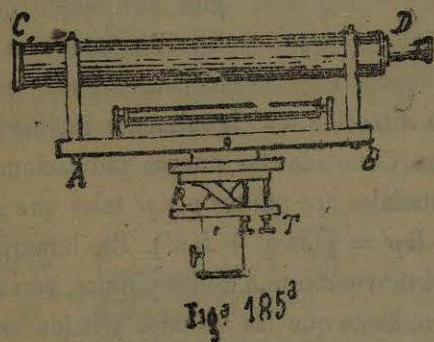


nos que sean, intercepta una parte muy apreciable del estadal; y además, el uso de las pínulas causa siempre alguna incertidumbre en la dirección de las visuales. Por eso al emplear este instrumento, no convendrá colocar las miras á más de 40 á 50 metros de distancia.

236. NIVELES DE ANTEOJO.—Todos estos instrumentos constan esencialmente de una regla que sostiene un anteojo y un nivel de aire, teniendo además los mecanismos necesarios para comprobar la precisión de sus diversas partes y corregir los defectos que se noten. Como son muy numerosas las modificaciones que se han hecho á las distintas piezas de que se componen, sólo daré á conocer la construcción de los niveles que más se usan, persuadido de que al ver cualquiera otra, se comprenderá fácilmente el objeto que puede tener la variación que en ella se advierta.

La figura 185^a representa el nivel llamado de Egault. En este instrumento, la regla *AB* sostiene el nivel de aire, y el telescopio *CD*, siendo susceptible de girar al derredor del eje *o*, que puede colocarse verticalmente por medio de los tornillos *T* y los resortes *R*, como veremos después. Otras veces todo el aparato está apoyado en tres pies con torni-



llos para nivelar, lo mismo que un teodolito.

El ocular *D* del anteojo se arregla á la vista del observador, de modo que pueda ver con toda claridad los hilos muy delgados de que está provista la retícula; y también puede variarse la distancia de la misma al objetivo, según la del objeto que se observa, hasta que se vea con igual limpieza su imagen.

Un nivel de esta construcción, debe reunir las condiciones siguientes:

1º La columna ó eje, á cuyo derredor gira todo el instrumento, ha de ser vertical.

2º La línea de colimación del telescopio debe coincidir con su eje de figura.

3º Uno de los hilos de la retícula debe ser horizontal.

4º El eje del nivel ha de ser paralelo á la línea de colimación.

Para comprobar la verticalidad de la columna, se coloca el nivel en la dirección de uno de los tornillos que tiene el instrumento en su parte inferior, el cual se mueve hasta que la burbuja ocupe el centro del tubo; se invierte en seguida el nivel, haciéndolo girar 180º; y si la burbuja no varía de lugar, tampoco habrá que hacer corrección alguna; pero si se traslada hacia uno de los extremos del tubo, se corrige la mitad del error con el tornillo del pie del instrumento y la otra mitad con el de la armadura del nivel debiendo repetirse la operación hasta que no se observe diferencia alguna. Después se lleva el nivel á la dirección del otro tornillo, y se mueve hasta que la burbuja se coloque en el centro, con lo que la columna quedará vertical. Cuando el instrumento está provisto de tres tornillos para nivelar, se coloca el tubo primero en la dirección de dos de ellos, en sus dos posiciones inversas, hasta que en cualquiera de ellas la burbuja ocupe el centro; y después se sitúa en la dirección del tercer tornillo, haciendo con él la corrección necesaria. Si la operación se ha practicado con exactitud, la burbuja dará las mismas indicaciones en una revolución entera del instrumento al derredor de la columna.

Para hacer coincidir los ejes de figura y de colimación, se dirige el telescopio á un objeto distante, tal como una mira colocada á 400 ó 500 metros, y después de notar el punto cortado por la intersección de los hilos, se hace girar el anteojo 180º al derredor de su eje de figura; si en este movimiento permanece el punto observado en la misma intersección, existe la coincidencia; en el caso contrario, se mueven los tornillos de la retícula hasta que quede corregida la mitad de la desviación, y se habrá conseguido esa coincidencia cuando, al repetir la operación, el punto que se observe permanezca cortado por los hilos. No hay inconveniente en hacer la corrección de colimación sin haber nivelado el instrumento, pues no es necesario que el objeto observado esté en la dirección de una visual horizontal.

Para hacer que uno de los hilos sea paralelo al horizonte, se obser-

va igualmente un punto distante, y si al mover el instrumento al derredor de la columna, despues de nivelado, el punto no permanece siempre cortado por el hilo en todo el campo del telescopio, deberá moverse un poco el anteojo al derredor de su eje de figura hasta que se verifique así. Por lo general, los telescopios tienen en su parte exterior una pequeña pieza metálica, que por su contacto con un tornillo fijo á los apoyos, indica la posición en que el hilo es horizontal; y por consiguiente, una vez hecha la corrección como se ha dicho, bastará establecer ese contacto para que el hilo quede en la posición que se desea.

El paralelismo de los ejes del nivel y del anteojo se comprueba también observando la indicación de un estadal, estando bien nivelado el instrumento. Se quita en seguida el telescopio de sus apoyos y se invierte, despues de hacer girar 180° á todo el instrumento á fin de que el anteojo vuelva á quedar dirigido á la mira. Si en esta nueva posición queda cortado el estadal en el mismo punto que en la primera, es prueba de que existe el paralelismo; pero en el caso contrario, sería preciso variar la altura de uno de los apoyos por medio del tornillo que tiene al efecto, hasta que se haya corregido la mitad de la desviación observada. Esta, lo mismo que todas las demás rectificaciones, debe repetirse hasta que no quede error apreciable.

Casi todas las correcciones del nivel tienden á alterarse con el tiempo, y por eso es indispensable examinarlas con alguna frecuencia. Sin embargo, la construcción de Egault se presta á operar con un nivel incorrecto, procediendo como sigue para obtener la indicación exacta de la mira. Sea A

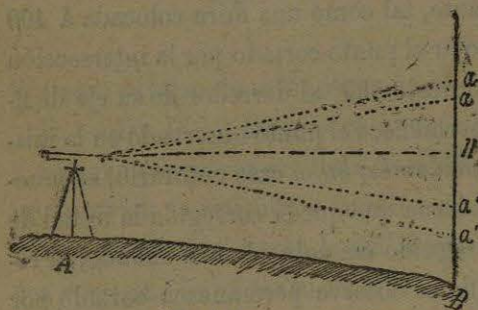


Fig.^a 486

do cuatro observaciones en las cuatro posiciones diversas del anteojo

en que uno de los hilos es horizontal, las visuales correspondientes tendrán direcciones simétricas respecto de la horizontal; y por consiguiente el término medio de las cuatro lecturas que se hagan en el estadal, darán la indicación BH con independencia de los errores del instrumento.

La primera observación da, por ejemplo, Ba , y haciendo girar 180° al telescopio al derredor de su eje de figura, se obtendrá Ba' , siendo aa' el error que proviene de la falta de coincidencia de los ejes de figura y de colimación. Despues se invierte el anteojo y se hace girar al instrumento 180° al derredor de su columna, con lo que se obtiene la indicación Ba''' , pues en virtud de la falta de paralelismo entre el eje del nivel y el de colimación, esta tercera visual resultará igualmente inclinada que la segunda, aunque en sentido opuesto, de modo que $Ha''' = Ha'$. Dando por último media vuelta al telescopio al derredor de su eje de figura, resultará la indicación Ba'' . Es claro que los puntos a y a'' están equidistantes de H lo mismo que a' y a''' ; y así es que $BH = \frac{1}{2}(Ba + Ba'')$, y también $BH = \frac{1}{2}(Ba' + Ba''')$, cuyo promedio da:

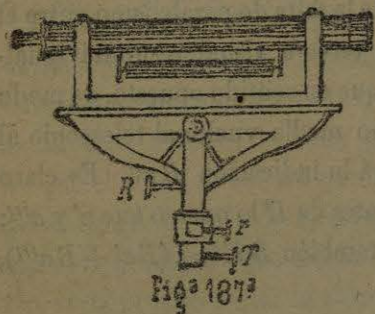
$$BH = \frac{1}{4}(Ba + Ba' + Ba'' + Ba''')$$

Según se ve en los valores precedentes, se obtendría también la indicación exacta por la primera y la cuarta observaciones, ó por la segunda y la tercera; pero es más seguro adoptar su término medio general.

237. En medio de todas las ventajas que ofrece la construcción de Egault, tiene un inconveniente que en ciertos casos puede originar errores de consideración. Este proviene de la separación ó independencia de sus dos partes esenciales, que son el telescopio y el nivel. Imaginémos, en efecto, que despues de rectificado con el mayor esmero el paralelismo, ó para expresarnos con más propiedad, la perpendicularidad de los ejes del nivel y del anteojo á la columna del instrumento, cualquiera causa extraña alterase la altura de uno de los apoyos que sostienen el telescopio. Sucedería entonces que indicando el nivel la verticalidad de la columna, no sería horizontal la visual dirigida por el eje del anteojo, puesto que la variación supuesta en

uno de sus apoyos, haría inclinar la línea de colimación. Nada indicaría, por otra parte, la existencia del error, y como este puede producirse, no solamente por un cambio real en la altura de los apoyos, sino también por la interposición de algunos granos de polvo entre uno de ellos y el telescopio, ó por cualquiera otra causa análoga, resulta que pasaría desapercibida la inclinación de las visuales, haciendo completamente ilusoria la rectificación de aquellos ejes.

Este inconveniente no existe cuando están unidos el nivel y el anteojo, como en el instrumento que representa la figura 187^a, que es



de la construcción de Chézy. En lo demás, sólo difiere esencialmente del de Egault en el modo de colocarlo en su tripié. Un arco de círculo cuya circunferencia está dentada, engrana en el tornillo sin fin *R*, que al moverse hace variar simultáneamente la inclinación del nivel y del telescopio. El tornillo de presión *T* sirve para detener el movimiento general, y entonces

puede moverse el instrumento con lentitud por medio del tornillo situado en *r*.

Las condiciones que debe tener el nivel de Chézy son las mismas que se han indicado al describir la construcción de Egault, y se comprueban de igual manera, con excepción de la relativa al paralelismo de los ejes, que se practica de este modo. Después de situar la burbuja en el centro del tubo por medio del tornillo *R*, se observa la indicación de una mira distante, en el punto que se ve cortado por la intersección de los hilos, y en seguida se hace girar 180° á todo el instrumento al derredor de la columna. Se invierte el telescopio para volverlo á dirigir al mismo objeto, y si la burbuja ha variado de lugar, se vuelve á llevar al centro del tubo con el movimiento del tornillo *R*. En esta nueva posición la retícula debe cortar el mismo punto que en la primera cuando existe el paralelismo; pero en el caso de que no se verifique así, se corregirá la mitad de la desviación

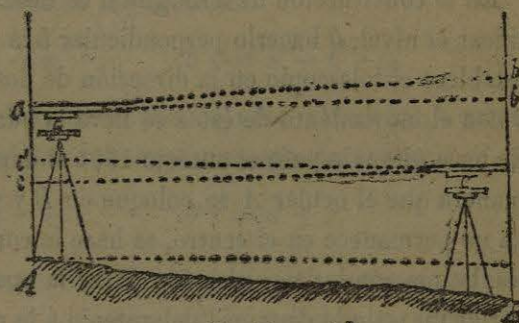
con los tornillos de la armadura del nivel, que permiten variar su distancia al anteojo.

Se ve, pues, que en la construcción de Chézy cualquiera variación en la altura de los apoyos afecta al nivel lo mismo que al telescopio, y en consecuencia no altera el paralelismo de sus ejes; de suerte que siempre que la burbuja indique la horizontalidad, serán también horizontales las visuales dirigidas por la línea de colimación, cuya coincidencia con el eje del telescopio supongo establecida de antemano.

Los teodolitos ingleses y americanos, que tienen generalmente un buen nivel unido al telescopio, ofrecen tipos de la combinación de Chézy, y pueden rectificarse de una manera idéntica para usarlos como instrumentos de nivelación, según se ha expuesto detalladamente en el número 56 y siguientes.

238. He supuesto hasta ahora la perfecta igualdad de los diámetros del telescopio, en las partes que descansan inmediatamente sobre los apoyos; y es en efecto uno de los puntos en que fijan más su atención los constructores, por depender de esa igualdad la exactitud de la rectificación del paralelismo. El modo de conocer si se ha cumplido con esa condición importante, consiste en medir con el instrumento que se va á examinar, la diferencia de nivel entre dos puntos, y en comparar el resultado

con la propia diferencia determinada previamente con toda exactitud. Sean *A* y *B* (fig. 188^a) los dos puntos elegidos, y cuya diferencia de altura *BC* es conocida. Colocados en ellos dos estadales, establézcase el nivel muy cerca de

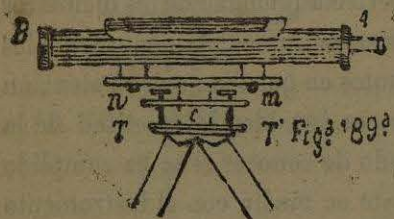


Fig^a 188^a

A, de manera que con el estadal de ese punto pueda medirse con precisión la altura *Aa* del centro del ocular *a*, después de haber nivelado perfectamente el instrumento. Es claro que si son entera-

mente iguales los diámetros del telescopio en las partes sostenidas por los apoyos, la línea de colimación será horizontal é irá á señalar el punto b en el estado B , y se tendrá: $BC = Bb - Aa$; mas si la visual está inclinada en virtud de la desigualdad de los diámetros, señalará el punto b' , por ejemplo, y la diferencia de nivel no resultará igual á BC , sino que dará el error $bb' = Bb' - Aa - BC$. Una vez conocido su valor y la distancia á que se haya determinado, podrá tomarse en cuenta al operar con el instrumento defectuoso, haciendo las correcciones proporcionalmente á las distancias.

239. Los niveles construidos por Troughton no son susceptibles de ese defecto, en atención á que sus telescopios están fijos á la plataforma inferior del instrumento, como lo manifiesta la figura 189^a, y



sólo se les pueden comunicar pequeños movimientos con los tornillos m y n , á fin de poder corregir el nivel que está invariablemente unido al anteojo. Todo el aparato descansa en un sistema de tornillos T y T' para nivelar, lo mismo que los teo-

dolitos.

En la construcción de Troughton es necesario comenzar por rectificar el nivel, ó hacerlo perpendicular á la columna c . Para esto se establece el telescopio en la dirección de dos de los tornillos T y T' , y con el movimiento de éstos se lleva la burbuja al medio del tubo. Se hace girar después el anteojo 180° al derredor de la columna, de manera que el ocular A se coloque en B y viceversa. Si la burbuja ya no permanece en el centro, se hace la corrección por partes iguales, la una con los tornillos T y T' , y la otra con m y n , que hacen variar un poco la distancia del anteojo á la plataforma. Se repite la operación hasta que en las dos posiciones inversas señalen ambos extremos de la burbuja las mismas indicaciones. Colocando en seguida el anteojo en una dirección perpendicular á la primera, se corrige la desviación que puede tener la burbuja haciendo uso solamente del tercer tornillo del pie, ó de los dos restantes si hay cuatro, y teniendo

cuidado de no tocar ya los del anteojo m y n , pues que esta desviación no provendrá más de la inclinación de la columna.

Dijimos que el nivel está invariablemente unido al tubo del telescopio; y no siendo este susceptible de invertirse por estar también fijo en la plataforma, no es posible aplicar el método de la inversión para establecer el paralelismo de su eje con el del nivel, sino el siguiente que es también muy sencillo. Se escogen en un terreno de suficiente extensión y de poco declive, dos puntos A y B (fig. 188^a) cuya diferencia de nivel se determina con el instrumento que se trata de examinar, aplicando el procedimiento que indicamos en el párrafo precedente, y estacionando sucesivamente en A y en B . Si son iguales los resultados que se obtienen en ambos casos, existe el paralelismo de los ejes; y en el caso contrario, su semidiferencia será el efecto del error que fácilmente se corrige en seguida. Supongamos, en efecto, que á causa de la falta de paralelismo, se desvían las visuales hacia arriba de la verdadera horizontal, cuando la burbuja esté señalando divisiones iguales á un lado y otro del tubo. Resultará entonces que hallándose el instrumento en A , la visual en vez de indicar el punto b de la mira, indicará $Bb' = h$, y al establecerlo en B señalará $Aa' = h'$ en lugar de Aa . Si designamos por p y p' respectivamente las alturas Aa y Ba' del centro del ocular, y por x el efecto del error $bb' = ca'$, las observaciones en A y B darán:

$$BC = h - p - x \qquad BC = p' - h' + x$$

Llamando n y n' las dos diferencias de nivel obtenidas, á saber, $n = h - p$ y $n' = p' - h'$, las dos ecuaciones anteriores son:

$$BC = n - x \qquad BC = n' + x$$

que restadas una de otra, producen: $x = \frac{1}{2}(n - n')$, como se anunció al principio. Nótese que su semisuma suministra el valor exacto de BC ; y en consecuencia, por medio de la doble observación, puede determinarse la diferencia de nivel entre dos puntos con un instrumento incorrecto. Convendrá aplicar este método cuando se desea examinar la igualdad de los diámetros del telescopio, como se indicó en el último párrafo, en el cual supusimos conocida con exactitud

la diferencia del nivel. Se obtendría también con precisión esa diferencia, estableciendo el instrumento entre los dos puntos y exactamente á la misma distancia de ambos estadales, pues sea cual fuere la causa del error, produce efectos iguales á distancias iguales, y desaparece por tanto al tomar la diferencia de las indicaciones de las miras.

Volviendo á nuestra rectificación, luego que se haya calculado el valor de x , lo cual puede hacerse sobre el terreno mismo al terminar la segunda observación, se mueve la retícula del anteojo por medio de los tornillos que están cerca del ocular, hasta que el hilo horizontal recorra la cantidad $e' c = x$ sobre la mira, hacia abajo ó hacia arriba según fuere el error, y de ese modo quedará horizontal la línea de colimación.

En el nivel de Troughton puede suceder que la intersección de los hilos no quede en el eje de figura del telescopio, puesto que, al mover la retícula, sólo hemos establecido la horizontalidad de la línea de colimación; pero esto no ofrece inconveniente alguno, porque estando fijo el anteojo, siempre se usa en la misma posición, lo cual no sucede en los instrumentos cuyos telescopios pueden girar al derredor de su eje de figura, y en los que por esta causa es indispensable la centración. La construcción de Troughton presenta, por otra parte, la gran ventaja de la solidez y la estabilidad de todas sus partes, de manera que una vez bien rectificado el instrumento, permanece por mucho tiempo sin alteración.

Podría hacerse mención de otras muchas construcciones de niveles; pero no ofreciendo ninguna de ellas diferencias importantes respecto de los diversos tipos que se han descrito, es seguro que el lector podrá apreciar por sí mismo las ventajas ó inconvenientes que presenten las variaciones que tenga ocasión de notar en algunos otros instrumentos.

240. Lo que sí es de mucho interés es la determinación experimental de las mayores distancias á que convenga hacer uso de un instrumento dado, según el grado de precisión que se desee alcanzar. Este límite no depende tanto de la claridad de los lentes como de la sensibilidad del nivel, porque en la práctica de la nivelación casi nunca

son tan considerables las distancias de la mira que falte potencia en los telescopios, sino que más bien ocasiona errores la pequeña desviación que puede tener la burbuja en el momento de dirigir las visuales; y el efecto de esa desviación crece con las distancias y con la pequeñez del radio de curvatura del tubo.

Si se coloca un estadal á la distancia k del nivel y se leen las indicaciones de la mira obtenidas cuando la burbuja señala la horizontalidad perfecta, y cuando se le haya dado la desviación que se crea poder admitir en algunos casos, la diferencia que resulte será evidentemente el error posible para la distancia k , y de este se deduce el que en proporción corresponde á cualquiera otra distancia. En consecuencia, fijando el *máximum* de error que quiera tolerarse, se determinará también la mayor distancia á que deberá usarse el mismo instrumento. En general, es casi una prescripción establecida por la experiencia, que la distancia de 500^m es la mayor que debe haber entre el nivel y el estadal, siempre que se trata de operaciones delicadas; porque cuando excede de esa cantidad, comienzan á ser bastante inciertas las lecturas de la mira.

Observaciones comparativas del mismo género pueden aplicarse para medir el valor angular de las divisiones del nivel, y por consiguiente para calcular su radio de curvatura. Siendo, en efecto, d la diferencia de lecturas del estadal cuando cada extremo de la burbuja recorre n divisiones, se tiene que el ángulo formado por las dos visuales, expresado en segundos, es: $V = \frac{d}{k \text{ sen. } 1''}$; y el valor angular de cada división será: $v = \frac{V}{n} = \frac{d}{n k \text{ sen. } 1''}$. Si se introduce esta cantidad en la expresión del radio de curvatura (número 232), y se recuerda que $\frac{1}{\text{sen. } 1''} = 206265$, resulta.

$$r = \frac{k n e}{d}$$

La cantidad $n e$ expresa la extensión lineal recorrida por la burbuja, y que á la distancia k produce la diferencia d .

Ejemplo.—El nivel que sirvió al Ingeniero D. J. Antonio Peña en las nivelaciones ejecutadas en el Valle de México, se sujetó á las experiencias siguientes para determinar su radio de curvatura. Colo-

cado un estadal á 80^m del instrumento, se hicieron las siguientes lecturas del punto que señalaba la intersección de los hilos cuando la burbuja se inclinaba 6 divisiones hacia adelante, cuando sus dos extremos daban iguales indicaciones, y por último, cuando se desviaban 6 divisiones hacia atrás.

NIVEL.	ESTADAL.	DIF.
Con 6 divisiones hacia adelante.....	0 ^m .560	
Con igualdad de indicaciones.....	0 .510	0 ^m .050
Con 6 divisiones hacia atrás.....	0 .450	0 .060

La diferencia de lecturas por 6 divisiones es 0^m.05 en las dos primeras experiencias, y 0^m.06 en las últimas. Para adoptar un término medio, tomemos la suma 0^m.11 por las doce divisiones que recorrió cada extremidad de la burbuja, siendo de 0^m.036 la extensión que aquellas abrazaban. Tendremos, pues:

$$r = \frac{80 \times 0.036}{0.11} = 26^m.2$$

Por ejercicio investiguemos á qué distancia daría este instrumento 0^m.01 de error en las lecturas, suponiendo que al nivelarlo no quedasen señalando ambos extremos de la burbuja divisiones exactamente iguales, sino que se desviasen 0^m.001 respecto de los puntos de la escala que indican la horizontalidad perfecta. Tenemos $ne = 0^m.001$, $r = 26^m.2$ y $d = 0^m.01$, de lo que resulta:

$$k = \frac{0.262}{0.001} = 262^m$$

y de aquí puede inferirse que haciendo estaciones á cosa de 100^m del estadal, sería insignificante el error que resultase en las mismas circunstancias.

241. El objeto de los estadales es, según se dijo al principio, el poder medir la parte de la vertical del punto en que se colocan, que queda interceptada por el plano horizontal que describe la línea de colimación de los niveles; y por consiguiente, uno ó dos buenos es-

tadales son los accesorios precisos de un nivel. Al exponer la teoría de la estadia, se describió (número 162) el estadal ó mira llamada *parlante*, y que con evidencia es la mejor que puede emplearse en la práctica de la nivelación, por reunir las circunstancias de exactitud y rapidez en su uso, pudiendo servir al mismo tiempo para medir sus distancias al instrumento, cuando por la adición de otro hilo horizontal á la retícula del telescopio, se use éste como telé-



metro. Hay, sin embargo, otros estadales que consisten en una regla de madera dividida, y generalmente de 2 metros de altura, aunque pueden adquirir una longitud doble por componerse de dos partes unidas por medio de una corredera. Una lámina metálica *E F* (fig. 190^a), dividida en cuatro rectángulos pintados alternativamente de rojo y de blanco, se mueve á lo largo del estadal, estando unido á él también por una corredera; y sirve de punto de mira dirigiéndole las visuales de manera que los hilos rectangulares de la retícula del nivel cubran exactamente las líneas divisorias de los colores. La parte del estadal opuesta á la mira, está generalmente dividida en centímetros, y se puede obtener en ella la aproximación de un milímetro por medio del vernier situado en la parte posterior de la lámina ó mira, y cuyo *zero* corresponde á la intersección *C* de las líneas de los colores. Un tornillo de presión sirve para paralizar el movimiento de la mira á lo largo de la regla luego que haya llegado á la altura conveniente, y en la cual la fija la persona que tiene el estadal, obedeciendo las indicaciones del observador.

Cuando la naturaleza del terreno exige que se haga uso de la prolongación del estadal, se fija la mira invariablemente de modo que el *zero* del vernier coincida con la línea que señala 2^m de altura en la regla, y entonces se emplea la pieza *D*, que estando igualmente provista de su tornillo de presión y de su vernier, marca la cantidad prolongada, y que con la adición de 2^m, da la indicación final de la mira.

Por la breve descripción que precede se comprenderá que, sirvién-

dose de estadales de esta clase, no es posible operar con tanta violencia como con los parlantes, en los cuales no hay necesidad más que de leer, desde el telescopio, la indicación del punto en que son cortados por el hilo horizontal; indicación que se obtiene con la aproximación de un milímetro, porque generalmente son poderosos los anteojos de los niveles y pequeñas las distancias de la mira. En los otros, por el contrario, el mismo grado de precisión casi siempre es ilusorio, por ser muy difícil que las líneas divisorias de los colores, al menos la horizontal, quede exactamente cubierta por el hilo de la retícula, en atención á que la persona que tiene la mira, no pudiendo formarse idea de la cantidad de movimiento que debe darle, la sube ó la baja acaso más de lo que se necesita, y sólo por una pura casualidad la fija en el punto conveniente, á menos de emplear mucho tiempo en estarle comunicando pequeños movimientos hasta que el observador quede satisfecho. Además de esto, tiene necesidad el ingeniero de leer la indicación del vernier, si la persona que le ayuda carece de los conocimientos indispensables para hacerlo.

CAPITULO III.

DE LOS CLISÍMETROS.

242. Estos instrumentos, llamados también *clisómetros* ó *clinómetros*, sirven para medir los ángulos en un plano vertical, ya sea tomando por punto de partida la dirección del zenit ó la del horizonte. En el primer caso, el ángulo que se obtiene es la distancia zenital del objeto observado, y en el segundo, es su altura ó su depresión angular respecto del horizonte, según que el objeto se halle situado en la parte superior ó en la inferior relativamente al plano horizontal que pasa por el punto desde el cual se hace la observación. Cuando se miden ángulos de altura y de depresión, se da á los primeros el signo positivo y á los segundos el negativo, con el fin de distinguirlos en el cálculo; pero si se miden distancias zenitales, no hay necesidad de atender á signos diferentes, puesto que el valor de esa cantidad angular da á conocer inmediatamente si el punto á que se refiere está arriba ó abajo del horizonte aparente, según que sea menor ó mayor que 90° . De esto resulta que, en las aplicaciones, es más sencillo hacer uso de distancias zenitales que de ángulos de altura y de depresión; y como éstos son en todos casos complementarios de aquéllas, siempre es posible referirlos al zenit, aun cuando el instrumento de que se haga uso tenga su graduación numerada de tal modo que dé directamente los ángulos referidos al horizonte.

El más sencillo de todos los clisímetros es el de perpendicular (fi-