el que se conoce con el nombre de *estadia micrométrica* y también con el de *estadia de hilo móvil*. Su diferencia esencial respecto de la otra consiste, en efecto, en que la distancia de los hilos es variable siendo uno de ellos fijo, y susceptible el otro de movimiento en un plano perpendicular al eje óptico del telescopio. La figura 118ª representa la apariencia del campo circular del anteojo, tal como se ve al través del ocular. El hilo fijo es $a\,b$ y el móvil $c\,d$; su movimiento se comunica por medio de un tornillo A cuya espiral es muy fina, y cuya tuerca está formada por un rectángulo B á la cual está unido el hilo. La cabeza C del tornillo está dividida generalmente en 100 partes, cada una de las cuales puede quedar en coincidencia, durante el movimiento, con la línea trazada en un índice D, fijo al rectángulo exterior E. En el interior del tubo del telescopio hay una lámina metálica F con uno de sus bordes dentado, que presenta el aspecto de una sierra ó de un peine, y cuyos dientes distan entre sí una cantidad igual al paso del tornillo, de tal manera que una revolución entera de éste hace trasladar al hilo de un diente á otro.

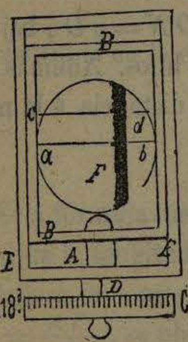

Fig.ª 118ª

Este mecanismo es el que constituye un micrómetro, y sirve para medir la pequeña distancia del hilo fijo á cualquiera posición del hilo móvil, con tal que se haya determinado previamente el valor de una revolución del tornillo; porque el número de dientes comprendidos entre los hilos será el de vueltas enteras, indicando el índice D las fracciones de vuelta por su coincidencia con alguna de las divisiones del círculo ó cabeza C del mismo tornillo. Designando, pues, por n el número de revoluciones enteras y fracciones, y por v el valor de cada revolución, la distancia a de los hilos será: $a = n\,v$, expresando a unidades lineales ó angulares según que v se haya valuado en unas ú otras.

Se comprende según esto que la estadia micrométrica puede usarse absolutamente de la misma manera que la de hilos fijos, cuando los de aquella se hayan establecido en una posición determinada, y que también puede emplearse midiendo con el micrómetro la imagen

de una parte cualquiera de la mira, tal como la extensión de uno, dos, etc., metros. En este último caso, la cantidad que he designado por A en las fórmulas precedentes es constante, y por el contrario, variable la distancia a de los hilos, y por consecuencia el factor C. Si, pues, expresando v unidades lineales representamos por C' la nueva constante, se tiene:

$$C' = \frac{A\,f}{v} \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

y entonces la fórmula (2) será:

$$k = \frac{C'}{n} + c \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

en la cual n representa el número de revoluciones del micrómetro que miden la distancia de un extremo á otro de la señal A, ó sea el espacio comprendido entre los dos hilos cuando, estando el fijo en un extremo de la señal, se ha llevado el otro á su extremo opuesto. La parte A de la mira se toma comunmente de 1^m.

166. La determinación de las constantes C' y c se hace por cualquiera de los métodos que se han explicado en las páginas precedentes. El tercero me parece preferible, y aplicado á la fórmula (12) dará:

$$C' = n\,(k - c)$$

Supongamos los siguientes datos referentes á una estadia micrométrica cuyo telescopio tiene $0^m.35$ de longitud focal principal, y en que la distancia del objetivo al centro es de $0^m.2$. Se tendrá...........
$c = f + r = 0^m.55$.

k	n
140^m0	4.90
95. 0	7.25

Los valores de n son las indicaciones del micrómetro cuando los hilos abrazaban un metro de la mira. Los dos resultados serán:

$$C' = 139.45 \times 4.90 = 683.3$$
$$C' = 94.45 \times 7.25 = 684.8$$

Adoptando el término medio, tendremos para cualquiera indicación n del micrómetro que abrace la cantidad constante $A = 1^m$ de la mira:

$$k = \frac{684}{n} + 0^m55$$

Procediendo de esa manera no hay necesidad de conocer el valor v de una revolución del micrómetro; pero si quiere determinarse, se tendrá:

$$v = \frac{Af}{C'} = \frac{Af}{n(k-c)} \quad \text{.......................} \quad (13)$$

y en el caso actual, puesto que $A = 1^m$, resulta:

$$v = \frac{0^m35}{684} = 0^m00051$$

que es el paso del tornillo, ó sea la distancia de un diente á otro. Estando dividido en 100 partes el círculo micrométrico, cada división vale $0^m.0000051$. Es claro que el valor de C' es sólo constante para un valor determinado de A, y conviene en la práctica adoptar la misma cantidad del estadal para medirla con el micrómetro; pero una vez determinado C' para un valor de A, la constante C'' que corresponde á otro A' de la mira, será:

$$C'' = \frac{A'}{A}\, C'$$

Admitamos, por ejemplo, que con la misma estadia se hubiera medido el espacio de $0^m.1$ de la mira con una revolución y 45 divisiones del micrómetro. Tendríamos:

$$k = \frac{0^m1 \times 684}{1.45} + 0^m55 = 47^m7$$

167. Creo que este modo de hacer uso de la estadia micrométrica es el más conveniente; pero también puede expresarse en arco el valor de una revolución del tornillo y determinarlo de esta manera:

siendo θ el ángulo bajo el cual se ve A á la distancia $k - c$, hemos visto que se tiene:

$$\tan.\, \theta = \frac{A}{k-c}$$

y siendo v'' el valor angular de una revolución del micrómetro expresado en segundos, el arco $n\,v''$ será igual á θ, y por consecuencia:

$$v'' = \frac{\theta}{n} \quad \text{.......................................} \quad (14)$$

Como θ es generalmente un ángulo pequeño, casi siempre puede introducirse en el cálculo por su número de segundos, y entonces la fórmula precedente se convierte por la sustitución en esta otra:

$$v' = \frac{A}{n(k-c)\,\text{sen.}\,1''} = \frac{A}{C'\,\text{sen.}\,1''}$$

Para calcular el valor de v'' en la estadia que sirve de ejemplo tenemos, tomando la primera de las observaciones ejecutadas para determinar su constante, $A = 1^m$, $k - c = 139^m.45$ y $n = 4.9$. De estos datos resulta:

$$\theta = 24'\,39'' \qquad v'' = \frac{1479''}{4.9} = 301''.8$$

Haciendo uso del valor angular del micrómetro, se miden también las distancias anotando el número n de revoluciones correspondientes á A, puesto que θ será siempre igual á $n\,v''$, y se tiene:

$$k = A \cot.\, \theta + c \quad \text{...........................} \quad (15)$$

ó bien introduciendo el valor de C' en función de v'' en la ecuación (12), resultará:

$$k = \frac{A}{n\,v''\,\text{sen.}\,1''} + c \quad \text{.......................} \quad (16)$$

que proporciona la exactitud necesaria.

Sean $n = 7.25$, $A = 1^m$ y $c = 0^m.55$. Con el valor hallado para v'' se obtiene:

n	0.86034
v''	2.47972
sen. $1''$	4.68557
	8.02563
Compl.	1.97437

$$k = 94^m27 + 0^m55 = 94^m82$$

resultado que concuerda bastante bien con la distancia medida en la segunda observación para determinar la constante.

168. Por todo lo que precede se ve que el uso de la estadia micrométrica es esencialmente el mismo que el de la común de hilos fijos. La única diferencia consiste en que, con la primera, es dueño el observador de elegir por mira una cantidad constante, lo cual puede presentar la ventaja de disminuir un poco el tamaño del estadal; pero en cambio la estadia micrométrica tiene el inconveniente de necesitar una construcción especial, de manera que por lo regular no sirve más que para medir distancias. Por el contrario, el telescopio de cualquier instrumento, como el del teodolito, el de la brújula, etc., puede convertirse en estadia común por medio de la simple adición de dos hilos en su retícula, y teniendo presente la gran conveniencia que resulta de poder aplicar un solo instrumento á varios usos diversos, tanto por la facilidad con que se traslada de un punto á otro, como por prestarse á un trabajo más violento, creo que no debe vacilarse en dar la preferencia á la estadia de hilos fijos.

La disposición de la retícula que me parece más conveniente es la que representa la figura 119ª Los hilos adicionales, á un lado y otro del hilo horizontal, se establecen á cosa de $0^m.001$ de éste, y de esa manera se tienen en realidad tres hilos disponibles para combinarlos de dos en dos al emplear el telescopio como estadia, pues sucede que cuando la distancia es muy grande ó el estadal pequeño, el espacio de los hilos extremos es muchas veces insuficiente, porque la imagen de la mira se ve menor que ese intervalo, y por consecuencia no podría hacerse la lectura sino con el central y uno de los laterales. Es claro que en tales casos debe introducirse en la fórmula (2) el valor de C que corresponda á cada combinación, puesto que la constante es tanto mayor cuanto más pequeña es la distancia de los hilos, y para evitar equivocaciones conviene asignarles números de orden de abajo hacia arriba ó al contrario, y tener presente que en una posición inversa del telescopio, la numeración debe contarse en sentido opuesto.

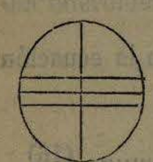

Fig.ª 119ª

No obstante la regla anterior, debe decirse en general que siendo posible, siempre es mejor hacer uso de los hilos extremos en atención á que el mismo error en la apreciación de A, tiene más influencia en el resultado al paso que disminuye el espacio que los separa. Bajo este aspecto debería preferirse ponerlos á la mayor distancia posible; pero además del inconveniente que resultaría de limitar el uso de la estadia sólo á la medida de líneas pequeñas, hay también el de que la visión es más perfecta cerca del centro del campo, y por consecuencia los hilos demasiado distantes se ven con poca claridad, sobre todo si el ocular es de algún poder, y de esto resultaría alguna incertidumbre en la apreciación exacta de A. El grueso de los hilos debe ser sólo el estrictamente necesario para que se vean bien; en cuanto á su materia, me parecen preferibles los de la araña que forma su tela entre los magueyes y otras plantas que abundan en nuestros campos, por ser muy resistentes y tan finos como se quiera. Respecto de la manera de ponerlos, debe comenzarse por señalar con un instrumento agudo ó cortante el lugar que deben ocupar sobre el diafragma de la retícula á la distancia conveniente del hilo central, y en seguida fijarlos sobre las señales haciendo que queden perfectamente rectos y paralelos, pegándolos por último sobre el metal por medio de una ligera capa de cera ó de un barniz hecho de laca, de almáciga ó de guta percha. Todos estos detalles, acaso demasiado minuciosos, podrán alguna vez ser útiles al ingeniero que por sí mismo desee convertir en estadia el telescopio de su brújula ó de su teodolito.

En cuanto á la mayor extensión de las líneas que pueden medirse con suficiente exactitud por medio de la estadia, creo que hasta una distancia de 1000 veces la longitud focal del telescopio se obtiene bastante seguridad en la medida de A, al menos limitándose á la apreciación de los centímetros; y que en buenas circunstancias atmosféricas puede elevarse esa distancia á 1500 f ó acaso más si los colores del estadal contrastan bien, como sucede con el rojo y el blanco, y si son claros los lentes del telescopio. A distancias mayores es muy incierta la percepción de los centímetros, y entonces deben tomarse los decímetros por unidad y anotar sus fracciones por apreciación. Por otra parte, cada ingeniero puede fijarse experimentalmente un límite de distancia, según el poder de su telescopio, el valor de la constante C y el mayor error que crea conveniente admitir, pues es claro que, por ejemplo, un centímetro de duda en A ocasiona otra de 0.01 C en la línea.

Según Mr. Liagre, la distancia más propia para la determinación de la constante por medio de la observación reguladora, es 350f; por mi propia experiencia juzgo, sin embargo, que no hay inconveniente en aumentarla, y me parece que para hacer varias observaciones con el mismo objeto, pueden fijarse los límites desde 200 hasta 600 veces la distancia focal del telescopio.

169. Otro telémetro llamado *micrómetro de doble imagen* y más comunmente *micrómetro de Rochon*, por el nombre de su inventor, está fundado en el fenómeno y las leyes de la doble refracción. Se sabe que el cuarzo ó cristal de roca, el espato calizo y otras muchas substancias cristalinas, tienen la propiedad de dividir en dos el rayo luminoso que las atraviesa en ciertas direcciones, de manera que si al través de un prisma formado de alguna de esas materias se observa un objeto cualquiera, se verán en general dos imágenes suyas, la una en la posición que le señalan las leyes de la refracción ordinaria, y la otra más ó menos desviada de la primera. Esta última se dice que es la extraordinaria ó bien la imagen formada por la refracción extraordinaria. En los cristales de substancias bi-refringentes existen siempre una ó dos direcciones, llamadas ejes, en las cuales no se desvía la luz, sino que sin dividirse sigue las leyes comunes de la refracción.

Supongamos ahora que un prisma bi-refringente se coloque en el interior de un telescopio entre el ocular y el objetivo, y que se dirija hacia una señal cualquiera. Al través del ocular veremos dos imágenes de la señal, más ó menos separadas entre sí, y como al atravesar el prisma los rayos ordinario y extraordinario forman un ángulo constante, resultará que la distancia de una imagen á la otra aumentará cuando se acerque el prisma al objetivo; que por el contrario, será menor al acercarlo al ocular; y que si se hace coincidir con el foco mismo del telescopio el punto del prisma en que se dividen los rayos luminosos, no veremos más que una imagen del objeto.

Según esto, desde la superposición que tiene lugar cuando el prisma está en el foco del objetivo, hasta su mayor separación que se verifica cerca de este lente, la distancia de las imágenes ordinaria y extraordinaria irá creciendo gradualmente, y se comprende sin esfuerzo que si la señal que se observa tiene tales dimensiones que sus dos imágenes lleguen á verse enteramente separadas, habrá en el tubo del telescopio un punto en que si se coloca el prisma bi-refringente, se verán en simple contacto. La distancia de ese punto al foco depende de la magnitud de la señal; pero sea esta cual fuere, es evidente que entonces la separación de los centros de ambas imágenes es precisamente igual á la magnitud de cualquiera de ellas, y que si pudiera medirse, daría una cantidad equivalente á la que he designado por a, puesto que representa el tamaño de la imagen del objeto A, y que puede compararse á la que se obtendría entre los hilos paralelos.

Más bien que la pequeña distancia a, lo que importa conocer es la relación $\frac{f}{a}$ que entra en las diversas fórmulas que se han desarrollado; y si se recuerda que $\frac{f}{a}$ expresa la cotangente del ángulo visual, reduciremos el problema á la investigación de este último valor.

En la figura 120ª L es el objetivo, y P el prisma bi-refringente, por lo general de cuarzo. Este prisma, cuya sección es un rectángulo,

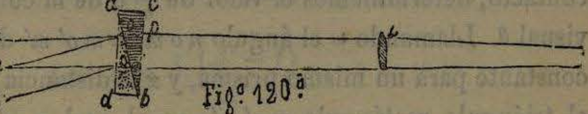

Fig.ª 120ª

está compuesto de otros dos $a\,b\,c$ y $b\,a\,d$ de sección triangular; la cara $b\,c$ del primero es perpendicular al eje de cristal, quiere decir, á la dirección en que no se dividen los rayos luminosos; miéntras que la cara $a\,d$ del segundo, está cortada paralelamente al mismo eje, y por consiguiente produce la doble imagen. El primero de estos prismas no tiene más objeto que acromatizar al segundo, no ejerciendo acción alguna sobre la dirección de la luz; y como además, los rayos luminosos que vienen de la señal, después de pasar por el objetivo, atraviesan el prisma compuesto perpendicularmente á sus caras $b\,c$ y $a\,d$, resulta que en el foco se formará la imagen ordinaria $m\,n$ de la señal. Los mismos rayos al llegar á la cara $a\,b$ de unión de los dos prismas componentes, hiriéndola oblicuamente, sufren la refracción extraordinaria, y se desvían de su dirección primitiva, tanto al atravesar el segundo prisma $a\,b\,d$, como al salir de él, de suerte que irán á formar en el mismo foco la imagen extraordinaria $m\,m'$. En la figura se ha supuesto que se hallan en contacto ambas imágenes; pero se concibe fácilmente que siendo constantes las direcciones con que salen del prisma los rayos ordinarios y extraordinarios, si se supone que éste se mueve paralelamente á sí mismo á lo largo del eje del telescopio, el contacto no subsistirá, y que las dos imágenes se sobrepondrán si se acerca el prisma al ocular, y quedarán separadas si se aproxima al objetivo. Prolongando las líneas que señalan la dirección de los rayos extraordinarios, encontrarán en o y o' á los ordinarios, y podremos suponer que en estos puntos tiene lugar la separación de unos y otros, siendo el ángulo $n\,o\,m$ igual á $m\,o'\,m'$. De aquí se deduce que si movemos el prisma hasta que o y o' coincidan respectivamente con n y m, se verán las imágenes sobrepuestas al través del ocular, ó lo que es lo mismo, se verá una sola imagen, y el prisma se hallará en el foco del telescopio.

Considerándolo ahora en la posición que indica la figura, quiere decir, á una distancia tal del ocular que las imágenes aparezcan en contacto, determinemos el valor de $\frac{f}{a}$ ó de la cotangente del ángulo visual θ. Llamando ω el ángulo $n\,o\,m = m\,o'\,m'$ de los rayos, que es constante para un mismo prisma, y x la distancia $m\,o'$; tendremos en el triángulo rectángulo $m\,o'\,m'$, en el cual $m\,m' = a$ representa la magnitud de la imagen: $a = x \tan.\,\omega$.

Y como en otro lugar (número 164) hallamos entre a, f y θ la relación:

$$a = f \tan.\,\theta$$

encontraremos la siguiente por la eliminación de a.

$$\cot.\,\theta = \frac{f \cot.\,\omega}{x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

El producto $f \cot.\,\omega$ es constante para cada instrumento, por lo cual el resultado anterior indica que la cotangente del ángulo visual es inversamente proporcional á la distancia x del prisma al foco.

Este principio es el que sirve de fundamento á la construcción del micrómetro de doble imagen. El telescopio tiene una ranura á lo largo del tubo, en la cual se mueve la pieza que contiene el prisma bi-refringente, y que sirve para llevarlo á diversas distancias del foco. En la parte exterior esa pieza tiene un vernier para apreciar las partes de las divisiones trazadas á lo largo de la ranura. Veamos lo que representan esas divisiones.

Siendo constante el producto $f \cot.\,\omega$, puede determinarse experimentalmente de esta manera: si se observa una señal cualquiera, por ejemplo, un disco de un diámetro determinado, colocado á mucha distancia del telescopio, y se mueve el prisma hasta que las dos imágenes se confundan en una sola, es claro según las explicaciones anteriores, que el prisma se hallará en el foco del telescopio, y podrá señalarse, en el borde de la ranura correspondiente á ese punto, el *cero* de la división. Si se aleja después el prisma del foco, y se lleva hasta un punto tal que las dos imágenes se vean en contacto, se señalará ese nuevo punto cuya distancia x' al primero puede medirse; y como por otra parte, conociendo el diámetro A' de la señal y su distancia $\varDelta'$ al objetivo, se determina su ángulo visual θ' por la fórmula: $\tan.\,\theta = \frac{A'}{\varDelta' - f}$, resultará por la ecuación (17):

$$f \cot.\,\omega = \frac{x'(\varDelta' - f)}{A'}$$

Una vez conocida esa constante, podrán señalarse en el tubo otras divisiones cuyas distancias x al *cero*, darán á conocer los valores correspondientes de θ, y esos valores son los que se inscriben al lado de las divisiones.

En lugar de proceder así, parece que los fabricantes siguen otro camino que da el mismo resultado: después de señalar el *cero* como se ha indicado, observan un objeto cuyo diámetro, cuya distancia, y por consiguiente cuyo ángulo visual son conocidos, y al establecer el contacto de sus imágenes, señalan el lugar del prisma inscribiendo en él el valor del ángulo visual. La distancia de ese punto al *cero* se divide en seguida en tantas partes iguales como minutos tiene el ángulo, y se prolongan las divisiones hacia el objetivo, si es necesario. Es claro efectivamente, que cada división representará 1′, y que al poner en contacto las imágenes de un objeto cualquiera, el índice señalará desde luego el ángulo bajo el cual se ve. Por lo regular las divisiones de la ranura están trazadas de medio en medio minuto, y el vernier permite la apreciación de décimos de minuto, ó sea de 6″.

Puesto que el micrómetro de Rochon da á conocer el ángulo visual de un objeto, si se conoce también su magnitud A, se calculará su distancia por la misma fórmula (2) sustituyendo por C su equivalente cot. θ, á saber:

$$k = A \cot.\theta + c \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

170. Es conveniente construir la mira de modo que la cantidad A sea constante, y por lo regular se hace uso de un estadal en cuya parte superior hay un disco circular de 1ᵐ de diámetro, ó por mejor decir, dos segmentos de ese círculo (fig. 121ª) pintados uno de rojo y otro de blanco. Siendo A de 1ᵐ, el valor de la cotangente del ángulo visual, que se obtiene con el vernier cuando el segmente rojo es tangente al blanco, da desde luego la distancia, pues generalmente los contactos de las imágenes nunca son tan perfectos que permiten la apreciación de las distancias con las fracciones de metro, como lo es casi siempre la constante c. Por esta razón muchas veces al lado de los valores de θ, están grabadas en el mismo tubo del telescopio los de las cotangentes

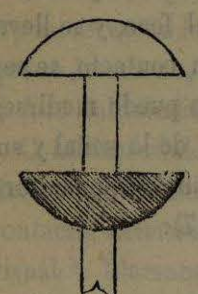

Fig.ª 121ª

que les corresponden. La tabla de la página siguiente contiene, sin embargo, estos últimos valores calculados para cada décimo de minuto que es la aproximación que da el vernier.

Cuando A es igual á 1ᵐ, la tabla da inmediatamente las distancias desde cosa de 100ᵐ en adelante, quiere decir, en los casos en que comienza á ser útil el uso del micrómetro de Rochon; pero es evidente que también puede servir para calcular distancias menores, pues basta que la mira tenga menos de 1ᵐ. La disposición que me parece más conveniente es la que representa la figura 122ª, en la cual he supuesto que el estadal tiene dos discos circulares de 0ᵐ.25 de diámetro cada uno, y cuyos centros están á 0ᵐ.75 uno de otro. De esta manera, la distancia entre los bordes extremos de los círculos es de 1ᵐ, y puestas en contacto sus imágenes, servirán para medir líneas extensas; mientras que para las pequeñas se pondrán en contacto las imágenes de los bordes de uno de los discos, y entonces siendo $A = 0^m.25$, bastará buscar el valor que se obtenga para θ y tomar la cuarta parte de los números que constan en la tabla.

Fig.ª 122ª

Cuando se observa con el micrómetro un objeto cuya magnitud no se conoce, puede determinarse si se sabe cuál es su distancia al observador. En efecto, de las fórmulas se deduce que

$$A = \frac{k - c}{\cot.\theta};$$

de modo que el cociente de la distancia por el guarismo de la tabla da á conocer el diámetro, la altura, etc., del objeto.

Si tampoco se conoce la distancia pueden determinarse á la vez A y k haciendo una doble observación del objeto, esto es, midiendo dos valores de θ á dos distancias cuya diferencia pueda obtenerse con la cadena. Entonces llamando k' y θ' los elementos referentes á la segunda observación, se tiene:

$$A = \frac{k - k'}{\cot.\theta - \cot.\theta'}$$

y en seguida conociendo á A se obtiene cualquiera de las dos distan-

MINUTOS.	TABLA DE COTANGENTES DE ANGULOS PEQUEÑOS.									
	0'.0	0'.1	0'.2	0'.3	0'.4	0'.5	0'.6	0'.7	0'.8	0'.9
1'	3437.7	3125.1	2867.7	2644.3	2455.5	2291.8	2148.5	2022.1	1909.8	1809.3
2	1718.8	1637.0	1567.6	1494.6	1432.4	1375.1	1322.2	1273.2	1227.7	1185.4
3	1145.9	1108.9	1074.3	1041.7	1011.0	982.2	954.9	929.1	904.6	881.5
4	859.4	838.5	818.5	799.5	781.3	763.9	747.3	731.4	716.2	701.6
5	687.5	674.8	661.1	648.6	636.6	625.0	613.9	603.1	592.7	582.6
6	572.9	563.5	554.5	545.7	537.2	528.9	520.9	513.0	505.5	498.2
7	491.1	484.2	477.7	470.9	464.5	458.4	452.3	446.4	440.7	435.1
8	429.7	424.4	419.2	414.2	409.2	404.4	399.7	395.1	390.6	386.2
9	382.0	377.8	373.7	369.6	365.7	361.9	358.1	354.4	350.8	347.2
10	343.8	340.4	337.6	333.8	330.5	327.4	324.3	321.3	318.3	315.4
11	312.5	309.7	306.9	304.2	301.5	298.9	296.3	293.8	291.3	288.9
12	286.5	284.1	281.8	279.5	277.2	275.0	272.8	270.7	268.6	266.5
13	264.4	262.4	260.1	258.5	256.5	254.6	252.8	250.9	249.1	247.3
14	245.5	243.8	242.1	240.4	238.7	237.1	235.5	233.8	232.3	230.7
15	229.2	227.7	226.6	224.7	223.2	221.8	220.4	219.0	217.6	216.2
16	214.8	213.5	212.2	210.9	209.6	208.3	207.1	205.8	204.6	203.4
17	202.2	201.0	199.9	198.7	197.6	196.4	195.3	194.3	193.1	192.0
18	190.9	189.9	188.9	187.8	186.8	185.8	184.8	183.8	182.8	181.9
19	180.9	180.0	179.0	178.1	177.2	176.3	175.4	174.5	173.6	172.7
20	171.9	171.0	170.8	169.3	168.5	167.7	166.9	166.1	165.3	164.5
21	163.7	162.9	162.2	161.4	160.6	159.9	159.1	158.4	157.7	157.0
22	156.3	155.5	154.8	154.1	153.5	152.8	152.1	151.4	150.8	150.1
23	149.5	148.8	148.2	147.5	146.9	146.3	145.7	145.0	144.4	143.8
24	143.2	142.6	142.0	141.5	140.9	140.3	139.7	139.2	138.6	138.1
25	137.5	137.0	136.4	135.9	135.3	134.8	134.3	133.8	133.2	132.7
26	132.2	131.7	131.2	130.7	130.2	129.7	129.2	128.7	128.2	127.8
27	127.3	126.8	126.4	125.9	125.5	125.0	124.5	124.1	123.6	123.2
28	122.8	122.3	121.9	121.5	121.0	120.6	120.2	119.8	119.4	118.9
29	118.5	118.1	117.7	117.3	116.9	116.5	116.1	115.7	115.4	115.0
30	114.6	114.2	113.8	113.4	113.1	112.7	112.3	112.0	111.6	111.2
31	110.9	110.5	110.2	109.8	109.5	109.1	108.8	108.4	108.1	107.8
32	107.4	107.1	106.7	106.4	106.1	105.8	105.4	105.1	108.8	104.5
33	104.2	103.8	103.5	103.2	102.9	102.6	102.3	102.0	101.7	101.4
34	101.1	100.8	100.5	100.2	99.9	99.6	99.3	99.1	98.8	98.5
35	98.2	97.7	97.9	97.4	97.1	96.8	96.6	96.3	96.0	95.8

cias. Es claro que la segunda observación debe hacerse en un punto situado en la dirección del primero al objeto.

171. Tanto el micrómetro de Rochon como las estadias, se usan en la planometría aplicando cualquiera de los procedimientos generales, sobre todo el de coordenadas polares. En los terrenos muy si-

nuosos proporcionan más exactitud que la cadena, prestándose también á la medida de líneas de difícil acceso y aun de las enteramente inaccesibles. Así, por ejemplo, la configuración exacta del curso de un río de cierta anchura sin la ayuda de los telémetros, demanda el establecimiento de una serie de directrices en cada orilla, las cuales es preciso enlazar entre sí de trecho en trecho; mientras que con el auxilio de esos instrumentos, especialmente si van unidos á un goniómetro cualquiera, basta seguir una de las riberas estacionando en $A\,B\,C$, etc. (figura 123ª), y mandar colocar sucesivamente la mira en los puntos notables a, b, c, etc., de la margen opuesta. Establecido el telémetro en A, y la mira en a, se determina la distancia y la dirección de la línea $A\,a$; se traslada después el primero de esos instrumentos á otro punto B, dejando el segundo en a, y se mide también la magnitud y la dirección $B\,a$; se lleva en seguida la mira á b para fijar la posición de $B\,b$; y se prosigue así de una manera tan expedita como eficaz.

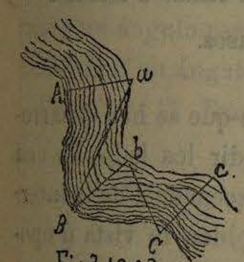

Fig.ª 123ª

La comisión mexicana que trazó los límites entre México y los Estados Unidos configuró de ese modo el curso del río Bravo, con brújulas y micrómetros de Rochon, apoyando sus operaciones en puntos trigonométricos establecidos á ciertas distancias. En estos y otros casos análogos que con frecuencia se presentan en la práctica, un teodolito provisto de buena brújula y á cuyo telescopio se le añadan dos hilos para usarlo como estadia, se convierte en un instrumento verdaderamente universal, con el cual desde un solo punto se configuran muy bien todos los detalles comprendidos en un círculo de 300 á 400 metros de radio.