

LAS MENSURAS TOPOGRÁFICAS I JEODÉSICAS DE GRECIA

1) LOS TRABAJOS EN EL AÑO 1891

Como lo digo en la relacion de los trabajos del año anterior, en 1891 debía darse principio al levantamiento catastral en la llanura de Argos, para en seguida comenzarlo entre Aténas i Eleusis.

Pero a consecuencia del cambio de Ministerio ocurrido en Noviembre de 1890, esto no se realizó, porque el nuevo Ministerio, creyó mas importante i mas urgente el levantamiento topográfico de la Tesalia, i la pronta construccion de un buen Mapa de esta provincia.

Por consiguiente, en lugar de continuar con la triangulacion de detalle cerca de Argos i Eleusis, como estaba proyectado, se puso todo empeño en llevar hácia el Norte la red triangular de primer orden, en estenderla sobre toda la Tesalia, en dar comienzo, ahí tambien, a las triangulaciones de orden 2.^o e inferiores.

En el trazado de la red me sirvió mucho un cánovas autografiado, encontrando en el Ministerio de la Guerra en Aténas, de la triangulacion ejecutada por el distinguido ingeniero jeógrafo francés, capitán Peytier, en la parte continental de Grecia i en la isla Euböa (18); solamente algunos lados de triángulos mui grandes debian ser estudiados i reconocidos.

(18) Cuando escribí mi informe del año anterior no conocia este cánovas. Para obtener una impresion completa de la triangulacion francesa, hice reducir a la escala 1:1200,000 la red trigonométrica trazada en el mencionado cánovas i comparada con la red del Peloponesio representada en la lámina XI del tomo

El comienzo de las operaciones en el terreno fué retardado por varias circunstancias; solamente despues de mi llegada a Atenas, en la segunda quincena de Junio, los oficiales se trasladaron al campo de operaciones.

Entretanto habia llegado con un teodolito mas de Starke i Kammerer de Viena, de manera que ahora se disponia de 5 teodolitos para las mensuras de 1.^{er} orden. El personal habia sido aumentado con 3 oficiales mas del ejército griego.

La lámina VII (19) demuestra el estado de la triangulacion de 1.^{er} orden despues de concluidos los trabajos de 1891; para terminar esta red hai que hacer todavía algunos trabajos complementarios en el Peloponeso, estenderla hasta las islas Cíclades, llevar la red griega sobre las islas Jónicas, i unirla en Corfú con los triángulos italianos i los medidos en la costa de Albania (por oficiales del Instituto Jeográfico-militar).

Ademas de la triangulacion de 1.^{er} orden, se reconocieron tambien el año pasado algunas partes de las redes de 2.^o i 3.^{er} orden en Tesalia, i se observaron algunas estaciones.

2) LOS NUEVOS INSTRUMENTOS

En el curso de 1891 i en la primera mitad de 1892 se compraron para las mensuras topográficas de Grecia, los siguientes instrumentos i aparatos:

X de estas comunicaciones, de este modo se formó la lámina VI del tomo presente, en el cual se han omitido unas pocas líneas que dada la escala del dibujo habrian perjudicado su claridad.

Por la leyenda que acompaña al cánevas se sabe que los trabajos jeodésicos i topográficos en la parte oriental de Grecia fueron ejecutados en los años 1833-1835 bajo la direccion del Capitan Peytier, i los del oeste de Grecia como los de las islas Jónicas por el capitan Conteaux en los años 1837-40 (En 1852 apareció la «Carte de la Grèce» en 20 hojas.)

(19) Esta lámina no se reproduce.

A) Un *teodolito* de 26 cms. de Starke i Kammerer de Viena. Este instrumento es mas o ménos de la misma construccion i de las mismas dimensiones que los otros cuatro teodolitos que ya teníamos, de los que uno ha sido descrito i dibujado en mi informe del año anterior; pero conforme a mis deseos he obtenido dos mejores que, en ciertas circunstancias, son de mucha utilidad en el uso práctico.

La primera mejora tiende a posibilitar, por un sencillo aparato, la exacta centracion del instrumento en la estacion, como se necesita p. e. en puntos extremos de una base, lo que se consigue de una manera muy complicada en teodolitos mas antiguos (20). Para este fin, el nuevo instrumento ha sido provisto de una punta de acero que puede ser atornillada en la parte inferior de la pieza que lleva los tornillos de nivelar, de tal manera que el eje de esta punta, forma una prolongacion hácia abajo del eje de la alidada. Cuando el instrumento ha sido mas o ménos centrado, la estremidad inferior de la punta de acero está de 1 a 2 mms. encima del fundamento, i por medio de los tornillos de nivelar puede ser conducida tan cerca de este fundamento o de la marca de metal fijada en él, cuanto es necesario para tener una exacta centracion del teodolito.

Cuando no se necesita ya usar la punta de acero, se la puede desatornillar i guardar en el cajon para preservarla de deterioros.

La segunda mejora es ventajosa cuando el observador no dispone de ningun ayudante que anote las lecturas, como ha

(20) Yo uso ordinariamente, para este fin, dos teodolitos, de los cuales uno está centrado en la direccion de la base i al otro en una direccion perpendicular a ella. Los anteojos de ambos teodolitos se dirijen hácia el punto extremo de la base,—hecho visible de una manera adecuada,—i en seguida, el teodolito que se trata de colocar se mueve sobre su fundamento, hasta que los planos visuales de los otros dos instrumentos pasen por su eje vertical.

sucedido casi siempre en la triangulación militar de Austria Hungría, i también en la de Grecia. Mientras el teodolito se encuentra en la posición: «círculo de alturas a la izquierda,» el observador teniendo su cartera en la mano izquierda, puede ejecutar con la derecha todos los movimientos necesarios en la mensura, i en seguida anotar las lecturas. Pero en la posición «círculo a la derecha», tiene que mover los tornillos apretadores i micrométricos con la mano izquierda, poner a un lado la cartera despues de cada anotación, i despues de dirigida la visual hacia el objeto siguiente, volver nuevamente a buscar la cartera 2.

Es verdad que para esto se necesitan pocos pasos i pocos segundos, pero su suma llega a ser mui considerable en el curso de un dia de trabajo, i fatiga mucho al observador si el suelo alrededor del pilar no pudiese ser bien nivelado, como sucede frecuentemente en la montaña, o si en observaciones sobre torres, etc., hai necesidad de pasar sobre vigas, andamios u otros obstáculos. Por este motivo se ha provisto al nuevo teodolito de tornillos apretadores i micrométricos dobles, de suerte que todos los manejos en ambas posiciones del círculo se puedan efectuar con la mano derecha, sin necesidad de dejar a un lado la cartera.

B. —*Dos teodolitos* de 18 centímetros de la misma fábrica, para mensuras de orden inferior. La construcción de estos instrumentos pueden verse en la figura 2.

Habia establecido como máximas para la construcción de estos instrumentos: *El mas cómodo manejo posible en la observación i la mayor estabilidad;* esto último es indispensable para poder observar aun cuando reine un viento moderadamente fuerte.

Por esta razón, las partes componentes de estos teodolitos son bastante grandes i fuertes, en comparación con aquellas de otros instrumentos de igual precisión, pero en los que se ha exi-

jido como primera condicion una fácil transportabilidad; en cambio los nuestros son fácilmente accesibles al ojo i a la mano del observador, las divisiones son nitidas i bien visibles, los lentes con luz mui clara a fin de poder leer aunque no se tenga una luz mui fuerte.

Las divisiones para las mensuras de ángulos horizontales están dispuestas sobre una superficie cónica i cubierta con una capa cónica tambien para protegerla, contra el polvo, la cual está perforada i cubierta con planchas de vidrio en los lugares donde se encuentran los dos nonios.

Las dimensiones de estos instrumentos son las siguientes:

Diámetro del círculo horizontal.....	18 centímetros
» » » vertical.....	18 »
Menor division de los círculos.....	$\frac{19}{8}$ »
Indicacion de los núñez.....	10" »

Una division del nivel de altura:

En uno de los instrumentos.....	10" »
En el otro.....	12" »
Aumento del anteojo.....	25 cls.
Distancia focal.....	243 mms.
Abertura del objetivo.....	30 »

Cada instrumento está tambien provisto de una punta céntrica,—como el teodolito descrito en A,—porque justamente en la triangulacion de detalles es de la mayor importancia una concentracion precisa.

C.—*Un fototeodolito* de Starke i Kammerer de Viena. Fig. 3

Las máximas, segun las cuales, fué construido este fototeodolito eran las siguientes:

1.—El instrumento será tanto mejor i mas práctico, mientras mas se limite el número de los casos en los cuales deba ser em-

pleado, de manera que no debe ser un instrumento universal, sino que servirá únicamente para ejecutar levantamientos fotogramétricos, en aquellas regiones dotadas ya suficientemente de puntos trigonométricos, i en las cuales no se exija para los trabajos ulteriores, sino aquella exactitud que se puede alcanzar por métodos gráficos (plancheta).

2.—En vista de la gran dificultad i peligros del transporte de planchas de vidrios en malos senderos de montaña, se empleará películas enrolladas en cajas (21), para evitar el cambio de planchas al aire libre o la conduccion de un gran número de chasis.

3.—El instrumento debe tener una gran estabilidad, a fin de que se pueda usar aun cuando reine un viento moderado; por esta razon deberá construirse un trípode muy ríjido i fuerte, que pueda recibir un aparato que aproxime bastante al suelo el centro de gravedad de todo el instrumento, por medio de piedras grandes.

4.—En la superficie espuesta a la luz, deberá existir tambien un marco con division en centímetros, para poder apreciar la contraccion de la película, así como de la imájen positiva formada con ella.

5.—La instalacion i rectificacion del instrumento, debe poder ejecutarse en cada estacion, sin el empleo de medios auxiliares especiales, que no están siempre a la mano.

6.—El embalaje debe arreglarse de modo que el instrumento, cuando deba ser transportado por los peones, de una estacion a la otra mas próxima, puede ser guardado en su caja, sin que haya necesidad de quitarle ciertas piezas i guardarlas separada-

(21) Llamados «Films» por el autor. Palabra inglesa con que designan especialmente las películas fotográficas fabricadas por la casa Eastman de Inglaterra, i que van dispuestas en dos rodillos encerrados en una caja que reemplaza al chasis topográfico, disposicion que permite sacar jeneralmente 24 fotografías sin cambiar de caja. (Nota del traductor).

mente de las demas. Por el contrario, en viajes mas largos, se podrá efectuar el embalaje de modo que ofrezca la mayor seguridad posible contra deterioros.

El instrumento, concluido a mediados de Junio de 1892, produce una impresion mui favorable por su excelente ejecucion mecánica, i corresponde tanto en sus detalles como en su conjunto a las exigencias hechas, i me prometo de él resultados mui favorables, siempre que las películas tengan éxito.

Es de notar que estas películas, vistas en su caja, muestran hinchazones bastante fuertes, apesar de la fuerte tension entre los rodillos, las cuales probablemente disminuirán un poco al apretar la superficie que se espone contra la regla de centímetros, pero dificilmente desaparecerán por completo. Solo por un levantamiento fotogramétrico de prueba, ejecutado con esmero, se podrá constatar hasta que punto se menoscaba la exactitud de las construcciones por las protuberancias que quedan. Si el resultado de esta prueba fuera desfavorable, habria que recurrir nuevamente al empleo de las planchas de vidrio, hasta que se remedie el inconveniente mencionado en las cajas con rodillos.

La construccion del instrumento es la siguiente: (fig. 3).

El fundamento del teodolito tiene una alidada de tres brazos sobre los cuales estan fijados niveles que se cruzan, a fin de colocar verticalmente el eje de revolucion.

Estos niveles se usarán i rectificarán del mismo modo que los de cualquier otro teodolito.

La cámara, hecha de madera mui seca, descansa por medio de tres tornillos de pié sobre los brazos de la alidada, i está unida por un tornillo central a una articulacion esférica de ésta, de tal modo que por los tornillos de pié se pude impartir a la cámara pequeños movimientos que la pongan horizontal como se podrá constatar, por los niveles cruzados que están fijos encima de ella.

En el lado abierto de la cámara está fijado por tornillos un marco de latón, en el cual hai visible una division en centímetros por medio de entalladuras. Cuatro de éstas mas grandes,—una en cada una de los lados,—marcan los puntos extremos de las líneas medias horizontal i vertical, líneas que representan el retículo del fototeodolito.

El marco está colocado perpendicularmente al eje óptico del objetivo, i paralelo a él uno de los niveles cruzados de la cámara.

Tan pronto como el plano del cuadro está vertical, este nivel debería tener su burbuja en el medio. Para llenar ésta, condicion se acercá al marco una pieza de latón de la forma *doble te* provista de un nivel de inversion, el que se pone horizontal por medio del tornillo de pié que se encuentra debajo del objetivo de la cámara; si ésto mismo sucede en la posicion invertida de la pieza de latón, entónces el marco está vertical, i el nivel paralelo al eje óptico deberá estar horizontal, lo que se podrá conseguir, en caso contrario, por los tornillos de rectificacion.

Pero cuando el nivel de inversion da indicaciones diferentes en las dos posiciones estudiadas, entónces habrá que rectificar primeramente este nivel.

Cuando el nivel cruzado está horizontal, su tanjente deberá ser paralela a la línea horizontal media del marco de centímetros. Para asegurarse de ésto, se coloca el vidrio esmerilado i se busca un punto bien marcado del terreno, cuya imájen coincida con el centro de la plancha. Este centro, que es la interseccion de las dos diagonales trazadas por el mecánico sobre la plancha, es al mismo tiempo el centro del marco centimétrico, i tambien el punto donde la superficie anterior de la plancha es cortada por el eje óptico del objetivo. Habiendo ejecutado las rectificaciones de que hemos hablado anteriormente, se hace jirar la alidada hácia la izquierda i hácia la derecha hasta que el punto del terreno de que hemos tratado, coin-

ciendo con el centro de la plancha, aparezca ahora en el lado izquierdo i derecho respectivamente del marco. Cuando en estas dos posiciones coincide con las dos entalladuras mas profundas, cuya línea de union representa el «hilo horizontal», entónces esta línea de union es horizontal; pero cuando la imájen del punto del terreno aparece una vez mas elevada, i otra vez mas baja respecto a las entalladuras, entónces se elimina este defecto por medio de los dos tornillos de pié de la cámara, que se encuentran debajo del marco. El «hilo horizontal» es ahora realmente horizontal, como debe serlo tambien el nivel colocado paralelo al marco, que si no lo fuera se corregiria por su tornillo de rectificacion.

Los «hilos vertical i horizontal» son perpendiculares por construccion, luego hai seguridad de que el primero está vertical cuando está horizontal el segundo:

La caja con rodillos no se separa del aparato sino para viajes largos. Para no tener que quitarlo durante el trabajo, se ha dispuesto sobre la superficie horizontal superior de la cámara, una alidada altimétrica buscadora, i una pequeña cámara como puede verse en la figura.

El objetivo de la cámara es una lente anastigmática de Zeiss de Jena; la distancia focal segun una determinacion provisoria es de 21,19 cms.

Las demas dimensiones son las siguientes:

Campo sensible.....	14 x 19 cms
Diámetro del círculo horizontal.....	15 »
Menor division del círculo horizontal..	$\frac{1}{3}^o$
Indicacion del nonio.....	1'

En el altímetro:

Abertura del objetivo del anteojo (terrestre).....	12 mms.
Distancia focal del anteojo.....	22 cms.

Aumento del anteojo.....	8 ds.
Diámetro del círculo vertical.....	8 cms.
Menor division del círculo vertical.....	$\frac{1}{3}^0$
Indicacion del núñez.....	1'

El anteojo es escéntrico:

a la derecha del eje óptico del objetivo 2 cms.
 encima » » » » » 17.5 »

El aparato entero,—inclusive una caja con rodillos de reserva,—está embalado en tres cajas, a saber: pesos con las cajas:
 el *tripode*..... 15 kgs.
 dos cajas con rodillos i la plancha mate..... 6 »
 el foto-teodolito (sin caja con rodillos) (21).. 23 »

D) UN TRASPORTADOR DE RUEDAS DE LA MISMA FÁBRICA

Uno de los problemas mas importantes en construcciones fotogramétricas es el siguiente: trazar un ángulo dado sobre un vértice, aplicar sobre los lados del ángulo la distancia focal (modificada segun la desfiguracion mas o ménos fuerte de la imájen fotográfica) i levantar en el punto extremo de esta distancia, una perpendicular, que representa la traza del plano de la imájen.

Ejecutar este trabajo,—que es mui frecuente—con transportador, compas, escala trasversal i triángulo, es mui penoso i poco exacto. Por esta razon el señor G. Starke, ha construido, conforme a mis deseos, un aparato especial, por medio del cual pueden hacerse las construcciones mencionadas, mui fácilmente i con gran exactitud.

(21) En trasportes para viajes mas cortos, la caja con rodillos queda unida al teodolito.

Hacia ya varios años que el señor Starke se había propuesto construir un trasportador para fines taquimétricos. Este, no solamente debía indicar mui exactamente los ángulos, sino que también permitir aplicar sobre los lados las distancias taquimétricas, i fijar con un calcador el punto determinado por el ángulo i la distancia. Pero el trazado de los ángulos no debía ser ejecutado con ayuda de una division circular, como sucede en los trasportadores ordinarios de una manera sumamente imperfecta, sino por el desarrollo del perímetro de una rueda movable.

Como el problema nuestro tiene alguna analogía con aquel, se pudo aprovechar de varias partes componentes importantes del instrumento para fines taquimétricos que habia quedado inconcluso.

Trataré de hacer una descripcion, hasta donde ésta sea posible sin dibujo, del aparato construido por el señor Starke, al cual se le podria dar el nombre de «Trasportador de rueda».

Un brazo de laton A, Lámina II, de 34 cms. (22) de longitud descansa sobre la superficie del dibujo; en una de sus estremidades lleva una regla L. de 22 cms. de longitud, cuyo canto es perpendicular al eje del brazo; en el otro extremo lleva un cojinete para el eje horizontal de una rueda vertical de 6 cms. de diámetro. Este eje horizontal es paralelo al eje del brazo A, i va a una altura tal encima de él, que la rueda, cuyo plano es perpendicular al eje del brazo A i paralela al canto de dibujo L, sea tangente a la superficie del dibujo.

A 22 cms. de distancia de la estremidad sobre la cual está fijada la regla, el brazo A tiene en su línea media un agujero cilindrico de 2 mms. de diámetro. Esta parte del brazo se puede, por medio de un tornillo micrométrico, acortar o alargar en $1\frac{1}{2}$

(22) Los valores de estas dimensiones son solo aproximados.

cm., de manera que su longitud puede variar desde 20,5 hasta 23,5 cms.

El vértice de los ángulos que se trata de construir, se marca sobre el dibujo por una aguja fina de 6 mms. de largo, la cual, por medio de un aparato especial, se fija perpendicularmente a la superficie del papel, de tal modo que esta superficie queda en contacto con la parte inferior de la cabeza cilíndrica de la aguja.

Este pequeño cilindro forma el pivote del movimiento del transportador, pues entra en el agujero cilíndrico mencionado del brazo A.

El punto de interseccion, que llamaremos M, del eje del brazo A i del canto de la regla, está señalado por una marca; se puede trazar con lapiz una línea por el canto de la regla i marcar el punto M con un calcador.

Figurémonos ahora dados sobre el papel, el vértice de los ángulos por construir i el lado oríjen.

Despues de enterrada la aguja en el vértice i colocado el transportador sobre su cabeza como pivote, se le hace jirar de tal modo que el punto M caiga sobre la direccion cero. En esta posicion, debe leerse cero en las divisiones de la rueda. Si se hace jirar ahora el instrumento sobre su pivote, entónces la rueda que corre por la superficie del papel jira en torno de su eje; si se efectúa una vuelta completa de 360° , es decir, hasta que se vuelva nuevamente a P, entónces la rueda, cuyo perímetro está dividido en 100 partes, debe haber hecho 3,6 revoluciones, para que una de estas partes corresponda a un grado.

Cuando ésto no sucede, la rueda con sus cojinetes, se acerca o se aleja del pivote por medio de los tornillos destinados especialmente para eso. El lugar jeométrico del punto de contacto de la rueda i de la superficie del papel, es entónces un círculo mas pequeño o mas grande respectivamente, i la rectificacion debe ser continuada, hasta que esta circunferencia sea exactamente igual a 3,60 revoluciones de la rueda.

Se puede leer directamente $1/6^{\circ} = 10'$, i se puede aperciar todavía mui bien hasta $1'$.

Despues de haber hecho desde un punto de observacion varios panoramas fotográficos, i de haber anotado para cada uno la lectura del círculo horizontal, se puede, con ayuda de este trasportador, trazar mui cómoda, rápida i exactamente las trazas de los planos de las imágenes.

E) *Dos heliotropos* con anteojos, sistema Starke, de la misma fábrica.

Estos heliotropos se diferencian de los antiguos solamente en la circunstancia de que se les puede dar un mayor ángulo de inclinacion encima i debajo del horizonte.

F) *Dos planchetas* sistema Starke; cada una de ellas construida de modo que se pueda tambien usarla con planchas de vidrio. Una de las planchetas está provista tambien de una alidada tanquimétrica i de su mira correspondiente.

G) *Un aparato de dibujo* de Neuhöfner e hijo de Viena.

Este aparato es de una construccion idéntica al proporcionado por esa misma casa al Instituto Jeográfico-Militar, i que fué ejecutado con gran precision. Una descripción i un dibujo de este aparato se encuentra en las instrucciones para los topógrafos. (23)

(23) Instrucciones para el levantamiento militar del país, II, páj. 30. Viena 1887.

LAS MENSURAS TOPOGRÁFICAS I JEODÉSICAS EN GRECIA

LOS TRABAJOS EN 1892

A.) *Union de la Triangulacion Griega con la de Italia
i Albania*

A los oficiales, que en el verano de 1891 fueron enviados a la parte occidental de Tesalia para construir señales i hacer observaciones, les di el encargo de ver desde que puntos trigonométricos eran visibles las partes mas altas de la isla Corfú.

Esto no se podia deducir de los mapas existentes, i yo queria tener pronto la seguridad de saber si era posible establecer directamente la union de la red triangular griega con la triangulacion italo-albanesa, o si esta union debia ser ejecutada con ayuda de algunos puntos en Vilajet Janina.

Los reconocimientos dieron por resultado, el favorable trazado de la red de union que se vé en la lámina.

Como todos los puntos de esta red estaban situados en territorio griego, no se oponia ningun obstáculo a su mensura; solamente habia que vencer las dificultades de visar puntos alejados, pues no teníamos heliotropistas adiestrados (24)

Apesar de estas dificultades, se logró ejecutar en el verano de 1892, las observaciones de las estaciones coloreadas de amarillo, i poner así la red triangular griega en contacto con la triangulacion de Italia i Albania.

El cálculo definitivo de la union de estas redes, no podrá ser ejecutado sino cuando se compense la triangulacion griega, i

(24) El lado mas largo: Pandokrátor-Ipsili Korifi mide mas o ménos 145 kils.

cuando se conozcan las longitudes exactas de las bases respectivas (Scutari i Eleusis).

Para conseguir esto último lo mas pronto posible, trasporté a Viena en Agosto de 1892, el aparato para medir bases del Instituto Jeográfico-militar que fué empleado en la mensura de la base de Eleusis (1889) i que se encontraba en Atenas desde esa época.

Por indicacion de la direccion del Instituto, el Ministerio de la Guerra ha permitido que se trasladen las reglas a Paris a fin de que en el *Bureau International des Poids et Mesures* sean determinados nuevamente sus coeficientes de longitud i dilatacion. A mediados de Marzo, se enviaron allá las reglas, i es de esperar que en el curso de un año, podrán ser determinadas las longitudes definitivas de las bases de Eleusis i Scutari.

Segun los cálculos provisorios ejecutados hasta ahora, resulta para el lado triangular Otoni Pandokrátor (Fano-S. Sal-

vatore) deducido de la red italiana..... 42960^m.41
deducido de la red albanesa, por la base cerca de

Scutari: 42960^m.52
deducido de la red griega, por la base cerca de

Eleusis: 42962^m.72

B.) OTROS TRABAJOS DE TRIANGULACION

Fuera de las estaciones de primer orden coloreadas de amarillo en la lámina, se continuaron tambien las observaciones en las redes de 2.^o i 3.^{er} orden en Tesalia, i casi se concluyeron. Se terminó ademas la red de detalle cerca de Argos—Nauplia, comenzada en el verano de 1890, la cual debe servir de base al levantamiento catastral que se iniciará en el verano de 1893.

II.—EL TRASPORTADOR DE RUEDA DE STARKE I KAMMERER DE VIENA

En mi informe del año anterior he dado algunas indicaciones sobre el origen, los fines i la construccion de este instrumento. Ahora, quiero completar esas indicaciones con algunas figuras, i quiero dar a conocer tambien los resultados que he obtenido en mis investigaciones sobre la exactitud que se puede alcanzar con este instrumento.

A.) DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO (LÁMINA II)

El trasportador descansa sobre la superficie del dibujo con la pieza de laton A i con la regla L (véase las figuras). Estas partes componentes están unidas por un brazo B, cuya construccion se describirá mas tarde.

Sobre A está fijado un pedestal D de seccion trasversal rectangular (visible en las figuras 2 i 3 i omitido en 1).

Un marco elíptico E (figuras 2 i 3) está encajado por una muesca rectangular al borde superior de este pedestal i mantenido fijo a éste por los tornillos S_1 i S_2 . La estremidad opuesta del marco descansa por un tornillo J sobre un segundo pié G, i puede ser elevado o bajado haciéndolo jirar en torno del eje horizontal $s_1 s_2$.

En la direccion del eje menor del marco elíptico se encuentran dos tornillos J_1 i J_2 que llevan el eje horizontal de la rueda K.

En la plancheta de fundamento A hai una escotadura oval para la rueda K. Cuando esta última deba descansar sobre el papel del dibujo, se hace funcionar el tornillo J, hasta que la punta de ésta ya no toque el pié G, i que la rueda, por medio de su peso i el del marco elíptico, se incline hacia el papel i descanse en él por N.

Cuando se quiere poner fuera de accion al trasportador se da vuelta al tornillo J hasta que su punta obrando sobre el pié G levante el marco elíptico i con él a la rueda K.

Una de las cuestiones mas importantes en la construccion de los ángulos por este trasportador, es su centracion cómoda i exacta encima del vértice, cuestion que está resuelta de una manera mui conveniente.

La aguja de 6 mms. de largo, cuya cabeza sirve de quicio, debe enterrarse de modo que su eje sea perpendicular a la superficie del dibujo. Para poder conseguir cómodamente esto, se toma la cabeza de la aguja con el aparato dibujado en la fig. 5, que obra como una tenaza, i se la lleva i entierra ligeramente en el vértice del ángulo.

En seguida, se necesita que la aguja sea colocada exactamente perpendicular al plano del papel, i enterrada de tal manera que la parte inferior de su cabeza oprima el papel.

Para este fin ha sido hecho el aparato para centrar, representado en la figura 6. Este se compone de un cilindro Q, cerrado por su parte superior, i con grandes perforaciones rectangulares a fin de poder mirar al interior. En la tapa hai una abertura central prolongada hácia abajo por un tubo, en el cual se mueve libremente el cilindro R, cuyo eje coincide con el Q. La parte inferior de este cilindro R tiene una concavidad en la cual cabe exactamente la cabeza de la aguja.

El aparato para centrar se lleva encima de la aguja ya enterrada ligeramente en el papel, i se oprime el cilindro R hasta que la cabeza de la aguja haya llenado la concavidad arriba mencionada. En seguida se mueve el aparato entero encima del dibujo hasta que se vea desde una direccion la aguja vertical; en seguida se lleva el ojo a una direccion aproximadamente perpendicular a la primera, i se le da nuevamente a la aguja una posicion vertical. Cuando despues de muchos ensayos se ha logrado que la aguja aparezca vertical en ambas direcciones, entónces se

mantiene fijo el cilindro Q, i se ejerce una presion sobre el R, hasta que la aguja quede enterrada en el tablero.

Cuando esta sencilla manipulacion ha sido ejecutada con cuidado suficiente, se tiene la seguridad de que la aguja pasa exactamente por el vértice del ángulo.

En la plancha A se ha hecho un agujero cilíndrico, en el cual cabe exactamente la cabeza de la aguja. El trasportador se coloca con este agujero encima de la cabeza de la aguja, i se le puede imprimir entónces un movimiento circular en torno de esta cabeza.

El punto de contacto N de la rueda, el centro de rotacion O, i la marca M de la regla L, están situados sobre una línea recta que llamaremos el eje del trasportador. Este eje, lo colocamos sobre la direccion orijen de los ángulos que se trata de construir o de medir, llevando la marca M exactamente sobre esta línea, i haciendo jirar el trasportador en torno de su pivote. Si partiendo de esta posicion, hacemos jirar el instrumento, p. e. en el sentido de las agujas de un reloj, en este movimiento el punto N de la rueda describirá un perímetro que será proporcional al ángulo alfa que el trasportador describe en su movimiento.

Para poder medir esta porcion del perímetro, existen divisiones en la circunferencia de la rueda i una marca fija en U (fig. 1 de una manera semejante a lo que pasa en el tornillo medidor de Stamffer).

En el trasportador de rueda, la circunferencia de ésta está dividida en 100 partes, i el radio O N (fig. 1) se ha tomado de una longitud tal que para una vuelta completa del eje del trasportador, es decir para 360° , la rueda haga 3.6 revoluciones. Si ésto sucede exactamente, entónces el valor de una division de la circunferencia será de un grado sexagesimal.

Sobre la plancheta de resorte U, no solamente existe la marca de que se ha hablado, sino que tambien el intervalo de un grado está dividido en partes, de manera que se puede leer direc-

tamente 10 minutos, i apreciar todavía mui bien, minutos i aun fracciones de minutos. En la lectura, el observador puede usar el lente que se vé en las figuras, 1 i 3.

Para examinar el instrumento, con respecto a la exactitud de los ángulos que indica, se coloca el eje del trasportador sobre la direccion oríjen, i la rueda en su division cero; en seguida se hace jirar el trasportador en el sentido de las agujas de un reloj hasta que la marca M vuelva a situarse sobre la direccion oríjen, i se lee entónces la indicacion de la rueda (25). Cuando no marca exactamente 360° , se puede acortar o alargar el radio O N, dando vuelta convenientemente los tornillos s_1 i s_2 (fig. 2) hasta que la circunferencia del círculo descrito por O N sea igual a 3.6 veces la circunferencia de la rueda, es decir, hasta que a una revolucion completa del eje del trasportador corresponda una lectura de 360° .

En el empleo del trasportador en las contrucciones fotogramétricas, no solamente deben ser trazados ángulos de una amplitud determinada, sino que tambien sobre cada lado de éste, debe levantarse una perpendicular a una distancia igual a la distancia focal del objetivo del fototeodolito, i que representa la traza del plano de la imájen.

Esta distancia no solo es diferente para distintos objetivos, sino tambien para cada plancha fotográfica, pues ésta al ser producida, fijada i secada no conserva sus dimensiones primitivas. Por esta razon la longitud del brazo O L es variable dentro de los límites necesarios. Por medio del tornillo micrométrico i de la division con nonio, indicada en la figura 2, se puede

(25) En este primer ejemplar de la fábrica Starke i Kammerer, hai que llevar la cuenta del número de revoluciones de la rueda. Aunque en la construccion o mensura de un ángulo, dificilmente puede uno equivocarse en una revolucion entera de la rueda, es decir, en 100° , los aparatos que se fabricaren nuevamente podrán ir provistos de un contador. (Véase fig. 7).

regular exactamente hasta un décimo de milímetro la distancia de la marca M o del canto de la regla al vértice del ángulo.

Apesar de que en la prueba el instrumento ha dado excelentes resultados, yo propondría los dos mejoramientos siguientes:

1.—Colocar la plancha con la rueda al lado opuesto del agujero o eje O, (es decir, hácia la derecha en las figuras 1 i 2).

De este modo el instrumento se acorta, i tiene la ventaja de poderse usar tambien en el caso que el vértice del ángulo esté muy cerca del borde del tablero, lo cual no podría hacerse en la construccion actual del trasportador, pues la rueda vendría a quedar fuera del tablero.

2.—En el eje del trasportador a distancia de algunos milímetros de la marca M hai que disponer un calcador. En las construcciones fotogrametricas se traza el plano de la imájen por el canto de la regla i se marca con el calcador el punto del eje; quitando despues el trasportador, se une el vértice con el punto marcado, prolongando esta línea hasta cortar el plano de la imájen. En el trasportador actual debe marcarse este punto de interseccion M con un calcador que se mantiene en la mano, operacion que puede producir un considerable error de paralaje (26).

B.—INVESTIGACION SOBRE LA EXACTITUD DE LAS INDICACIONES DEL TRASPORTADOR DE RUEDA

El programa que me impuse para estas investigaciones fué el siguiente:

Se marcan en el dibujo los vértices de un polígono (pentágono), i se unen cada uno de ellos con todos los demas por líneas rectas. Enseguida, sobre cada uno de los puntos se miden todas

(26) En un trasportador de rueda, que la firma Stark i Kammerer de Viena está fabricando para el Instituto Jeográfico-Militar, se toman en cuenta estas dos proposiciones, i se adjuntará tambien un aparato contador. (fig. 7)

las direcciones con el trasportador, i estas mensuras se compensan como en una red jeodésica, segun el método de los cuadrados menores, obteniendo así todos los datos para el cálculo de errores. Este trabajo se ejecuta en diferentes clases de papel, para conocer la influencia que tiene sobre los resultados el que aquel sea mas áspero o mas suave.

Hasta ahora no he ejecutado sino una parte de este estenso programa.

Comencé las investigaciones sobre una hoja de papel mui liso, de aquel que usa el Instituto Jeográfico,—Militar para las reproducciones heliográficas de mapas, que exigen mucha limpieza i gran finura de rayas.

Las mensuras de ángulos en los vértices del polígono los ejecuté de una manera análoga a aquella que hubiera empleado en una estacion trigonométrica. Principié en la direccion cero, pasé sucesivamente a las direcciones siguientes hasta la última i continué todavía el movimiento en el mismo sentido hasta que volví nuevamente a la direccion cero, despues de una vuelta completa de 360° ; repetí despues esta operacion en sentido inverso.

En cada estacion hice a lo ménos 16 mensuras o vueltas de horizonte, i cambié tambien la division de partida de la rueda, de suerte que si en las primeras cuatro mensuras se partió de 0° , se partió de 25° en la siguiente i por último de 75° . Puedo desde luego adelantar que este cambio de partida de la rueda, no tenia ninguna influencia sobre el resultado de las mensuras, por lo cual no se tomó ya en cuenta en las operaciones siguientes.

Fué necesario hacer recorrer el instrumento 360° enteros por las razones siguientes:

1.—Por que no lo había rectificado ántes del comienzo de las mensuras, i por consiguiente no sabia el valor exacto de los grados del trasportador: i

2.—Porque queria ver hasta que punto se podia confiar en la invariabilidad de esta razon.

Durante las mensuras en el pentágono ya mencionado, que que executé desde el 1.º al 11 de Diciembre de 1892, no se manifestó ninguna variacion; el trasportador dió en vez de 360º:

Punto de estacion	mensuras	lecturas.
0	16	359º 44.9'
1	16	51.1
2	16	50.2
3	24	48.3
4	16	47.1
5	16	47.3

Total..... 104 Término medio: 359º 48.17'
 luego la correccion sobre 360º..... + 11.83'

Despues de averiguado este valor, que para mayor brevedad i por analogia con el del teodolito, llamaremos *error de traslacion* podia ya corregir las lecturas obtenidas para las direcciones angulares, i proceder enseguida como con mensuras con teodolito, cuando en las estaciones se han dirijido visuales a todos los puntos.

En la tabla siguiente están indicados para cada punto de estacion, los valores medios de las direcciones, sus valores máximos i mínimos i por último el error medio de una *mensura de ángulo*.

PUNTO DE ESTACION (O) $m_0 = \pm 1',16$

Direccion	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Total
Térm. medio	0º0',0	70º12',6	145º61',3	215º37',7	292º8',9	16
Máximo.....		13',4	63',1	39',0	10',7	
Mínimo.....		10',9	59',1	36',0	5',2	

PUNTO DE ESTACION (1) $m_1 = \pm 0,91$

Direccion	(2)	(3)	(0)	(4)	(5)	
Térn. medio....	0°0',0	24°59',7	38°16',9	52°16',5	77°5',6	16
Máximo.....		61',1	18',5	18',3	6',4	
Mínimo.....		58',6	14',0	15',3	3',9	

PUNTO DE ESTACION (2) $m_2 = \pm 0,83$

Direccion	(3)	(4)	(0)	(5)	(1)	
Térn. medio....	0°0',0	34°48',8	52°08',5	73°4',6	123°34',0	16
Máximo.....		49',9	9',8	6',3	36',2	
Mínimo.....		47',9	6',8	3',3	32',7	

PUNTO DE ESTACION (3) $m_3 = \pm 0,75$

Direccion	(4)	(5)	(0)	(1)	(2)	
Térn. medio....	0°0',0	38°14',4	55°13',1	75°45',8	107°13',7	24
Máximo.....		16',8	14',8	47',5	14',6	
Mínimo.....		13',3	12',3	44',5	12',6	

PUNTO DE ESTACION (4) $m_4 = \pm 1,37$

Direccion	(5)	(1)	(0)	(2)	(3)	
Térn. medio....	0°0',0	30°06',1	51°46',7	69°4',4	107°02',2	34
Máximo.....		9',0	49',6	6',7	5',7	
Mínimo.....		4',0	43',7	2',3	0',6	

PUNTO DE ESTACION (5) $m_5 = \pm 0,59$

Direccion	(1)	(2)	(0)	(3)	(4)	
Térn. medio....	0°0',0	52°26',8	73°22',3	90°23',2	125°11',2	16
Máximo.....		27',7	22',9	24',0	12',2	
Mínimo.....		25',7	21',4	22',5	10',2	

Error medio de una mensura de ángulo $m = \pm 1',02$.

Al concluir estas mensuras noté que el tablero ensamblado sobre el cual estaba pegado el dibujo tenía grietas nada insigni-

ficantes, i un día el papel tenía una rasgadura de 10 cms. de largo por un ancho de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{4}$ de milímetro.

El tablero habia estado guardado durante varios años en un medio seco i a una temperatura bastante uniforme, i cuando yo comencé las mensuras en mi oficina tenía un aspecto irreprochable; a consecuencia de la sequedad anormal que reinaba en esta pieza (27), la madera comenzó a concentrarse, i despues de 6 a 8 dias, ya se veian grietas en algunas parte del tablero.

Por lo dicho, tuve que renunciar a la compensacion proyectada, i contentarme con el cálculo de errores ya mencionado, del cual se deduce que *en la medida o construccion de un ángulo, hai que contar con un error medio $\pm 1'$ (error máximo: $\pm 3'$).*

Sin embargo este es solamente error instrumental i de observacion como el que resulta de una red jeodésica en la compensacion de la estacion; a estos errores se añaden todavia los de centracion que solamente pueden ser constatados por la compensacion de la red.

Aunque es de suponer, que por la deformacion del papel, los errores causados por la inexactitud de las mensuras son mas grandes todavia, he reunido estos errores de triángulos en la siguiente tabla:

Positivos:	Negativos:
5',0	5',0
6,8	2,2
2,1	1,3

(27) Es verdad que no he medido el grado de humedad del aire en mi oficina, sin embargo éste puede ser determinado aproximadamente. La humedad absoluta del aire libre era entonces como de 3 mms.; si suponemos que el aire del cuarto calentado tenía una temperatura de 20° centígrados, entonces la humedad relativa de esta pieza era de 17 a 18%. En los grandes frios (como p. e. en Enero de 1893), la humedad relativa de un cuarto calentado puede bajar fácilmente a 10% i aun ménos.

Positivos	Negativos
6,4	0,0
1,6	8,8
1,8	4,7
4,6	
0,3	
4,6	
0,5	
0,3	
2,5	
2,6	
7,2	

De lo que se deduce un error medio de triángulo de $\pm 3',4$. Empleando la fórmula: $m = \sqrt{\frac{(v v)}{3n}}$, propuesta por el jeneral italiano Ferrero, se obtiene para el *error medio de un ángulo*: $m = \pm 2',45$. En un buen tablero habria resultado seguramente un error mas pequeño, talvez $\pm 2'$ o aún ménos.

Una segunda prueba a que sometí el trasportador de rueda, debia atestiguar la influencia de las asperezas del papel.

Para este fin hice pegar sobre un tablero una hoja del papel liso de que ya hemos hablado, i una hoja de papel Whatman áspero i grueso. Despues de haber rectificado el trasportador sobre el papel liso, de manera que en una revolucion entera diera mui aproximadamente la lectura $A = 360^{\circ}0'$, hice algunas series de observaciones para determinar exactamente el valor de A tanto sobre el papel áspero como sobre el papel liso.

Puesto el instrumento sobre su pivote, i colocado en la direccion cero, como en las mensuras ordinarias de ángulos, hice jirar su eje en 360° , hasta que estuvo nuevamente en esa misma direccion cero, i continué el movimiento en el mismo sentido hasta que el eje hubo ejecutado 5 revoluciones completas, despues de lo cual ejecuté la operacion en sentido inverso. Los resultados de las observaciones se hallan reunidos en la tabla siguiente:

PAPEL LISO

A	A	A	A
0° 0',0	0° 0',0	0° 0',0	0° 0',0
360° 2,0	360° 7,2	360° 3,6	360° 2,0
720° 4,0	720° 11,2	720° 6,5	720° 5,0
1080° 7,0	1080° 17,5	1080° 9,7	1080° 7,5
1440° 9,5	1440° 20,0	1440° 12,0	1440° 10,0
1800° 10,5	1800° 21,0	1800° 14,0	1800° 12,5
1800° 10,5	1800° 22,0	1800° 14,5	1800° 11,8
1440° 9,7	1440° 20,0	1440° 11,0	1440° 9,2
1080° 6,0	1080° 17,5	1080° 8,0	1080° 4,7
720° 4,0	720° 12,0	720° 4,0	720° 1,7
360° 1,3	360° 7,5	360° 0,0	360° -0,7
0° 0',0	0° 0',0	0° -2,0	0° -6,0
360° 2,10	360° 4,30	360° 3,05	360° 3,03
Término medio total: A = 360° 3',12			

PAPEL ÁSPERO

A	A	A
0° 0',0	0° 0',0	0° 0',0
359° 53,7	359° 54,0	359° 55,0
719° 45,5	719° 49,0	719° 50,3
1079° 36,0	1079° 43,0	1079° 46,5
1439° 28,0	1439° 40,0	1439° 41,0
1799° 17,5	1799° 34,0	1799° 37,5
1799° 17,5	1799° 35,5	1799° 37,5
1439° 22,0	1439° 40,5	1439° 41,3
1079° 27,0	1079° 44,0	1079° 46,5
719° 31,0	719° 49,8	719° 50,7
359° 35,0	359° 54,3	359° 54,0
0° -20,0	0° -0,2	0° -0,5
359° 53,50	359° 54,97	359° 55,55
Término medio total: A = 359° 54',67		

Se ve por consiguiente, como era de preveer, que en el desarrollo de la rueda, resulta un valor mas pequeño para A sobre un papel áspero que sobre un papel liso. Si el aumento de los tres valores que han resultado de las mensuras sobre un papel áspero, a saber:

359°	53'50
	54.97
	55.55

es solamente una casualidad, o si proviene de que la rueda al recorrer varias veces la misma traza la alisa poco a poco, es cuestion que no podemos juzgar todavia por las pocas observaciones existentes, pero desde luego se puede reconocer, que para el uso de este instrumento, es preferible un papel liso a uno áspero.

Aunque se necesitan todavia muchas observaciones mas, para probar el trasportador de rueda en todas las circunstancias imaginables, sin embargo se puede afirmar desde luego, que este instrumento satisface plenamente a todas las exigencias de las construcciones fotogramétricas, tanto con respecto a la exactitud, cuanto a la comodidad de la ejecución.

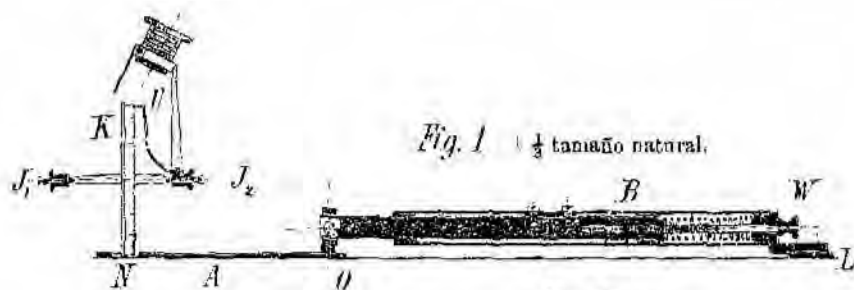


Fig. 4 ($\frac{1}{3}$)

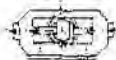


Fig. 5 ($\frac{1}{2}$)



Fig. 2 ($\frac{1}{2}$)

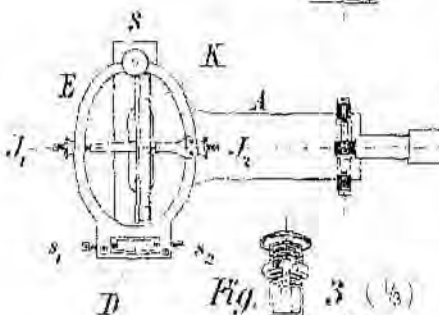
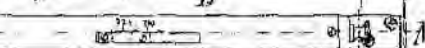


Fig. 3 ($\frac{1}{3}$)

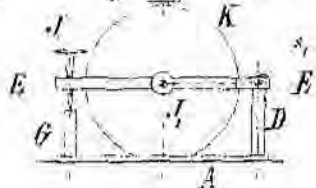


Fig. 6 ($\frac{1}{2}$)

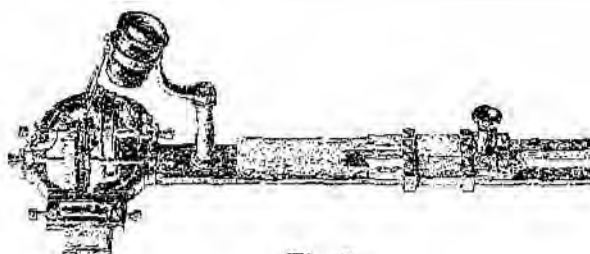
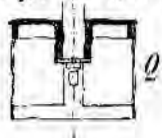


Fig. 7.