g*

$$(F' - F) - (D' - D) = 2 (E' - E) - 2 (D' - D).$$

Si esto no tiene lugar, como sucede en los puntos *a b c* que no están en línea recta, el anteojo no estará centrado y será preciso mover el cruzamiento *o* de las cerdas hasta conseguir que los tres puntos marcados sobre las miras *A B C* satisfagan a la condición anterior, en cuyo caso el eje óptico *o m*, y el de figura *n m* serán uno mismo.

Centrado ya el anteojo queda hacer su eje paralelo al del nivel, para lo cual hecho horizontal el *c d* (figura 1.°) no hay mas que mover los tornillos *t r* hasta que el eje visual marque sobre las miras *A B C* tres puntos que disten igualmente de los *D E F*, como indicamos en la figura 6.° Cuando esto se haya obtenido el eje óptico del anteojo será horizontal, pero como para ello hemos movido los tornillos *t r* habrán alterado el nivel *g h* y su eje *c d* ya no será horizontal, pero le volveremos a esta posición haciendo que la burbuja ocupe el centro del tubo con los tornillos *g h*, que siendo independientes del anteojo no habrán alterado su eje *a b*; tendremos así hechos los dos ejes *a b* y *c d* horizontales, y por lo tanto paralelos, puesto que ambos son perpendiculares a la vertical *e f*.

Los niveles que se construyen en Alemania son generalmente del sistema de los indicados en la figura 6 lámina 15. Pero los que se usan principalmente en las operaciones topográficas y representados en la figura 5 lámina 16 se apoyan por uno de

sus extremos en una placa li , y por el otro se unen á un arco de círculo LM , que por medio de un tornillo de presión P , y de otro de coincidencia r , se puede hacer variar la posición de los ejes $a b$, $c d$ respecto á la del $e f$.

Para rectificar este instrumento se empieza haciendo el eje de rotación $e f$ vertical; corrigiendo las desviaciones por mitades, según indicamos anteriormente con los tornillos de la plataforma $G H$ y moviendo el arco LM al rededor del eje proyectado en m . Para que la burbuja $m n$ recorra la mitad de la diferencia de las divisiones marcadas sobre el tubo, se emplea aquí un tornillo micrométrico r , que tiene la circunferencia $s s'$ dividida, y un índice i , fijo á la pieza QR , indica el número de vueltas y fracción de vuelta que es preciso hacer dar á este tornillo para que la burbuja $m n$ vuelva al centro del tubo, de consiguiente es muy fácil tomar nada mas que la mitad que le corresponde al r .

Si se observa la composición de este nivel puede notarse que es el mismo de la figura 6.^a de la lámina 15, sin mas que la regla GH está sustituida aquí por el brazo curvo QR , y el tornillo r por el P de presión y el r de coincidencia. Así, pues, las otras dos rectificaciones se hacen exactamente como en el caso anterior de los niveles de Mr. Gravatt y los de la figura 6 lámina 15.

A. M.

COLOCACION

DEL PUENTE DEL CEA.

Lámina 22.

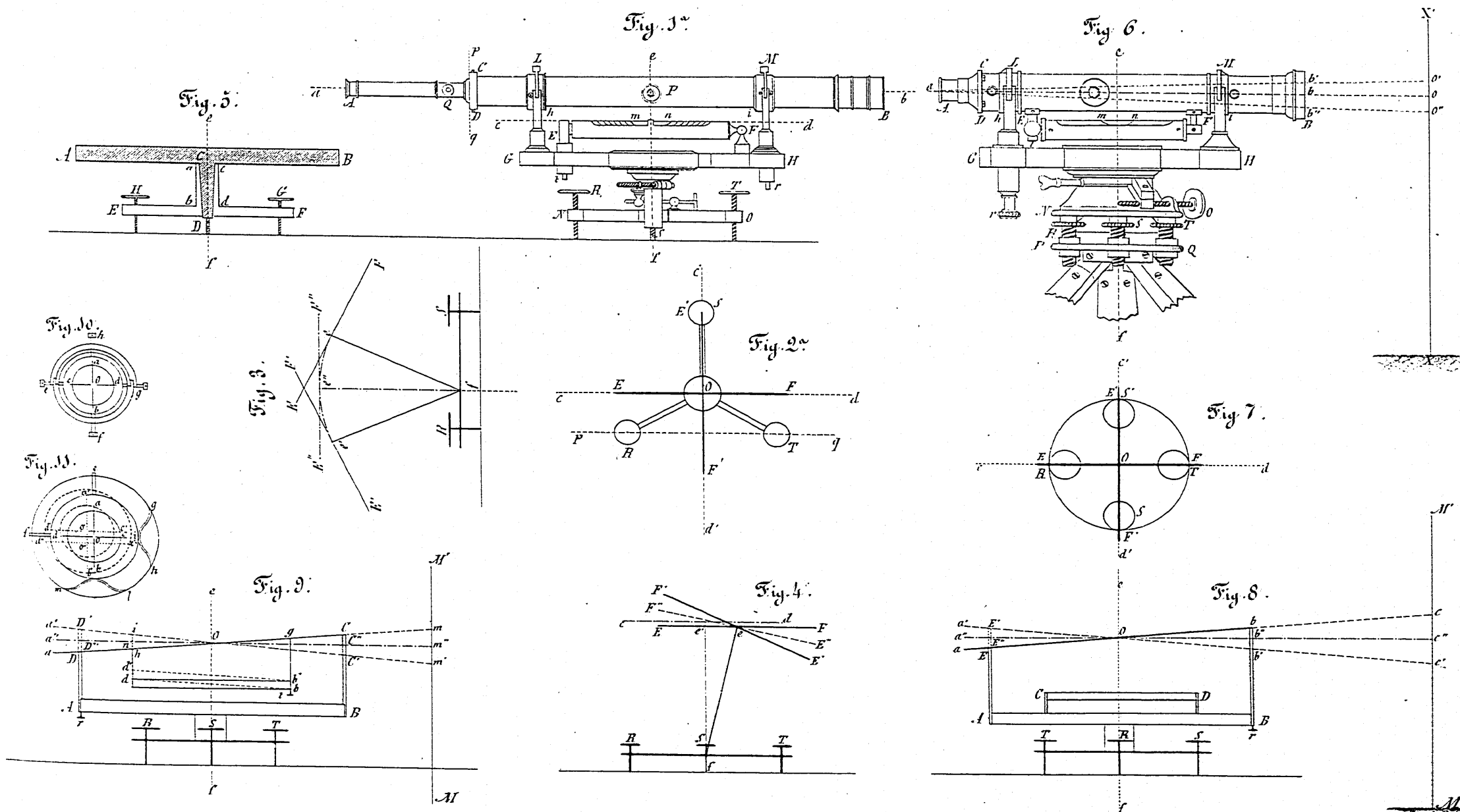
En el ferro-carril que se está construyendo entre Palencia y Leon se ha introducido una novedad que ha de tener su influencia en la rápida ejecución de las vías de esta clase, y dá á conocer una ventaja mas de la aplicación del hierro á los puentes. Esta novedad consiste en armar y roblar todos los tramos de hierro en un taller situado á la cabeza de la línea, donde están concentrados todos los medios de acción y vigilancia, y transportar despues cada puente con sus enchillos, viguetas, largueros y carriles en una sola pieza al punto en que se ha de colocar, donde ya están preparados sobre pilas y estribos las placas y rodillos de apoyo. De esta manera, al día siguiente de llegar el asiento de la vía al primer estribo se lleva el puente, y al otro se baja al nivel de sus soportes y pasan los trenes de material para continuar el asiento de la vía hasta encontrar otro

puente, evitando la interrupción que habria de ocasionar en dicha operación el montaje y arreglo de los tramos en el sitio mismo que ha de ocupar.

Este inconveniente se tocó en la construcción de los 4 primeros puentes de la línea. El del Carrion, de tres tramos de 22,65; 26,50 y 22,65 metros de luz se montó sobre el terraplen del estribo izquierdo y se corrió sobre rodillos hasta su sitio, teniendo la vía detenida por 40 días. Los de Grijota, Becerril y Arroyo-mayor, de 20 metros de luz cada uno, se montaron sobre un andamio y ocasionaron una interrupción de 15 días. Por eso y por la dificultad de los trasportes, que hasta Paredes se hacian por el canal de Castilla, se decidió cambiar de método para los siguientes. El del Valdeginate de diez metros de luz y once toneladas de peso, se llevó sobre dos wagones plataformas; pero estos vehiculos no hubieran bastado para llevar los otros puentes, y como si se ponian mas de dos seria imposible pasar las curvas y los cambios de rasante sin esponerse á que todo el peso cargase sobre un solo wagon, el Sr. Oudry, ingeniero del contratista general, ideó unos carruajes especiales, cuya figura se representa en la lámina.

Cada carruaje se compone de dos wagoncillos formados por un fuerte bastidor que descansa sobre las cajas de grasa de dos ejes sin el intermedio de resortes. Este bastidor lleva atrevesado un durmiente en el medio y sobre los dos paralelos descansan seis largueros de madera, bastante delgado cada uno para poder amortiguar los choques con su elasticidad. Los largueros sostienen en su medio una viga de ancha base compuesta de dos acopladas, que lleva en su centro un agujero por donde pasa la clavija maestra destinada á mantener el tramo en el punto medio constantemente; y cuya viga es la que gira en el paso de las curvas, resbalando sobre los seis largueros bien engrasados. Todas las piezas van sujetas con entalladuras y pernos, y ambos wagoncillos con un fuerte gozne de hierro. La tracción se verifica sobre un gancho central y los bastidores llevan topes de locomotora. Para tras-

NIVELES DE ANTEOJO.



NIVELES DE ANTEOJO.

Fig. 1.

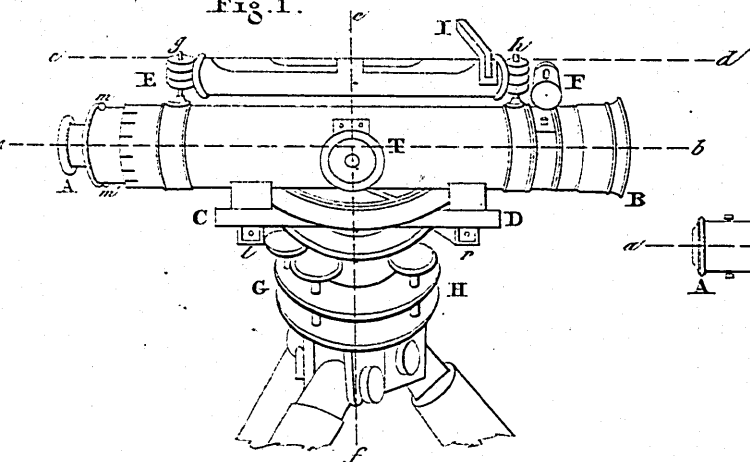


Fig. 2.

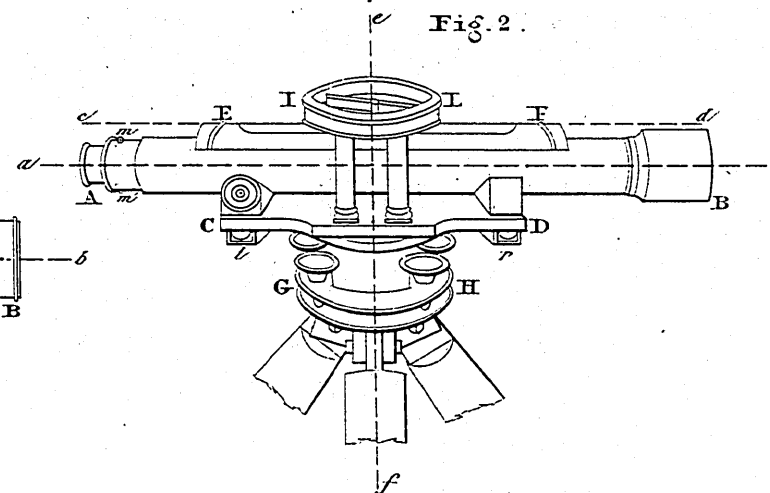


Fig. 3.

Fig. 4.

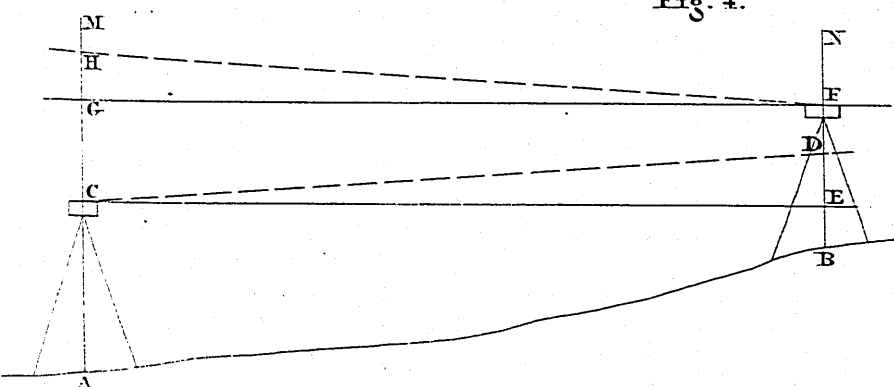


Fig. 5.

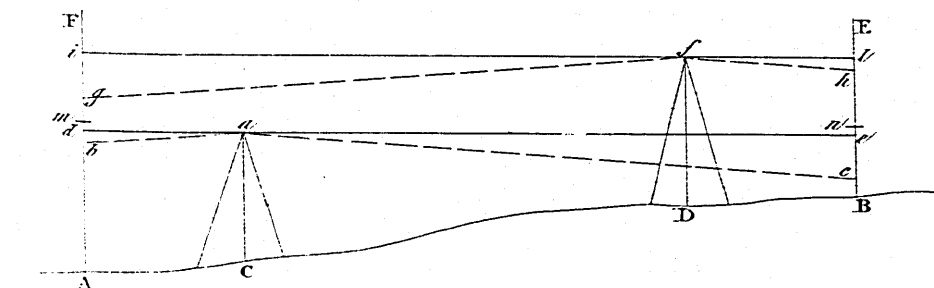


Fig. 6.

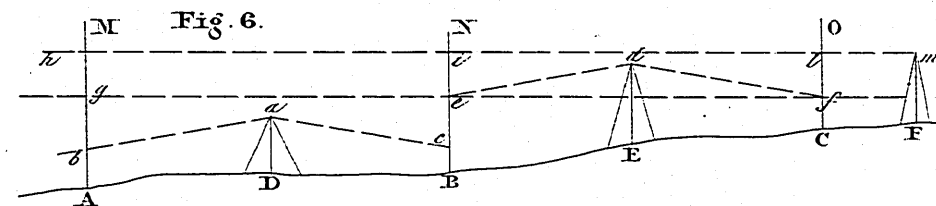


Fig. 7.

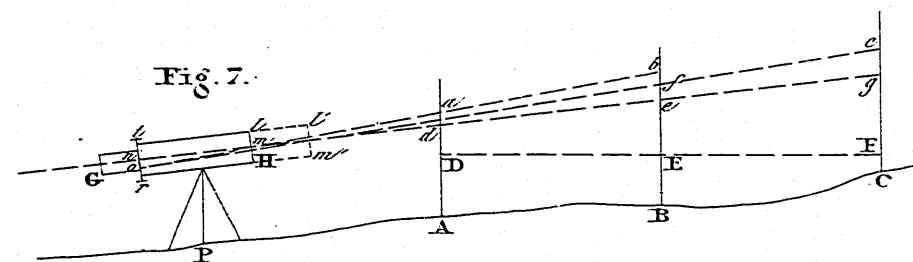


Fig. 8.

