

ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS

La mensura topográfica de Grecia

COMENZADA EN EL AÑO DE 1889 POR LA COMISION JEODÉSICA
AUSTRO-HÚNGARA
A CARGO DEL «OBERSLIEUTENANT» HEINRICH HARTL

Las páginas que forman esta entrega son traducidas de los artículos que bajo el título «*Die Landesvermessung in Griechenland*», se han publicado en los tomos X a XII de «*Mittheilungen des Kaisert und Königl Militär-geographisches Institutes*» de Viena. El levantamiento jeodésico i topográfico de la Grecia ha sido encargado por el gobierno de este país al Estado mayor austro-húngaro, quien delegó para este objeto al Oberslientenant *Enrique Hartl*, quien inició las operaciones en 1889.

Hemos eliminado de la traducción las primeras páginas en las que se hace una reseña histórica de los trabajos topográficos hechos en Grecia por el Estado Francés desde 1830, i otras posteriores.

La mensura jeodésica de Grecia ofrece el interés de haberse obtenido una gran exactitud en el cánovas con instrumentos de diámetro relativamente reducido (26^{cm}), i la mensura topográfica el de haberse hecho la primera aplicacion en Europa, en levantamientos oficiales regulares, del procedimiento fotogramétrico.

Como ilustracion, solo hemos reproducido los instrumentos mas importantes; he ha tenido que eliminar los cánovas de

triangulaciones i otros dibujos de menor importancia, por el crecido costo que esto habria importado para nuestra publicacion, i por no ser absolutamente indispensable a las inteligencias del testo.

Inmediatamente despues de mi llegada a Atenas (20 de Agosto de 1889), me empeñé en inquirir informaciones sobre las condiciones en que se verificaria nuestro trabajo.

El ministerio real pensaba ordenar la ejecucion de un levantamiento catastral, pero no habia tomado aun ninguna resolucion, respecto a la escala por adoptar i otros detalles. Sin embargo, la resolucion de estas cuestiones no era urgente, pues en todo caso habia que empezar por la medicion de una base i una triangulacion de primer orden (1), lo cual podia emprenderse miéntras se estudiaba prolijamente el asunto por resolver.

Por esta razon, empezamos por la *medida de una base*. Para ello se encontró un terreno adecuado en una estensa llanura al noreste de Eleusis. En los reconocimientos nos servimos de una pequeña plancheta mui manejable, sobre la cual se marcaron los puntos de la triangulacion francesa. Despues de varios dias de reconocimientos, en los cuales nos acompañaban tambien los tres oficiales griegos agregados a la comision, se eligieron los dos vértices fundamentales: Cascadami i Megalo Katherini (lámina XII) (2), i su situacion fué determinada por *retrosecion* (visuales a tres puntos); en seguida se fijó la línea

(1) La triangulacion francesa debe ser calificada como un trabajo excelente, dados los fines para los cuales fué emprendida i el reducido tiempo en que fué ejecutada; sin embargo, no podia ser tomada como base para levantamientos catastrales o topográficos, porque los puntos trigonométricos no podian ser identificados con la precision necesaria; ademas, la exactitud buscada i alcanzada por Peytier i sus compañeros no habria podido satisfacer de ninguna manera a las exigencias de una triangulacion de primer orden en una mensura moderna.

(2) Estas láminas no se reproducen.

de la base, tambien por triangulacion gráfica, formando con los vértices la figura simétrica que se vé en el la laminá XII.(3)

El terreno en que se midió la base es mui favorable, por ser firme, seco i despejado, pero tiene la desventaja de estar en una pendiente bastante fuerte en la direccion de ella (S. O. a N. E.) lo que influye desfavorablemente sobre la reduccion al horizonte de las barras inclinadas.

Con uno de los teodolitos que acababan de llegar de Viena se estacó la base i se dividió en siete secciones; la cuarta de éstas (la del medio) se dividió en dos partes iguales para tener el punto medio de la base, i ademas se dividieron tambien en dos partes iguales las tres secciones últimas, para obtener un mayor número de datos en el cálculo de los errores. La base constaba por lo tanto de once segmentos (3 séptimos i 8 catorceavos) cuyos puntos extremos correspondientes quedaron marcados.

En la mensura se empleó el *aparato para medir bases* del Instituto Jeográfico Militar Imperial, cuyo uso habia sido debidamente autorizado.

El 11 de Octubre estaban concluidos en su mayor parte los trabajos preparatorios, i en los dos dias subsiguientes se indicaron sus funciones a los diversos oficiales i soldados i se ejecutaron mensuras de ejercicios.

La mensura definitiva de la base, comenzó por el extremo S. O. i duró, con algunas interrupciones, —hasta el 8 de Noviembre.

El cálculo definitivo del resultado de la mensura solo se podrá tener cuando se hayan determinado nuevamente las constantes del aparato para medir bases.

Los resultados de un cálculo provisorio son:

(3) Estas láminas no se reproducen.

	1. ^a Mensura	2. ^a Mensura	Diferencia
Parte meridional de la base:	2462 ^m .22607	2462 ^m .22349	+ 0. ^m 00258
» setentrional » »	2462 ^m .38449	2462 ^m .38114	+ 0. ^m 00335
Base entera	4924 ^m .61056	4924 ^m .60463	+ 0. ^m 00593

Un cálculo provisorio de los errores de las once subsecciones de la base, dió como error medio por kilómetro $m = \pm 1.83$ mm. i para la base entera $m = \pm 2.88$ mm, o sea $\frac{1}{1.15'3.000}$ de la longitud.

Concluidas las mediciones se colocaron en los puntos extremos i medio de la base monumentos hechos de piedra arenisca dura. En seguida, por medio de dos teodolitos, estos tres puntos que se encuentran a la altura del suelo natural, debajo de los monumentos, fueron proyectados verticalmente sobre la superficie horizontal superior de ellos, i marcados por conos de zinc. El Apéndice XIII dá una vista fotolitográfica del monumento del punto extremo S. O. de la base. La parte superior (una pirámide aplanada) puede ser quitada i entónces el monumento puede ser empleado como sustentáculo de instrumentos, en cuyo caso hai que erijir en torno de la piedra un pequeño andamio en el cual puede pisar el observador. (4) De la misma forma i tamaño es el monumento del punto extremo N. E., miéntras que el del centro tiene dimensiones menores.

Construcción de las señales.—La escasez de madera que se hace sentir en el país, hizo nacer el temor de que señales de madera, —como se usa en Austria-Hungria,—no solamente fuesen muy costosas, sino también de corta duración. Por eso me resolví a hacer el ensayo de construir señales de fierro. La fábrica de los Hermanos Vasiliades, en Piræus construyó segun mis in-

(4) La parte superior horizontal del monumento está a 2.3 metros sobre el suelo natural.

caciones, cuatro de estas señales, que fueron colocadas en los puntos: Salamis, Megalo Vurio I, Cascadami i Megalo Katherini (Lámina XII) (5).

Las señales de fierro se componen de dos partes principales (Lámina XIV) (5): la inferior, piramidal, que sirve como sustentáculo de instrumentos, i la superior, prismática, que se usa como objeto de mira. Cada una de estas partes está construida de barras de fierro forjado i de planchas, cuyas dimensiones son tales, que puedan ser trasportadas cómodamente a lomo de caballo i que llegadas al lugar de su destino, puedan ser montadas rápidamente.

Las ventajas de estas señales son:

a) Su fácil transporte i rápida colocacion.

b) La gran exactitud, con que pueden ser llevados verticalmente encima de la marca subterránea tanto el punto de colocacion del teodolito (perforacion central de la plancha de fierro que limita arriba el sustentáculo del instrumento) como el eje de la parte superior prismática.

c) La duracion de la parte inferior que sirve como señal sobre el suelo, la cual sin preparacion alguna puede usarse como sustentáculo de instrumentos.

d) La posibilidad de quitar la parte superior prismática, despues de usadas en un punto para las mensuras i emplearla en otros puntos.

Pero a estas ventajas se oponen los siguientes inconvenientes:

a) En la distribucion del trabajo se debe cuidar siempre que no suceda que dos observadores se encuentren simultáneamente sobre los puntos estremos A i B del lado de un triángulo, que el observador en A, para poder colocar su teodolito debe qui-

(5) Estas láminas no se reproducen.

tar el prisma de suerte que el observador en B no vé ningun objeto de mira en A, i así mismo aquel en A ninguno sobre el punto B.

b) Miéntras que los cuatro piés de una pirámide de madera permiten la colocacion rápida de una pantalla contra el viento, en estas pirámides de fierro hai necesidad de clavar primeramente en el suelo algunas estacas, lo que a veces,—sobre todo enterrano rocoso,—ofrece grandes dificultades i pérdida de tiempo.

c) Cuando la parte inferior de la señal es enterrada con cuidado, ofrece al principio al teodolito una base mui sólida, pero cuando en tiempo tempestuoso queda la parte superior prismática espuesta a los vientos por un tiempo prolongado, entónces los remesones contínuos lo aflojan poco a poco en su fundamento i se necesita de nuevo un trabajo especial para hacer de la parte inferior de la señal un sustentáculo firme para el instrumento,

d) El precio de las señales compradas hasta entónces era demasiado subido. Sinembargo este inconveniente habría podido eliminarse haciendo un encargo por mayor (por ejemplo en Stiermark).

Todos estos inconvenientes, hicieron que empleara la madera, como material de construccion para las señales, apesar de las razones que tenia en contra. Como en el interior del pais, casi no es posible encontrar en ninguna parte las vigas i tablas necesarias, se las compró por mayor en las grandes plazas de comercio, se las preparó completamente para ser montadas, i se las trasportó al lugar de su destino.

En los puntos de 1.^o i 2.^o orden se levantaron pirámides, i señales de estacas en los puntos de orden inferior. Como objeto de mira sirve siempre un prisma colocado en la parte superior de la señal, el cual se compone de tablas de madera pintadas de negro; el revestimiento de la pirámide o de la señal está pin-

tado de blanco, i está prohibida el servirse de ella como objeto de mira. Los primas, segun la distancia a la cual debian ser vistos, tenian diferentes dimensiones, a saber:

	Lado de la base	altura
La pirámide de primer orden	60 cms.	120 cms.
» » » segundo »	50 »	100 »
» señales de estacas de tercer orden . .	30 »	60 »
» » » » de orden inferior . .	25 »	50 »

Se pone el mayor cuidado en centrar exactamente estos prismas, por eso en las pirámides la viga central tiene un taladro cilíndrico, por el cual pasa un hilo a plomo hasta la marca subterránea.

En las pirámides de primer orden, la altura de la superficie horizontal superior del prisma sobre el suelo natural es 5 m.; en las de 2.º orden 4 m.; la altura de las señales de estacas i de las señales aplicadas en los árboles se fija segun los casos.

Cada punto trigonométrico se marca bajo el suelo por un cono de zinc.

La marca encima del suelo se compone: en los puntos de orden inferior, de un monton de piedras o tierra, que va cercado por un foso donde lo permite la configuracion del terreno; en los puntos de 1.º o 2.º orden, de una piedra tallada prismáticamente, en torno de la cual se construye el sustentáculo de instrumentos, de bolones con mezcla. En los puntos de orden 3.º o inferior se usan para colocar el teodolito, soportes sistema Starke.

En lados muy largos i cuando las señales se proyectan desfavorablemente, se usan heliotropos.

Las observaciones de ángulos comenzaron el 24 de Noviembre en los tres puntos de la base, se continuaron en seguida en los vértices fundamentales (Lámina XII), i a consecuencia de re-

tardos por mal tiempo prolongado, se concluyeron solamente en los últimos días de Diciembre.

En estas mensuras se emplearon tres nuevos teodolitos excelentes, fabricados por la casa vienesa Starke i Kammerer. Estos teodolitos (fig. 1) tienen un círculo horizontal de 26 centímetros i un círculo vertical de 21 centímetro de diámetro. Los círculos están divididos de 10' en 10', i dan una lectura directa de 2" por medio de microscopios con tornillos, que aumentan grandemente. Conforme a mis deseos, la fábrica abandonó en la construcción de los anteojos la forma cilíndrica que usaban ántes (i que ocasionaba una flexcion considerable i variable) i proveyó a los teodolitos nuevos con anteojos, en que tanto la parte del objetivo como la del ocular tenían forma cónica. Los anteojos tienen 48 milímetros de abertura del objetivo, 37 centímetros de distancia focal i aumentan 40 veces.

Para visuales a distancias cortas, como sucede, por ejemplo, al determinar elementos de referencia, si ven pínulas con hilos horizontal i vertical, fijados encima del antejo; para conseguir cómodamente una visual horizontal al determinar elementos de reduccion de alturas, se emplea un pequeño nivel, dispuesto también encima del telescopio. El valor de una de las partes del nivel grande de alturas es 2."5 mas o ménos.

Las observaciones se hacen por direcciones con cambios regulares en la posición del círculo. El número mínimo de visuales simples en los puntos de 1.^{er} orden es de 60, en los de 2.^o orden 24, en los de 3.^{er} orden 8 a 12 i 4 a 6 en los puntos de detalle. Las distancias zenitales (para cada objeto con 3 a 6 reiteraciones de 4 lecturas cada una) se observan en el intervalo de 10 de la mañana a 3 de la tarde, procurando repartir entre varios días las mensuras necesarias para un objeto.

LOS TRABAJOS EN 1890

Conforme a las órdenes que recibí, volví a Viena a fines de Noviembre de 1889, dejando a los demas en la conclusion de los trabajos. En los meses de invierno se hizo el cálculo del resultado de las mensuras.

A mediados de Marzo de 1890 volví a Atenas, i comencé luego los preparativos para las operaciones en el terreno que debían ser continuadas con un personal mas numeroso. La provision de instrumentos se aumentó con un teodolito de 26 centímetros de Starke i Kammerer, un teodolito de Paris (Brunner) dos planchetas completas, un planímetro de Coradi en Zurich etc.

En Abril comenzaron los trabajos en el terreno con la construccion de señales i las observaciones en la red de 1.^{er} orden, representada en la Lámina XII. En el trazado de esta red que ejecuté esclusivamente en la oficina, sin reconocimiento alguno del terreno, me serví de un mapa de Grecia, escala de 1:300,000, hecho en el Instituto Jeográfico Militar, i todo resultó conforme a lo realmente existente en el terreno. Una dificultad particular presentó la nomenclatura. Casi cada punto dominante de una seccion de terreno o de una isla mas o ménos grande, se llama por los habitantes Hagios, Ilias o Megalovuno. Pero como la red de 1.^{er} orden se compone justamente de estos puntos dominantes, muchos puntos triangulares habrían tenido el mismo nombre i se hubieran encontrado triángulos en que los tres vértices tuvieran el nombre de H. Elias. Por eso creí conveniente recurrir a la nomenclatura griega antigua añadiendo entre paréntesis la denominacion actual.

La construccion de señales quedó a cargo de los oficiales griegos, i habian algunos ya capaces de hacer independientemente las mensuras de ángulos.

Cuando me hube convencido de que los trabajos podian proseguirse favorablemente, pude ya empezar a ejecutar las observaciones astronómicas necesarias para la orientacion de la red. Habia elejido para este fin un punto sobre el cerro de las Ninfas, cerca de Aténas, en la vecindad del Observatorio Astronómico, habiéndome llevado de Viena para las observaciones, un instrumento universal de 36 centímetros de Starke i Kammerer i un cronómetro fabricado por Johannsen en Londres. En el intervalo del 12 de Junio al 1.º de Julio, determiné, con los instrumentos nombrados, la altura polar de la estacion de observacion deducida de 252 distancias zenitales de *Alfa Ursae minoris*, i un azimut, por la mensura repetida 72 veces, del ángulo entre la direccion hácia esta estrella i la de la pirámide Parnes. A consecuencia de muchos otros trabajos no me fué posible observar distancias zenitales en el meridiano de estrellas que culminasen al Sur del zenit del punto de observacion, i por eso determiné la flexion del anteojo, dato necesario para obtener la altura polar por colimacion sobre dos teodolitos.

Miéntras que la triangulacion de 1.º orden hacia progresos satisfactorios en el Peloponeso, hice comenzar la triangulacion de orden 2.º e inferior en aquellas rejiones del pais donde debia ser ejecutado primeramente el levantamiento catastral, es decir, por una parte en la llanura fértil de Argos i por otra parte entre Aténas i Elcusés.

En la vecindad del último lugar debia procederse aun en este año al levantamiento de una hoja catastral para ejercitar el personal i poner a prueba el procedimiento.

Despues de estar provista la hoja del número necesario de puntos trigonométricos, tracé una poligonal al traves de ella i el 27 de Octubre comencé el trabajo con la plancheta. Este trabajo fué continuado mas tarde bajo la direccion i cooperacion del Teniente de navio Lohr, i no pudo llevarse a un completo término a causa de lo avanzado de la estacion.

V.—PROYECTO DE ORGANIZACION ULTERIOR DEL SERVICIO TOPOGRÁFICO EN GRECIA I EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

Si se comparan los trabajos topográficos fiscales en los últimos cien años, se nota que en la mayor parte de los países ha sucedido lo siguiente: entre las diversas ramas del servicio público ha sido jeneralmente la administracion militar la que ha sentido con mas fuerza la necesidad de una representacion cartográfica del país i la que ha insistido mas en que el Gobierno respectivo se resolviese a hacer los sacrificios pecuniarios necesarios para un levantamiento del país. En la organizacion de semejante levantamiento solo se aspiraba a lo estrictamente indispensable con el fin de no cargar demasiado el tesoro público, i un siglo ántes de nuestra época las exigencias que bajo el punto de vista militar se imponian a un mapa topográfico eran bastante mediocres, pues se contentaban en el levantamiento con métodos superficiales. La representacion del terreno se basaba exclusivamente en apreciaciones a la vista, i era mui defectuosa por la carencia absoluta de personal ejercitado.

Pero el arte de la guerra hizo progresos rápidos, i en la misma medida creció tambien el número de exigencias que se imponian a un mapa útil para fines militares. Sucedia a menudo que ántes de concluirse el levantamiento de un país grande se le consideraba insuficiente i se daba orden de proceder a un nuevo levantamiento. Pero tambien en este caso solo se pensaba en atender las exigencias del momento i no en las futuras, como tampoco en proporcionar algo útil a los otras ramas de la administracion pública, lo cual podia haberse hecho con mui poco costo mas.

Luego comenzó la época de las mensuras catastrales. Estas proporcionaban al levantamiento topográfico un excelente material fundamental para el Cánevas, que solo necesitaba mejor comprobacion.

Entonces habria llegado el tiempo de levantar el terreno de una manera definitiva de tal modo que su representacion hubiera bastado no solamente a las exigencias militares del momento, sino tambien a las necesidades del ingeniero, etc.

Sin embargo, esto se hizo solo en pocos paises; en la mayor parte de los otros se limitaron.—talvez por razones de economia,—a un levantamiento gradual del terreno i a la formacion de un personal ejercitado, como a limitar el papel que toca a la concepcion individual del topógrafo con mensuras de alturas mas oménos numerosas. Algunos estados que ya han tenido tres o cuatro levantamientos, han alcanzado a este respecto un alto grado de exactitud; pero son todavia muy pocos aquellos que han alcanzado el término final, es decir, la representacion completa del terreno (6), que no solo basta a las exigencias militares, sino tambien a las mas frecuentes necesidades técnicas.

Pero mientras no se haya alcanzado este término final, los ministerios i demas autoridades así como las administraciones de haciendas, comunas, sociedades i particulares, si no les bastan los trabajos topográficos existentes, tienen que recurrir a mensuras especiales, que demandan considerables gastos i solo tienen jeneralmente un valor efimero.

Sucede jeneralmente tambien que se hacen a veces levantamientos que podrian haberse basado en un trabajo sério ya existente (triangulacion, nivelacion de precision, etc) si las per-

(6) Por exigencias militares entendemos aquí únicamente las estratégicas i tácticas; las mensuras para fortificacion deben ser siempre ejecutadas en una escala muy grande especial, porque seria una prodigalidad el levantamiento de un pais en semejante escala.

El ingeniero debe verse en la posibilidad de ejecutar en su oficina el trasado prévio de caminos, i ferrocarriles, i otros estudios análogos, con el uso del material fiscal del levantamiento. Por el contrario, tendrá que ejecutar siempre en el terreno los estudios de detalles (como aquellos necesarios para edificios, regularizaciones de ríos etc), que exigen una gran escala o una gran precision.

sonas encargadas de ellos hubisen tenido conocimiento de semejante trabajo.

Que el desarrollo del sistema de levantamiento, descrito anteriormente, por poco racional que nos parezca, está sin embargo fundado en las circunstancias, se deduce de que encontramos lo mismo—salvo pequeñas variaciones—en la mayor parte de los grandes Estados (7); solamente unos pocos países mas pequeños, de población densa i altamente civilizados, han llegado mas rápidamente al término final.

Un estado como la Grecia, que empieza ahora a organizar nuevamente los trabajos de mensura topográfica, está en situación favorable de aprovechar las esperiencias costosas de los

(7) Para aducir un solo ejemplo, nos referiremos aquí a una disertación publicada en la obra 4.^o Congrès International des sciences géographiques tenu a Paris en 1889— bajo el título: «Rapport sur les méthodes des levés employés en France par M. le Colonel Derrécaigaix.» El autor discute en esta disertación sobre las mensuras topográficas en Francia desde Cassini hasta el presente i llega a la siguiente conclusión: «..... En todas partes se ha notado la necesidad de poseer un mapa exacto del territorio nacional i en aquellos países que ya tenían buenos mapas se ha querido aun tenerlos mas perfectos en lo que se refiere a la representación rigurosa del suelo i sus accidentes.

..... De donde resulta que en todas partes hai tanto empeño en ejecutar levantamientos de precisión, como en poseer una representación matemática del terreno.

..... De lo que se deduce que el mapa topográfico de un país debe descansar hoy día sobre levantamientos en grande escala i por consiguiente sobre levantamientos de precisión.

..... La Francia, despues de haber caminado a la vanguardia en esta vía, está hoy a punto de ser aventajada por la mayor parte de las otras naciones, pues no posee todavia sino una superficie insignificante levantada con una exactitud rigurosa. Muy luego se verá obligada a emprender a su vez el levantamiento de su territorio en escala grande, para formar en seguida un mapa jeneral de una precisión rigurosa i que responda a todas las necesidades.»

otros países i debe atenderse incondicionalmente a los dos principios fundamentales siguientes:

1.— Tanto el levantamiento del cánovas como el del terreno, se debe ejecutar con una exactitud tal que, hasta donde esto puede preverse, satisfaga durante una época muy larga a todas las exigencias normales del militar i del ingeniero. No se debe fijar de antemano el término de la conclusion de los trabajos, i el personal empleado en las distintas operaciones no debe nunca ser obligado a hacer trabajos cuantitativos demasiado grandes; por otra parte, debe pesar la mas grande responsabilidad sobre aquellas personas cuyos trabajos no fueran encontrados intachables respecto a su calidad.

2.— Debe propenderse a la mayor centralizacion posible en los trabajos de mensura; en todo caso, debe crearse una oficina que conozca todos los trabajos topográficos que se ejecuten en el país, que registre estos trabajos de una manera adecuada, i que esté en situacion de poner el material fundamental necesario a disposicion de todas las autoridades, sociedades o particulares que quieran ejecutar levantamientos para fines determinados, como asimismo el facilitar su adquisicion i dar las demas informaciones.

NORMAS PARA LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS EN GRECIA

A.— *El personal su instruccion i su equipo.*

La ejecucion de la mensura topográfica de Grecia es de cargo de la «Seccion jeodésica del Ministerio de la Guerra»; su personal se compone por regla invariable de oficiales griegos. Los oficiales comisionados para estos trabajos por el Ministerio de la Guerra Imperial de Viena, hacen las veces de directores e instructores; dejarán de funcionar desde el momento en que la Grecia disponga de un personal propio suficientemente instruido.

Para la triangulación de 1.º i 2.º orden, como para los cálculos pertinentes, solo se emplearán aquellos oficiales que manifiesten para semejantes trabajos una capacidad científica i práctica sobresaliente; todos los demas trabajos pertenecientes a la jeodesia inferior, se comprenden como un conjunto orgánico i se ejecutan por «las secciones de mensura», la cual recibe solamente para sus trabajos (que duran 3 años) los puntos de 1.º i 2.º orden; ejecuta la determinacion trigonométrica i poligonométrica de orden 3.º e inferior, i basa en ellos el levantamiento horizontal i vertical. El director i los oficiales capaces de trabajos independientes no deben ser removidos durante los tres años de los trabajos; el aumento de personal necesario en el 2.º año de la campaña (para el levantamiento horizontal) puede hacerse con oficiales mas jóvenes (practicantes) (8).

Todas las secciones de mensura, como los oficiales encargados de la triangulación de 1.º i 2.º orden, están directamente bajo las órdenes de la direccion de la «Seccion Jeodésica», i son dirigidos por ésta segun un plan preconcebido.

El *equipo* de las secciones que marchan al terreno de las operaciones se debe disponer de suerte que tanto con respecto a los auxiliares, peones, i animales de carga, como al alojamiento, sean completamente independiente de los habitantes del lugar, (9), proveyéndose solamente de víveres en los pueblos, a veces muy distantes.

(8) Durante la larga estadía de los oficiales en el radio de su seccion, tienen tiempo i ocasion de reunir los datos necesarios para la descripcion militar del pais, así como el hacer todas aquellas observaciones que sean de interés para la Jeografía Física de la Grecia.

(9) En el año 1890 la triangulación en el Peloponeso, Atica i Beocia, se ejecutó en su mayor parte bajo circunstancias muy semejantes a la de Dalmacia, con respecto a la configuracion del suelo, poca densidad de la poblacion, carencia de madera i agua.

B.—DIVISION EN SECCIONES I COORDENADAS DE LOS PUNTOS FIJOS.

El terreno que se trata de levantar se divide en trapecios esferoidicos,—secciones de levantamiento,—por meridianos de 6 en 6 minutos de arco de longitud i por paralelos en intervalos de 6' de latitud.

Estos trapecios tienen una altura de 11 kms. i un ancho de 9 kms. (por término medio) (10) i abrazan por consiguiente una superficie de cerca de 100 kms.². En el levantamiento con la escala de 1:20000, la seccion forma una hoja de un tamaño manejable (mas o ménos 55 × 45 centímetros). Si se trabajase a una escala mas grande, la seccion de levantamiento, se subdivide en hojas de casi del mismo tamaño (55 × 45); Cuando se usa la escala de 1:10000 la accion está dividida en 4 hojas, de la cuales cada una abraza 3 minutos de diferencia de latitud, i 3 de diferencia de longitud; en la escala de 1:5000, se divide en 16 hojas de 1',5 de diferencia de latitud i longitud etc.

Cada seccion de levantamiento se denomina segun su meridiano i paralelo medios.

Segun las esperiencias hechas en esta ocasion, un oficial de triangulacion necesita de 7 a 8 bestias de carga (una de ellas para montar) i de 7 a 8 soldados i un sarjento. De estos soldados, cuatro son para guardar los caballos, i tienen a su cargo el transporte de víveres, forraje i agua, como asimismo el correo, pero en caso de necesidad especialmente en la construccion de señales, deben trabajar tambien como peones, porque siempre es bueno no ocupar sino soldados. Entre los cuatro soldados restantes que se emplean como peones militares, heliofotistas etc., habia siempre un albañil i un carpintero.

Carretones (de dos ruedas i tirados por mulas) solo podian emplearse en el terreno de la base.

(10) 6 minutos de arco de diferencia de longitud equivalen:

En el paralelo 36°	9015.3 ^m .
» » » 38°	8782.2
» » » 40°	8538.4

6 minutos de diferencia de latitud equivalen:

En la latitud media 36°	11094.7 ^m .
» » » 38°	11098.5 »
» » » 40°	11102.3 »

Esas dos líneas forman el sistema rectangular de ejes, al cual se refieren las coordenadas esferóidicas de los puntos situados en la sección respectiva. Para los puntos trigonométricos de 1.^o, 2.^o i 3.^{er}. orden, se calculan primero las *coordenadas jeográficas* según las fórmulas i tablas de Börsch (11), las cuales fueron dispuestas para intervalos menores, para facilitar la interpolación. De los puntos de 1.^o a 3.^{er}. orden que están situados dentro del marco de una sección, o fuera de ella, pero cerca de las líneas limítrofes, se calculan de las coordenadas jeográficas, las coordenadas esferóidicas rectangulares,—referidas al meridiano i paralelo medios de la sección,—i a éstos se ligan los puntos de triangulación de orden inferior, así como los de detalle determinados poligonométricamente o por otros métodos; no se toma en cuenta, entónces, la curvatura de la superficie de la tierra.

C.—NORMA PARA LAS MENSURAS CATASTRALES

Como hemos dicho anteriormente, estas mensuras deben ejecutarse con un grado de exactitud tal, que no solamente corresponda a las exigencias actuales, sino que baste a un período mas o ménos largo; por otra parte no debe aspirarse a una precisión exajerada i supérflua, atendidos los gastos que resultarían i el tiempo que se emplearía.

En las mensuras catastrales modernas se determinan todas las medidas necesarias por mensura directa o indirecta, expresándolas en cifras; según éstas, se hace el cálculo de las superficies etc., i se construye también en la oficina el plano del terreno levantado. Sin embargo, este plano no tiene ya tanta importancia, i en cierto modo solo sirve como vista jeneral.

(10) Lecciones para el cálculo de coordenadas jeodésicas, por el profesor Dr. Otto Börsch. 2.^a edición. Cassel (Freyschmidt) 1885.

Con este modo de proceder en los trabajos no solamente se alcanza el mayor grado posible de exactitud, sino que se está siempre en actitud de restituir con la mayor precisión, por medio de las cifras, los límites de predios cuyos linderos se hubiesen perdido en el curso de los años.

En Grecia debe aspirarse a obtener en la mensura catastral una exactitud correspondiente al valor del suelo, que varía según la localidad.

Para las triangulaciones de órdenes 3.^o e inferior, como para las poligonaciones, se emplearán teodolitos pequeños. Las propiedades muy valiosas (viñas etc.) se levantan por mensura directa con cintas de acero, o según el método de coordenadas etc., i estas medidas se registran de una manera adecuada. Los terrenos de ménos valor, jeneralmente grandes prédios, para los cuales basta un grado menor de exactitud, se levantan con la plancheta i la alidada.

Donde sucede lo último, la escala del levantamiento tendrá que ser muy variable según el valor del suelo. En terrenos pedregosos, casi enteramente desprovisto de tierra vegetal,—como aparece en las islas i en comarcas montañosas,—se empleará la escala de 1:20000, que es la del levantamiento topográfico.

Cuando en una seccion de levantamiento cuyo suelo tiene esta calidad, existen prédios aislados de mayor valor, estos se levantarán en hojas separadas de mayor escala, que se adjuntan a la seccion como apéndices. Para terrenos de suelo fértil se emplearán, según la necesidad, las escalas de 1:10000, 1:5000, i 1:2500, para ciudades i sus alrededores se emplearán aun escalas mayores. Observando este procedimiento de no tratar uniformemente el país entero, sino de levantar cada comarca con la exactitud que merece según la calidad del suelo, i por un tiempo que se pueda prever, se pueden conseguir economías considerables.

Durante una campaña de trabajos en Grecia están espuestas las planchetas a fuertes diferencias de temperatura i humedad.

En efecto, el aire en 24 horas, experimenta oscilaciones considerables de temperatura i humedad, las cuales se hacen sentir fuertemente con las planchetas, que empaquetadas durante el transporte en un cajon, estan espuestas a la fuerte insolacion (12), i son en seguida empleadas al aire libre. En semejantes circunstancias, las planchas de madera estan sujetas a contínuos cambios de forma, que tienen desfavorable influencia sobre la exactitud del trabajo. Por esta razon, solo se emplearán en lo futuro, planchas de vidrio de 65 x 55 cms.

Cada hoja de una plancheta debe estar dotada con abundancia de puntos determinados trigonométrica i poligonométricamente, a fin de que los errores de la determinacion gráfica de los puntos se reduzca a un mínimo.

Despues de concluido el levantamiento de una hoja de la plancheta, i ántes de colorearla, se hace el cálculo de las superficies. Aquellos predios cuyas dimensiones han sido determinadas directamente, obtienen superficies calculadas segun estos números, todas las demas segun el levantamiento gráfico.

De la hoja de la plancheta se sacan tambien i se rejistran convenientemente todas las medidas que sean necesarias para poder reconstruir posteriormente en la forma orijinal, predios que ya no existan, que sean dudosos o alterados, aun cuando se haya perdido la hoja orijinal de la plancheta, o haya sido deformada por la separacion de la plancha de vidrio.

Las consideraciones siguientes justifican el uso que he hecho de la plancheta en Grecia, a pesar de la corriente desfavorable a ella que reina entre los topógrafos:

1.—El mayor grado de exactitud que ofrece el levantamiento

(12) Por esta razon los cajones para empaquetar instrumentos no deben ser nunca pintados de negro (como sucede jeneralmente).

con él teodolito sobre el con la plancheta no pesa aquí, por cuanto la plancheta solo debe ser empleada donde baste la exactitud que ofrece.

2.—Una objecion importante que se hace con razon contra la plancheta es que este aparato no se puede usar en tiempo húmedo, mientras que con el teodolito se puede trabajar aun durante una lluvia lijera, en caso necesario. No pesa ésto tampoco en Grecia, por que en este país es mui raro que llueva en el tiempo que media desde Abril hasta Noviembre, i porque el aire durante esta época del año es casi siempre mui seco.

3.—No cabe duda que un teodolito pequeño es mas manejable que una plancheta, pero la cantidad total de trabajo de manipulacion es menor en el levantamiento con plancheta. Habiendo trazado tres visuales hácia un objeto i cortádose éstas en un punto, queda determinada i comprobada la posicion de este; pero si las visuales se han dirijido con el teodolito, se deben calcular primeramente tres triángulos, compensarlos por el método de los cuadros menores,—en la plancheta por el calculador,—i despues calcular las coordenadas.

Todas las tierras de cultivo se levantan segun su existencia efectiva, sin tomar en cuenta sus subdivisiones i prescindiendo del propietario. La constatacion del lejítimo propietario, a veces mui difícil, i que en muchos casos no puede hacerse sin procedimientos jurídicos, está a cargo de una comision nombrada por el Ministerio de Hacienda, la cual corre tambien con los registros fundamentales de las propiedades raices, i con el avalúo del valor i de la produccion de los fundos particulares. La seccion jeodésica pone a disposicion de esta comision copias de las secciones de levantamiento.

D.—NORMAS PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

El levantamiento topográfico recibe el *cánovas* de las secciones catastrales reducido correspondientemente i solo tiene que ocuparse de la representacion del terreno.

El levantamiento del terreno, según los principios enumerados anteriormente, debe ejecutarse de una manera tal que corresponda a las exigencias militares normales, i a las del ingeniero en el porvenir, hasta donde ésta pueda preverse.

Para conseguir este propósito, deben emplearse también en el levantamiento topográfico, escalas i métodos diferentes en las diversas partes del país.

La escala normal que basta para la mayor parte del país es la de 1:20000; solamente algunas secciones del país aisladas e importantes,—como ciudades con sus alrededores etc.,—se levantarán a la escala de 1:10000.

El terreno se representa en las hojas orijinales de levantamiento por curvas de nivel; sin embargo, se darán hachurados (13) todos los detalles que no puedan ser representados por aquel medio.

Las curvas de nivel se trazan a la vista del terreno que se trata de representar, valiéndose de puntos fijos repartidos en el terreno; debe ser el número de éstos tan crecido que quede un espacio muy reducido a la concepcion individual del topógrafo.

Las cotas necesarias para formar las zonas de nivel se obtienen:

1.º Por mensura trigonométrica de alturas. Las distancias horizontales necesarias para el cálculo de las alturas, o están

(13) Las secciones de levantamientos orijinales no se sombream; esto se hará *sin embargo* con las reducciones a la escala de 1:5000 tan pronto como se dispusiere de dibujantes competentes.

dadas en cifras por el cálculo de los triángulos, o se sacan de las hojas de las planchetas.

2.^o Por métodos taquimétricos, en terrenos planos, especialmente cuando se emplea una escala mayor de levantamiento i por consiguiente, cuando se necesitan cotas muy cercanas unas de otras.

3.^o Por barómetros aneróides, en terrenos cubiertos de bosques, habiendo diferencias considerables de altura; este método solo debe usarse para hacer interpolaciones entre puntos numerosos determinados de una manera fidedigna.

4.^o Por la fotogrametría en terrenos sin bosques, de formas características muy pronunciadas. Este método, como puedo atestiguarlo por experiencia propia, da resultados sorprendentemente buenos con un mínimo de trabajo en el terreno (14), i se podrá usar en Grecia con mucha ventaja, si se consigue reemplazar por algo mas conveniente las planchas de vidrio pesadas i frágiles. En los días de verano sobraré la luz, i solo el viento será un obstáculo para sacar buenas fotografías.

Solo en raros casos sería conveniente emplear un solo de estos métodos en el levantamiento de una sección estensa de terreno; por lo jeneral se recomienda combinarlos convenientemente, segun las circunstancias. Así, puede suceder, por ejemplo, que la mayor parte de una sección de terreno pueda ser levantada desde unos pocos puntos de estacion por medio de la fotogrametría, pero que queden algunos retazos invisibles desde los puntos que acabamos de mencionar, en cuyo levantamiento, la fotogrametría o no sería posible emplearla del todo, o no sería el método mas conveniente. En estos casos se completará lo que falta segun otro método cualquiera.

(14) El tomo XI de estas «Comunicaciones» contendrá un informe detallado sobre un levantamiento fotogramétrico de prueba ejecutado en los alrededores de Viena por órden del Ministerio de Guerra.

E.—PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCION DE LA MENSURA CATASTRAL I DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Cuando se destina un terreno de levantamiento a una «seccion de mensura», recibe como material fundamental para sus trabajos, las posiciones jeográficas de los puntos de 1.º i 2.º orden situados en este terreno i en sus alrededores.

El director de la seccion debe tratar de conocer en primer lugar, el terreno de los trabajos, i de imponerse de todas las circunstancias que puedan obrar en el levantamiento. En los reconocimientos necesarios para este fin, tendrá ocasion de resolverse sobre las escalas i métodos que deban emplearse en las partes dificultosas por levantar, i de dar las instrucciones necesarias sobre estos puntos a los oficiales que le acompañan, así como eleccion de los puntos trigonométricos, etc.

Enseguida se hace la dotacion con puntos fijos a las hojas de levantamiento, los que se han determinado en parte trigonométricamente i en parte por poligonacion. Las operaciones en el terreno ocuparán por regla jeneral todo el verano i otoño, i los cálculos i operacion de marcar los puntos, los meses de invierno i una parte de la primavera.

A principio de la estacion favorable, el mismo personal (15) con el número necesario de ayudantes pasa nuevamente al terreno para ejecutar ahí la mensura catastral i los trabajos preliminares para el levantamiento topográfico.

(15) Estas personas conocen ya mui exactamente el terreno del levantamiento, así es que no necesitan hacer reconocimiento que exigen mucho tiempo, sino que pueden comenzar luego con el trabajo definitivo, i seguir aquel procedimiento que habian notado conveniente en el año anterior, mientras determinaban instrumentalmente los puntos. Otra ventaja de esta disposicion es que los oficiales estarán seguramente contentos de la distribucion, pues harán completamente una obra.

Estos trabajos preliminares consisten en la determinacion de numerosas cotas de alturas, segun los métodos indicados anteriormente. Para esto se emplearán ordinariamente los ayudantes. Respecto a los trabajos fotogramétricos, ya hemos dicho que estos ocasionan poco trabajo en el terreno; entónces, será suficiente disponer de dos personas (16) bastante adiestradas en este método, que se adjuntarán sucesivamente, por el tiempo que sea necesario, a las diversas secciones de mensura.

En el invierno siguiente se concluyen las hojas catastrales, se determinan las superficies, i finalmente se reducen estas hojas por medio del pantógrafo de la escala catastral a la del levantamiento topográfico. Ademas, se calculan tambien las alturas medidas, se construyen las partes levantadas fotogramétricamente, i por último los resultados obtenidos se marcan en las hojas catastrales reducidas.

Ahora, si en la primavera siguiente, los oficiales pasan de nuevo al campo de mensura (17), que conocen ya mui bien, para ejecutar el levantamiento topográfico, tienen ya no solamente el cánvas completo, sino tambien un gran número de cotas de altura, i partes del terreno mas o ménos estensas levantadas fotogramétricamente, ya representadas por curvas de nivel. El oficial tiene ahora la tarea de completar en el campo la representacion del terreno sobre estas hojas. Si para ello necesita todavia mas cotas de altura, medirá éstas segun los mé-

(16) Para esto se necesitan fotógrafos mui hábiles, pues, miéntras mejores sean las imágenes, tanto mas detalles se pueden sacar de ellas. Por el contrario, la eleccion del punto de observacion corresponde al jeodesta, i por eso los trabajos fotogramétricos deben ser dirigidos por el jefe mismo de la seccion o por otro oficial esperto.

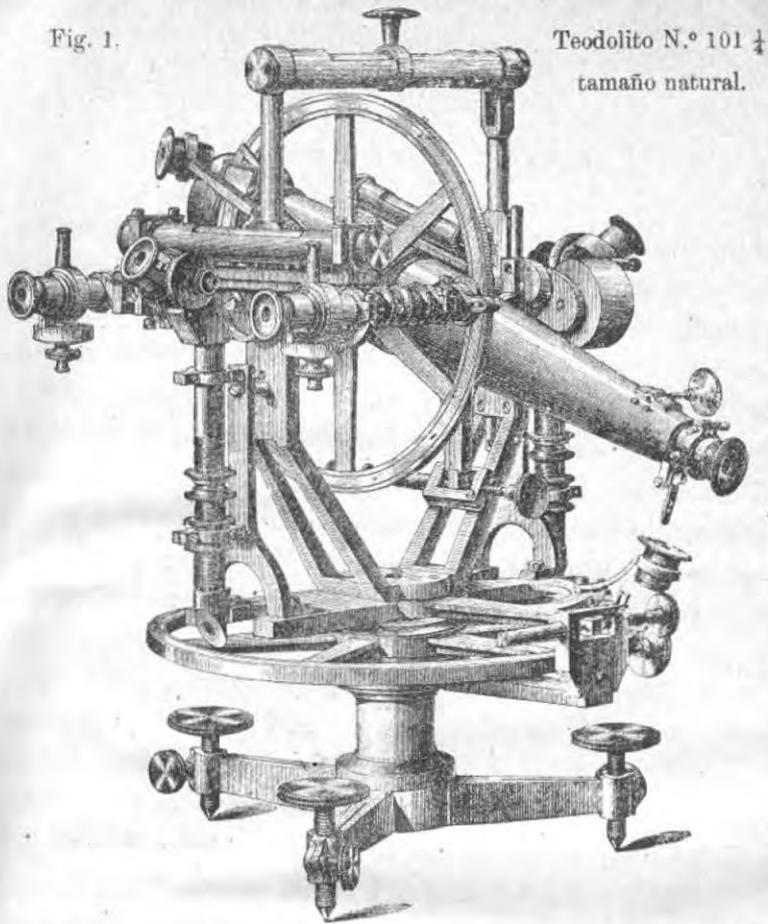
(17) Como ahora se envían de nuevo los mismos oficiales al terreno del levantamiento, se ahorra de nuevo mucho tiempo. La suma de todas estas economías, seria mui considerable en el levantamiento del reino entero.

todos convenientes, las calculará i marcará. Las partes levantadas fotogramétricamente i representadas por curvas de nivel las comparará con la naturaleza, las rectificará por mensuras singulares de alturas i los detalles que faltan los completará por hachurados.

El trabajo de invierno que entónces sigue, se limita exclusivamente al trazado en limpio; ya no hai nada que cambiar ni en las curvas de nivel, ni en las hachuras, porque todo ésto fué marcado cuidadosamente en el campo a la vista del terreno por representar.

A este procedimiento en los trabajos algunos talvez harán el reproche que al topógrafo le toca aquí mas el papel del jeómetra que el usual del dibujante. Pero yo soi de opinion que la capacidad de dibujar cróquis fieles del terreno segun algunos puntos dispersos, que correspondan a los fines del ingeniero, es mucho mas raro de lo que se supone comunmente. Sucede en ésto lo mismo que con los retratos. Pocos poseen esta habilidad a consecuencia de un talento natural; algunos la adquieren despues de muchos años de ejercicio, i muchos no la alcanzan nunca a pesar de todos los esfuerzos. Es mucho mas fácil aprender a conocer la construccion i el manejo de los instrumentos topográficos sencillos; con estos aparatos al dibujante ménos hábil le será dado obtener levantamientos excelentes del terreno. Es por eso que hemos ponderado mucho mas la parte instrumental del trabajo.

Fig. 1.



Teodolito N.º 101 $\frac{1}{4}$
tamaño natural.



Tripode de los Teodolitos N.º 101 i 110.

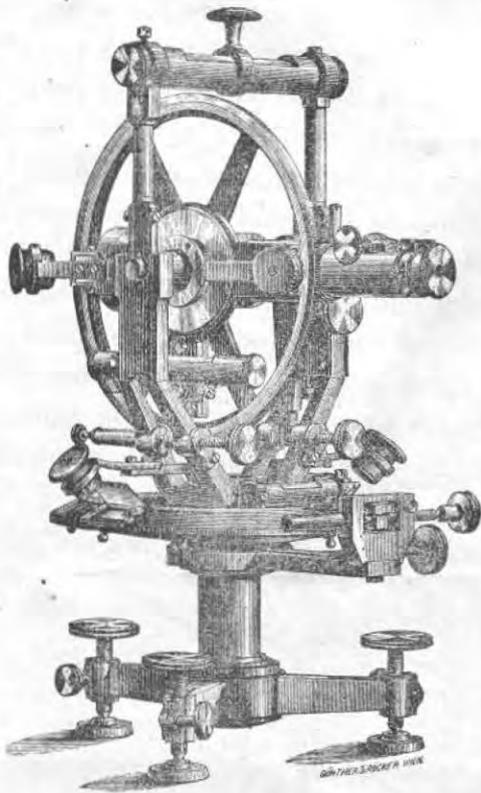


Fig. 2.
Nr. 110 ($\frac{1}{3}$ tamaño natural).

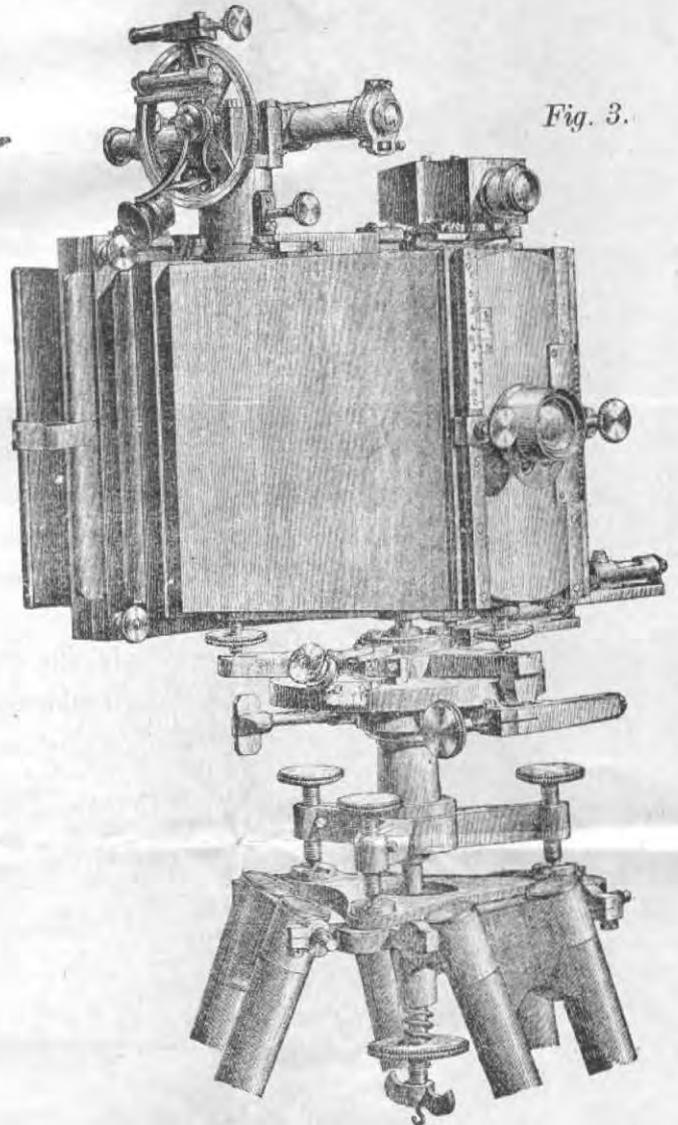


Fig. 3.