CRESPO. PARCELADOR

2-1-191

MANUAL

DEL

PARCELADOR.

POR

DON JOSE CRESPO Y OSORIO,
Ex-Comisario de Montes, Profesor de Matemáticas,
Caballero de la Militar y Nacional Orden de San Fernando, condecorado con la Honorífica de Francia y otras por accion de guerra, y Oficial retirado

Papel y lomo nuevo

MADRID.
IMPRENTA DE T NUÑEZ AMOR,
calle de Valverde, núm. 14
1862.

Es propiedad.

INDICE.

Á LOS AGRIMENSORES.

Enterados de que los trabajos empleados en los ensayos hechos en la Estadística territorial han sido desechados, nos informamos de las causas que motivaron esta reprobacion; y estando convencidos de que la falta de práctica ha sido la causa principal, nos ha parecido presentar nuestro pensamiento, sujeto á un sistema general, al mismo tiempo que sencillo, en la parte que corresponde á los prácticos; y es seguro que si las operaciones geodésicas se hacen con la exactitud que las reglas prescriben, siguiendo nuestro método en las operaciones parciales, llegará la igualacion de las dos operaciones.

Pequeño es el volúmen que presentamos, lacónica su esplicacion como puramente práctico; pero estudiando con detencion la figura 3.ª, se llegará á comprender el órden que ha de llevarse en la 4.ª para reunir en un plano las partes de que se componga, sea zona ó triángulo lo que se mida.

Desearemos que nuestro trabajo complete los deseos de nuestros compañeros.

INTRODUCCION.

Consideraciones sobre la Estadística territorial de España.

La operacion mas delicada que puede presentarse al Geómetra, es la medicion de la superficie de España en los términos que está determinado se haga. Si solo se tratase de averiguar la superficie del término de un pueblo, de una provincia, de la nacion toda, las operaciones *geodésicas* nos conducirian á un resultado aproximado; pero como al mismo tiempo ha de consignarse la superficie de todas las propiedades nacionales, de propios, comunes y de los particulares, hay necesidad de dos operaciones distintas casi á un tiempo; una, la mas difícil, que es la *triangulacion* del territorio ó término de cada pueblo, ó convertirlo en zonas ó fajas trapécicas; la otra, la mas fácil pero la de mas trabajo, es la *parcelacion* ó medida de las propiedades.

El resultado de estas dos operaciones ha de probar aquel axioma:

El todo es igual á todas sus partes juntas.

¡Se presentan tantos inconvenientes para conseguir esta exactitud!....

Los Ingenieros de mas nombradía de la Francia, despues que hubieron medido diferentes grados terrestres de longitud y latitud en el Ecuador y la estension de un grado del meridiano en Europa, por cierto que la primera operacion les salió monstruosa, emprendieron la colosal obra de la Estadística territorial, todo con motivo de establecer su sistema métrico decimal. Las comisiones de Ingenieros pusieron en práctica el sistema de triangulacion aprobado por la Direccion: los Parceladores fueron los mismos Ingenieros que habian formado la cadena de triángulos de una regular estension en un terreno llano; pero al reunir los resultados encontraron que no habian hecho nada: los objetos marcados en las operaciones geodésicas se encontraron muy distantes del sitio que debian ocupar en el gran borrador; ni una parcela se ajustó con su correspondiente. Repitieron las mismas operaciones, corrigiendo en las primeras algunos defectos en los ángulos y en la horizontalizacion de la base y con toda la precaucion en las parciales, y se encontraron al reunir los trabajos con algun adelanto.

Aquellos sábios no se desdeñaron de oir á los prácticos de mas fama de los departamentos; entonces adoptaron el sistema de zonas ó fajas trapécicas, cuyos lados paralelos, desiguales, lo eran á la equinocial. De este modo, y á fuerza de constancia y correcciones, llegaron despues de medio siglo á dar por concluida su obra.

Pues si los franceses, siendo los mas prácticos de la Europa, encontraron tantos obstáculos que vencer, ¿cómo ha de llevarse á cabo en España una obra tan grande, siendo unos jóvenes sin práctica sobre el terreno los encargados en las operaciones?

¿Por qué han salido tan descabellados los ensayos hechos en las inmediaciones de Madrid, segun nos han informado y se dice de público?

¿Consiste en los Parceladores?

No podemos convenir que en ellos recaiga una falta tan grave, que tanto perjuicio ha causado á los empresarios, supuesto que cada seccion ó brigada tendrá su gefe y ayudantes para advertir á los operarios prácticos cualquier defecto que observasen. ¿No les esplicaron las reglas que debian seguir? ¿Consiste en la primitiva operacion? ¿Se hicieron todas las correcciones establecidas por la Geodesia? ¿Seguirán los mismos gefes aprendiendo para enseñar á los recien salidos de la escuela?

Noticiosos nosotros que los ensayos se iban á proseguir por cuenta del Gobierno de S. M., y que la junta necesitaba Geómetras, deseando utilizar nuestros conocimientos, aunque escasos comparados con los de los señores Ingenieros, y con el santo fin de auxiliar á nuestro corto sueldo de retirado, nos presentamos por conocimiento de un amigo gefe de brigada, segun se nos dijo; y despues de las preguntas que le pareció hacernos sobre el asunto y de haberle contestado estar al corriente, pues debia estarlo el que por órden superior habia medido la provincia de Murcia y los montes de Castellon dando su altura sobre el nivel del mar, etc., etc., nos enseñó un borron triangular hecho de cualquier modo; regularmente seria para que nos admirase su obra. Pero la conclusion de nuestra entrevista fué lo mas singular.

—Si Vd. quiere ir á parcelar, nos dijo, se le darán diez reales.

¡Esto debió ser una burla hecha á nuestra situacion!....

Ese jornal podrá ser una gracia para esos pobres jóvenes que salen de la escuela con deseos de aprender, pero no para un Geómetra.

Es imposible que un Gobierno sábio consigne diez reales á un Geómetra que desde que se ven los objetos por la mañana hasta que desaparecen por la noche no deja los instrumentos de la mano, é invierte la mayor parte de la noche para poner en limpio los trabajos del dia.

Las faltas del médico no pueden castigarse, porque no se pueden justificar.

Las del militar se castigan con todo el rigor de la ley, y las de los encargados de las operaciones de la Estadística, que tantas faltas han cometido en sus ensayos, siguen en sus respectivos cargos y con sus pingües sueldos.

Concluiremos este capítulo dejando probado que los jóvenes que han salido de la escuela para practicar no tienen culpa de los errores enunciados, y que el sentimiento que pueden tener es lo poco que han adelantado; pero el tiempo y su aplicacion les hará aprender.

CAPITULO PRIMERO.

Resultados numéricos de operaciones geodésicas

Vamos á presentar los datos que son necesarios para poner los cálculos en las operaciones geodésicas y resultados obtenidos por los franceses en sus operaciones con motivo de establecer su sistema métrico decimal:

Rádio terrestre del Ecuador á nivel del mar en metros (a).	6381298
Su log.	6 3200072
Rádio terrestre del polo á nivel del mar en metros (b).	6370752
Su log.	6.8087474
Rádio terrestre á nivel del mar considerando la tierra esférica y dedicando $\frac{a-b}{2}=\rho=\vee(d)$ en metros	6366198
Su log.	6.8038804

Estension de un grado sexagesimal suponiendo la tierra esférica, en metros. .	111111,111111
Estension de un grado centesimal del Ecuador, metros.	100149,87
Su log.	5.0006503
Estension de un grado centesimal de la meridiana en el Ecuador, metros. . .	99552,32
Su log.	4.9980514
Estension de un grado centesimal de la meridiana á la latitud de 50° centésima, metros.	100000
Cien veces el grado medio á la estension del cuadrante de la meridiana desde el Ecuador al polo, en metros.	1000000

A la diezmillonésima parte de este arco le llamaron metro, que equivale á 3 piés, 7 pulgadas y 9,66 puntos de nuestra vara de Búrgos.

CAPITULO II.

Metros que corresponden al grado, minuto, etc.

Por los resultados que anteceden sabemos que el rádio, ó sea $\varphi = r$, y la circunferencia, ó su mitad que representaremos por π (pi)$= 1:3.1415996 = 1:31416$, y su longitud 0,4971468. Formando la proporcion entre rádios y circunferencias, resulta que la estension lineal próxima de un minuto sexagesimal en metros es $\frac{111111.111111}{60} = 1851,85$ metros=2215,59 varas.

Si se quiere en minutos decimales, será:

$(\vee') = \frac{200000}{\pi} = 366.198$ Su log $= 3.8038801$

Si en segundos decimales, $(\vee'') = \frac{2000000}{\pi} = 636619\ 8$

Si en minutos sexagesimales, $(\vee') = \frac{10800}{\pi} = 3437.7468$

Si en segundos sexagesimales, $(\vee'') = \frac{648000}{\pi} = 206264.8$

CAPITULO III

Sobre la latitud y longitud geográfica

Altura de latitud. Es indispensable saber la altura de latitud N. del punto donde se opera para determinar las distancias de un meridiano á otro y la convergencia de estos, ó sea la inclinacion de estos hácia el polo, donde concurririan continuándolos.

Es evidente que si á la equinocial, círculo máximo de la tierra, se le consideran otros círculos menores equidistantes, irán siendo menores á proporcion que se aproximen al polo de la tierra. El averiguar la distancia de estos paralelos será el objeto de este capítulo. Como para el objeto que nos ocupa es igual hacer uso de la division decimal que de la antigua, hemos preferido esta por mas usada para formar la tabla de latitudes y longitudes que desde 4° á los 90° van señaladas las distancias en metros, segun la altura ó latitud.

Para construir esta tabla nos hemos servido de los resultados puestos en la tabla (2), formando la siguiente:

Seno total : seno 2° de latitud del paralelo : : la periferia de la equinocial : al lado del paralelo, ó 1° de la equinocial : á un grado del paralelo : : el rádio de la equinocial : á un grado del paralelo.

Hallados los grados, minutos y segundos del modo dicho, fácil es determinar los metros que hay de un meridiano á otro en cualquier punto donde se haya de operar; es del modo siguiente:

Redúzcanse los minutos que acompañan á los grados y añádanse al producto los segundos que acompañan, y será el tercer término de una proporcion, el segundo los metros del grado 111111.11, el primero los segundos de un minuto=3600″

Ejemplo. Se desea saber á los 40° de latitud la distancia que hay de un paralelo á otro.

Los 40° tienen á su derecha 46′ 11″; reducidos es 4,6×60+11=2771″ luego

$$3600'' : 111111.11^{m} :: 2771'' : 85594.69.$$

Del mismo modo hallaremos los pequeños paralelos desiguales; mas adelante hablaremos de este asunto, que será de suma utilidad.

Tabla de latitudes y longitudes

POLO 0°	′	″	Distancia entre los meridianos. *Metros.*	POLO 0°	′	″	Distancia entre los meridianos *Metros.*	POLO 0°	′	″	Distancia entre los meridianos *Metros.*
		1	30,86	69	21	1	38919,75	34	49	57	92491
		2	71,73	68	21	59	40702.84	33	50	32	93580,25
		3	92,55	67	22	57	42480,55	32	51	6	94628,32
		4	123,45	66	23	55	44220,12	31	51	26	95246,91
		5	154,34	65	24	53	46080,25	30	51	59	95982,65
		6	185,98	64	25	50	47839,57	29	52	30	97272,22
		7	216,05	63	26	47	49598,75	28	53		98148,15
		8	246	62	27	44	51358,02	27	53	29	99043,21
		9	277,77	61	28	40	53086,42	26	53	57	99907,41
		10	308,84	60	30		55555,55	25	54	24	100469,96
		20	617,28	59	30	55	57253,11	24	54	50	101543,21
		30	925,90	58	31	49	58916,97	23	55	16	102067,09
		40	1234,56	57	32	42	60555,55	22	55	32	103055,55
		50	1543,21	56	33	34	62160,54	21	56	2	103765,43
		60	1851,85	55	34	26	63745,45	20	59	24	104144,44
89	1	2	1913,58	54	35	18	65370,43	19	56	46	105123,18
88	2	5	3858,02	53	36	10	66775,31	18	57	6	105740,74
87	3	1	5771,60	52	37	2	68580,24	17	57	24	106296,29
86	4	9	7685,90	51	37	53	70154,34	16	57	49	106851,86
85	5	11	9598,78	50	38	44	71728,40	15	57	58	107337,94
84	6	13	11512,33	49	39	38	73221,04	14	58	14	107839 50
83	7	15	13425,93	48	40	24	74753.08	13	58	30	108333,33
82	8	17	14753,95	47	41	9	76903,70	12	58	44	108765,43
81	9	19	17259,09	46	41	55	77651,33	11	58	57	109146,66
80	10	20	19135,79	45	42	40	79012,35	10	59	8	109506,17
79	11	20	20987,66	44	43	24	80370,47	9	59	18	109783,95
78	12	19	22800,22	43	44	7	81677,53	8	59	27	110092,62
77	13	47	24320,96	42	44	49	82993,82	7	59	35	110337,50
76	14	15	26388,87	41	45	30	84259,25	6	59	42	110555,53
75	15	13	28178,98	40	46	11	85524,69	5	59	47	110709,87
74	16	11	29969,14	39	46	50	86728,37	4	59	51	110833,33
73	17	9	31759,25	38	47	29	87832,10	3	59	55	110956,79
72	15	17	33559,34	37	48	7	89104,94	2	59	57	111018,52
71	19	35	35337,47	36	48	45	90277,78	1	59	59	111080,25
70	20	3	37179,59	35	49	22	91419,74			1	+ 30,86
								1° eq. cial			111111,11

CAPITULO IV.

Modo de formar las zonas y hallar los paralelos.

Por el capítulo III hemos visto con la facilidad que se halla la distancia entre dos meridianos, dando los grados, minutos y segundos de latitud; pero como no todas las alturas se hallan en la tabla, y á los paralelos de las zonas que se ponen se les han de dar distancias acomodadas al terreno y que la vista simple descubra los ángulos marcados, es menester buscar éstas distancias.

Veamos la formacion de estas zonas ó fajas, y cómo hallaremos el paralelo menor por la noticia del mayor, y la declinacion de los meridianos al polo.

Ejemplo. Como puede pedirse un paralelo á cuyo número de grados de latitud no acompañen minutos, convendrá reducir los grados á segundos y compararlos con el inmediato mayor, como si á los 40° de latitud se pidiese el paralelo que le pertenece. A los 40° 46′ 11″ hay de paralelo 85524,69m, cuyos grados y minutos forman

146771″, y los segundos de los 40° son 144000″; luego

$$146771'' : 85524{,}69^{m} :: 144000 : 83910^{m}$$

Estos metros se darian al paralelo.

Problema. Ha de formarse una zona á los 40° de latitud cuyo lado ó paralelo mayor tenga 1009ᵐ, la meridiana 865 ᵐ; ¿cuántos metros tendrá el paralelo menor?

Para esto tomaremos los paralelos 40° 46′ 11″ y 41° 45′ 30″ tomando por divisor al 1°, y será:

$$85594{,}69 : 84259{,}25 :: 1009 : 993\ 37^{m}$$

El cuarto término serian los metros del paralelo menor. Luego $1009-993{,}37=\frac{15{,}63}{2}=7{,}51^{m}$, declinacion de las meridianas contiguas.

En la figura primera se demostrará lo dicho prácticamente.

Si se quiere saber á los segundos de latitud que entre los 40° y 41° corresponden las distancias determinadas 1009 y 993,37, se formará la siguiente:

$1851{,}85^{m} : 60'' : 1009 : 32{,}69''$ y $1851{,}85 : 60'' :: 993{,}37 : 32{,}18$, la prueba es que 1″ vale $30{,}56^{m}$; luego $32{,}69\times30{,}86 = 1008{,}8$ y $32{,}18\times30{,}86 = 993{,}07$.

Aunque las reglas que hemos seguido carecen del rigor geométrico, sin embargo llenan el objeto en la práctica sobre el terreno; los cálculos trigonométricos darian las distancias mas aproximadas, pero seria muy penoso en el campo tratar con los logaritmos. Mas el Ingeniero puede ir preparado de tablas construidas, supuesto que un segundo de latitud contiene $=30{,}86^{m}$ y el minuto de $1851{,}85^{m}$.

Formar las zonas. Lo primero es trazar la meridiana del punto donde se ha de operar.

Sea *H* (*fig.* 1.ª) el sitio elegido para señalarla; desde *H* que hemos de suponer ya trazada se coloca un jalon en *D*, ó donde el Ingeniero vea conviene, de modo que pueda distinguirse con la simple vista. Desde *H* levanta la perpendicular *H B*.... y prolongarla por la parte opuesta *H A* hasta donde le convenga: la línea *H g A* debe tocar los límites del término del pueblo que se ha de medir. Levantando en *g* y *A* las perpendiculares *A b*, *g F*, trazar, el paralelo *F D b*, que prolongará á uno y otro lado cuanto quiera. Si el lado *g F* es=*H D*, lo será *H g* á *F D*; *A b*=*H D*, y *A H*=*b D*.

Si la zona tuviese, por ejemplo, una legua de 20.000 piés burgaleses, esto es, 5555,5 metros, y quiere dentro de ella formar triángulos, solo podrá trazar un equilátero en el punto *H* de la meridiana; los demas no lo serán á causa de que cuantas meridianas se tracen en la zona, como la *A c*, *g e*, no pueden ser paralelas á la *H D*. El operario puede calcular el lado que ha de dar á los triángulos en la *g A*....., á fin de que los triangulos, si los quiere formar, salgan aproximados al equilátero: de este modo le serán mas fáciles los cálculos.

Dos meridianos, *H D A C*, forman una zona trapecia, cuyos lados *C D A H* serán paralelos, partes de los paralelos terrestres.

En el capítulo anterior hicimos ver la diferencia entre los paralelos *A g*, *e c*; esto es, $1009-993,37=\frac{15,62}{2}=7,81^{m}$, es decir, que *b c*=7°81=*E F* metros.

CAPITULO V.

Medicion de los términos de los pueblos de poca estension.

Los términos de los pueblos de poca estension se pueden medir por su perímetro, haciendo uso del grafómetro ó de la plancheta. Vamos á hablar del primero, que es mas delicado de manejar que el segundo por la observacion y valuacion de los ángulos.

Sea la *A D C D*, etc. (*fig.* 2.ª), una posesion ó término reducido de un pueblo el que haya de medirse primero en su totalidad.

Tómese por punto de partida el ángulo *A*, del cual se ha marcado de antemano la meridiana *A G*. Tómese por base la *A B*, nivélese, valúense los ángulos *A I H*, *A H G*, *A G F*, *A E F*, *A D E*, *A C D*, A *B C*. Para llegar á este estado se tienen marcados con jalones los siete ángulos.

Medida la base *A B*, se anotan los 530 metros que tiene; en *B C D* ....., etc., se hace la misma operacion: concluida de dar la vuelta se traslada al borrador, sujetándose en ángulos y líneas á un buen trasportador y esperimentada escala. Preparado asi el plano se tiran las lineas *A H*, *A G*, *A F*, *A E*, *A D*, *A C*, cuyos ángulos podrán resolverse por trigonometría, teniendo cada uno por datos dos ángulos y un lado, ó dos lados y un ángulo.

Si desde *B* se quiere hacer la misma operacion, se proyectarán otros triángulos, que podrán resolverse como los anteriores para prueba; pero en este caso se ha de deducir del triángulo *B D E* el valor del *B C D*, que se tomó fuera de la posesion.

Para señalar las quintas, huertas, jardines, etc., cuando se marcha midiendo el contorno, se graduan los objetos desde los ángulos *C D*, *H I*......, etc.

Tambien puede hacerse esta operacion sin verse todos los ángulos; será suficiente ver los adyacentes de cada uno, supuesto que levantado el plano con sumo cuidado quedarán marcados los ángulos como antes, como en el natural. Lo principal es la observacion de los ángulos; una pequeña equivocacion daria un grande error.

CAPITULO VI.

De la medicion con plancheta.

La misma posesion se puede medir con el instrumento llamado *plancheta*; es mas sencilla la operacion, pues se reduce á colocar el instrumento en el ángulo *A* de la base *A B* (*fig.* 2.ª) de modo que la base formada en el papel que ha de sujetar el bastidor del tablero coincida exactamente con la señalada sobre el terreno: la base del papel ha de tener las partes de la escala que representen las de la base *A B* del terreno. Colocado el instrumento en *A*, bien horizontal, valiéndose para esto de un nivel de aire colocado en dos puntos diferentes del tablero. Si se hace con dos niveles á un tiempo, será mejor por la brevedad. Para proyectar las líneas sobre el tablero se tiene una alidada con sus pigunlas en los estremos, se dirigen desde *A* á los ángulos *H* G *T*, visuales, etc., cuidando de que el pelo de las pigunlas cubra perfectamente los jalones colocados en los ángulos. Concluida la operacion en *A* se traslada el instrumento al estremo *B* de la base, y con todas las precauciones tomadas desde *A* se proyectan con la alidada las líneas *B I*, *B H*, *B G*......, etc., que serán proporcionales con la base medida *A B*, y que será fácil medirlas, así como los triángulos formados desde *A* ó *B*, para lo cual se levantaran las perpendiculares *i I*, *h H*, *g G*, *f E*, *e D*, *c C* y *b B*.

Los objetos notables del terreno se señalan en la plancheta con la alidada dirigiendo dos visuales desde los estremos *A* y *B* que concurran en los objetos observados, etc.

CAPITULO VII.

De la medicion por el sistema gráfico.

La misma figura vamos á medir del modo mas breve, fácil y llano, sistema que deben seguir los Parceladores de la Estadistica territorial, único que pondrá de manifiesto la superficie de las propiedades que contenga la triangulacion ó las zonas ó fajas. Permítasenos ser un tanto prolijos en la esplicacion de esta operacion, pues no todos los jóvenes encargados en las medidas parciales estarán al corriente de este método; llamarémosle gráfico.

Sea la figura 3.ª igual, como lo es, á la 2.ª; la línea *A g* la meridiana, base general de la direccion en todas las operaciones geométricas en mayor ó menor escala.

El instrumento llamado *escuadra de agrimensor*, bien repartido, es suficiente; puede ser un círculo de tres ó cuatro clases de maderas sólidas, unidas con la hebra cambiada; la superficie ha de ser de madera blanca; en ella hay un rebajo, y su circunferencia está dividida en 360 partes ó en 400; en el centro tiene una alidada con sus dos pinulas y sus pelos; esta alidada se mueve sobre su centro, y en los estremos tiene señaladas las partes + 1 de 9/10 para que sirva de nonio cuando convenga. Otras dos pinulas fijas están en el limbo del instrumento; y como tiene marcados los cuatro cuadrantes, la alidada se pone á escuadra con facilidad. Con esta especie de grafómetro se miden los ángulos si hay necesidad. Este círculo tiene debajo una pieza de madera fuerte con un orificio á rosca, en el que entra una espiga colocada sobre un asta; esta, desde su base, ha de ser de un metro hasta la anilla que sujeta la espiga ó macho espiral.

La medida debe ser una cinta preparada, que es la que menos pandea; la tirada no debe pasar de diez metros.

La cinta al tenderla ha de estar tirante y horizontalmente colocada. (1)

El operario debe cuidar de que el porta-cadena no salga de la línea elegida, avisándole cuando no esté en línea con el punto de mira ó direccion con la palabra *¡derecha!* ó *¡izquierda!*

Enterados del órden que deben llevar en la marcha, se da principio á la operacion desde el punto de partida *A*, tomando por direccion la meridiana *A G*; en llegando al punto *a* se cambia de direccion, levantando la perpen-

(1) Sabemos que los Parceladores en el término de Vallecas, la cinta de acero de que usan la tienden sobre la superficie, aun cuando suban ó bajen cuestas. Parece imposible que esto suceda entre los Geómetras escogidos.

dicular *a B*; es escusado decir que á la cabeza de cada línea medida se anotarán los metros que haya tenido. Llegado al ángulo *B* se coloca el instrumento de modo que la visual dirigida desde *B* hácia *a* coincida con esta línea y con la mira y contramira que antes de medida debe haberse tomado; asegurado así levanta la *B b*, perpendicular á la *a B*, paralela á la *A G*.

Tanto el punto *a* como el *b* se encuentran tanteando, atrasando ó adelantando el instrumento, hasta encontrar á escuadra los puntos *B* y *C*. En *C* se levanta la *C c*, punto que se halla como los *a b*; desde *c* se levanta la *C D*; pero en llegando á *d*, se levanta la *d E*; desde *E* se levanta la *E e*; de *e* la *e F*; desde *n* la *n G*; desde *G* se baja la *G g*, y de *g* se sale con la *g H*. Bájese con la *H I* paralela á la meridiana. Desde *I* éntrese con la *I i*, donde encontrará la meridiana; mídase de *i* á *a* (por curiosidad) y se ha concluido la operacion, teniendo en cuenta la pequeña base *n T* y la *mo*.

Falta determinar los paralelógramos del centro. Estos se señalan con una oculta *b o*, *c o*, *e o*, para indicar con el *o*, que son lados de los paralelógramos que vamos á declarar.

B b es base del $B\,b \times B\,a$; *C c* base de la altura $a\,B + b\,c$, *d E* base de la altura $a\,B + b\,c + c\,d$, *e n* base de la altura *n G*; *i I* base de la altura *I H*.

Todo preparado así se principia á formar la cuenta, poniendo á cada figurilla su número, ajustada que sea. Es como sigue: (Nota 1.ª)

Figuras.		Metros.
1.ª	$^1/_2$ $A\,a$ 30$\times$$a\,B$ 505=	3 28 95
2.ª	$^1/_2$ $b\,C$ 95$\times$$B\,b$ 225=	1 54 37,5
3.ª	$^1/_2$ $C\,c$ 280$\times$$C\,D$ 120+$d\,D$ 195= . .	5 43 00
4.ª	$^1/_2$ $d\,D$ 125$\times$$d\,E$ 380=	2 37 50
5.ª	$^1/_2$ $e\,E$ 300$\times$$e\,F$ 270=	4 05 00
6.ª	$^1/_2$ $n\,F$ 30$\times$$n\,G$ 445=	66 75
7.ª	$^1/_2$ $G\,g$ 205$\times$$H\,G$ 320=	3 28 00
8.ª	$^1/_2$ $o\,m$ 30$\times$$H\,I$ 630=	1 03 50
9.ª	$^1/_2$ $I\,i$ 345$\times$$I\,A$ 520=	8 97 00
10.ª	$A\,B$ 505$\times$$B\,b$ 325=	16 41 25
11.ª	$a\,B$ 505+$b\,C$ 95$\times$$c\,d$ 280=	16 80 00
12.ª	$a\,B$ 505+$b\,c$ 95+$c\,d$ 120$\times$$d\,E$ 380=	24 70 00
13.ª	$c\,n$ 240$\times$$n\,G$ 445=	5 88 00
14.ª	$H\,I$ 630$\times$345=	21 73 50
	114 hectáreas, 16 áreas y 12 centiáreas=	114,16,12

CAPITULO VIII.

Medidas que se usan en las provincias y su reduccion á metros cuadrados.

Como la obra de la Estadística territorial será muy duradera, y á medida que ensanche el círculo de los instruidos en los ensayos que tanto tiempo hace se están practicando, tendrán que tomar parte en los trabajos secundarios todos los Agrimensores de las provincias que tengan conocimientos suficientes para la práctica; y como hay en las provincias tanta diversidad de medidas agrarias, nos ha parecido conveniente poner una relacion de los nombres que en cada una se da á la fanega, varas cuadradas de que constan, metros cuadrados á que equivalen, etc.; y para mas comodidad en los cálculos, pondremos los números proporcionales con el metro cuadrado, la vara, etc., para que por una regla de tres se hagan las reducciones.

En la nota de la página 27 dijimos que la cinta de acero la estendian los Parceladores ciñendo la superficie aunque subiesen ó bajasen cuestas. Con el que nos dió esta noticia avisamos á un Parcelador, y convencido del error que cometian enmendaron las tiradas, colocando la cinta lo mas horizontalmente posible Algo se habrá adelantado.

PUEBLOS.	Nombre que dan á las medidas.	Término constante.	Números proporcionales en el metro cuadrado.	Varas cuadradas que dan á la fanega.	Metros cuadrados de que constan.
Almeria.	Fanega.	10000	6987.385	:: 9216	6439.5740
Id.	Tahulla.	»	»	:: 1600	1177.9816
Avila.	Fanega.	»	»	:: 5625	3930.4040
Id.	Id. de puño.	»	»	:: 6000	4192.4310
Id.	Aranzada de viñas.	»	»	:: 6400	4471.9264
Id.	Peonada prado.	»	»	:: 5600	3912.9632
Albacete.	Fanega.	»	7005.69	:: 1000	7005.6900
Alava.	Id.	»	7098.6710	:: 3572	2510.6443
Alicante.	Jornal.	»	5317.44	:: 5776	4804.1533
Badajoz.	Fanega.	»	6987.385	:: 9216	6439.5740
Búrgos.	Id.	»	»	:: »	»
Barcelona.	Mojada de 202 cañas cuadradas.	»	24180.25	:: 2025	4896.5006
Baleares.	Cuartera.	»	7707.4	:: 9216	7103.1185
Id.	Destre.	»	19.2684	:: »	17.7578
Cáceres.	Fanega.	»	6987.385	:: »	6439.5740
Cádiz.	Id.	»	»	:: »	»
Córdoba.	Id.	»	»	:: »	»
Cuenca.	Id.	»	»	:: »	»
Ciudad-Real.	Id.	»	»	:: »	»

PUEBLOS.	Nombre que dan á las medidas.	Término constante.	Números proporcionales con el metro cuadrado.	Varas cuadradas que dan á la fanega.	Metros cuadrados de que constan.
Coruña.	Ferrado.	40000	7106.49	:: 900	639.5841
Castellon.	Fanegada de 200 brazas cuadradas.	»	6987.385	:: 1189	831.0964
Id.	Jornal ó cahizada de 1200 brazas cuadradas (9 palmos valencianos).	»	»	:: 7136.53	4986.5683
Canarias.	Fanega.	»	»	:: 7511.111	5248.3095
Granada.	Id.	»	»	:: 9216	6439.5740
Guadalajara.	Id.	»	»	:: 4444.8	3105.5064
Gerona.	Vesana de 900 canas cuadradas.	»	3596.96	:: 2187	4333.
Guipuzcoa.	Fanega.	»	7005.69	:: 4900	3439.7854
Huesca.	Id.	»	5959.84	:: 1200	715.1808
Huelva.	Id.	»	6987.885	:: 5280	3689.3392
Jaen.	Id.	»	6987.3816	:: 8963	6262.7812
Leon.	Encina.	»	»	:: 1341.44	939.4135
Id.	Id. de regadío.	»	»	:: 836.22	625.2228
Lérida.	Jornal.	»	24214.56	:: 1800	4358.0448
Logroño.	Fanega.	»	6987.3747	:: 2722	1905.9626
Madrid.	Id.	»	6987.3816	:: 4900	3425.8121

Málaga.	Fanega.	10090	»	:: 8640	6037.0591
Murcia.	Id..	»	6987.385	:: 9600	6707.8768
Id.	Tahulla.	»	»	:: 1200	838.4862
Orense.	Fanega.	»	»	:: 900	628.7946
Oviedo.	Dia de bueyes.	»	»	:: 1800	1257.5892
Palencia.	Obrada.	»	»	:: 7706.0466	5383.1876
Pontevedra.	Ferrado..	»	»	:: 900	698.7946
Pamplona.	Robada.	»	6141.67	:: 1488	895.4560
Salamanca..	Fanega.	»	6987.385	:: 9216	6439.5740
Santander.	Id..	»	»	:: »	»
Segovia.	Id..	»	6141.9445	:: 6400	3930.3965
Sevilla..	Id..	»	6987.3705	:: 8508	5944.8548
Soria.	Id..	»	6987.7705	:: 3900	2235.9586
Toledo.	Fanega de 500 estadales.	»	5871.3331	:: 8000	4697.0665
Id.	Id. de 400 id.	»	»	:: 6400	3787.6509
Teruel.	Fanega.	»	6987.372	:: 1600	1117.9795
Tarragona..	Fanega de 2500 canas de rej.	»	24336	:: 2500 canas	6081
Valladolid.	Obrada.	»	6987.4782	:: 6666.66	4658.3141
Valencia..	Fanegada.	»	6987.385	:: 1189	831.0964
3 Vizcaya.	Peonada.	»	6987.373	:: 544.444	380.2976
Zaragoza.	Cuartal.	»	5959.84	:: 400	338.3936
Zamora.	Fanega.	»	6987.3708	:: 4800	3353.2380

Con la precedente tabla será fácil al Agrimensor reducir la medida del pais donde opere á metros, sabidas las varas cuadradas que dan á la fanega. Por manera que en Soria, por ejemplo, le dan á su fanega 3200 varas cuadradas, que equivalen á 2235.9586 metros cuadrados.

Luego 2235.9586 : 3200 : : X : 10000 y

10000 : X : : 3200 : 2235.9586 metros cuadrados.

Y pues en toda proporcion geométrica el producto de los estremos es igual al de los medios, fácil será hallar el valor de X con esta:

3200 : 2235.9586 : : 10000 : 6987.3706,

número proporcional con los metros cuadrados de la fanega de Soria.

Por lo que pueda interesar á los jóvenes empleados en la Estadística, que nada tiene de estraño que se les ofrezca, vamos á proponer un problema análogo al asunto que nos ocupa:

Problema. Si dando el primer término y último de una proporcion 10000 y 6439.574m, y la diferencia del segundo y tercero, número proporcional con el metro cuadrado, 2298.615, plantaríamos la cuestion suponiendo por X el término menor de los dos medios y el mayor por X+la diferencia dada, y seria 10000:X::X+2228.615:6439.574.

Multiplicando los estremos y los medios, tendremos esta ecuacion:

$$X^2+2228.615X=64395740$$

Para resolverla:

$$(2228.615)^2=4966724.818225.$$

El cuádruplo del tercer término de la ecuacion es:

$$257582960,+4966724.818225=$$
$$\sqrt{262549684.818295}=16203.385 \left\{ \frac{18432}{9216} \right.$$
$$-\text{el coeficiente de } X(+)2228.615$$
$$= \quad 13974.770$$
$$\text{Su mitad } (+)6987.385$$

Número proporcional con el que buscamos, valor menor de X.

Para determinar el segundo valor de X, súmese la raiz 16903 385 con el coeficiente de X, y de la suma 18432 tómese la mitad=9216 varas cuadradas que se dan á la fanega, tercer término de la proporcion, segunda $\sqrt{}$ de X. (Véase Almería.)

Si el coeficiente de X(+)2228.615 se suma con el número proporcional primer valor de X(+)6987.385, será la suma 9216, segundo valor de X.

Nota. No se ha igualado la ecuacion á cero porque en este método tan sencillo no se necesita.

CAPITULO IX.

Tabla de las alturas de latitud de las ciudades y pueblos principales de España.

No deben dudar los Ingenieros y operarios de la Estadística la altura de latitud de las principales poblaciones de España, para que en los planos conste la latitud del lugar y la longitud con arreglo al meridiano de Madrid.

Con este fin hemos puesto la siguiente tabla:

	Altura.			Diferencia del tiempo.			
	0°	′	″		H.	M.	S.
Albarracin	49	52	»	L.	»	10	16
Alcalá de Henares	40	98	»	L.	»	1	48
Alicante	35	31	»	L.	»	14	8
Andújar	38	2	»	P.	»	2	20
Antequera	37	34	»	P.	»	10	»
Almeria	36	57	»	P.	»	5	4
Astorga	42	28	»	P.	»	10	14

	Altura.			Diferencia del tiempo.			
	0°	′	″		H.	M.	S.
Avila.	40	45	»	P.	»	3	44
Aveso.	40	39	»	P.	»	23	12
Badajoz.	38	43	»	P.	»	15	44
Baeza.	38	12	»	P.	»	»	12
Barcelona.	41	26	»	L.	»	25	20
Bilbao.	43	34	»	L.	»	9	48
Búrgos.	42	26	»	P.	»	»	40
Cádiz.	36	36	»	P.	»	12	8
Castellon	39	58	»	L.	»	14	48
Calahorra.	41	18	»	L.	»	8	8
Canarias.	28	»	1	P.	1	1	20
Cartagena	37	51	»	L.	»	11	36
Ceuta.	35	21	»	P.	»	9	40
Ciudad-Real.	39	2	»	P.	»	2	16
Coimbra.	40	11	»	P.	»	22	40
Compostela.	49	56	»	P.	»	23	56
Córdoba.	38	»	»	P.	»	7	36
Cuenca.	39	48	»	L.	»	6	40
Dénia.	39	»	»	L.	»	14	26
Ecija.	37	35	»	P.	»	6	37
Elche (Valencia).	38	29	»	L.	»	13	36
Escorial.	40	34	»	P.	»	1	20
Evora.	38	30	»	P.	»	20	»
Fuenterrabía.	43	46	»	P.	»	2	20
Gerona.	42	»	»	L.	»	27	52
Granada.	37	30	»	L.	»	2	56

	Altura			Diferencia del tiempo			
	0°	′	″		H.	M.	S.
Guadix.	37	56	»	L.	»	3	8
Huesca.	42	40	40	L.	»	14	40
Jaen.	37	59	»	P.	»	1	4
Leon.	42	56	»	P.	»	7	36
Lérida.	41	54	»	L.	»	16	40
Lerma.	41	59	»	P.	»	»	8
Lisboa.	38	40	»	P.	»	24	»
Logroño.	42	44	»	L.	»	5	16
Madrid, primer meridiano.	40	25	»		»	»	»
Málaga.	36	37	»	P.	»	5	39
Mallorca.	39	35	»	L.	»	27	20
Manresa.	41	51	»	L.	»	24	»
Mérida.	38	34	»	P.	»	13	36
Mondoñedo.	43	28	»	P.	«	18	40
Monserrat (Cataluña).	41	43	»	L.	»	23	48
Murviedro.	39	47	»	L.	»	14	56
Murcia.	38	10	»	L.	»	11	20
Olivenza.	38	24	»	P.	»	16	40
Orense.	42	23	»	P.	»	24	32
Orihuela.	38	17	»	L.	»	12	»
Osma.	41	38	»	L.	»	2	52
Osuna.	37	20	»	P.	»	8	4
Oviedo.	43	25	»	P.	»	12	»
Palencia.	42	7	»	P.	»	4	24
Pamplona.	49	59	»	L.	»	10	8
Plasencia.	39	54	»	P.	»	10	8

	Altura			Diferencia del tiempo			
	0°	′	″		H.	M.	S.
Salamanca	40	56	»	P.	»	8	8
San Felipe	39	3	»	L.	»	14	59
San Sebastian	43	44	»	L.	»	8	8
Segovia	40	56	»	P.	»	1	52
Segorbe	40	20	»	L.	»	14	»
Sigüenza	41	17	»	L.	»	4	40
Simancas	41	39	»	P.	»	5	4
Sevilla	37	8	»	P.	»	11	4
Solsona	11	59	»	L.	»	22	48
Tarragona	41	8	»	L.	»	21	44
Talavera	39	26	»	P.	»	3	28
Tarazona (Aragon)	43	2	»	L.	»	9	20
Teruel	40	50	»	L.	»	11	36
Toledo	39	46	»	P.	»	1	20
Tolosa	43	30	»	L.	»	22	26
Tortosa	41	6	»	P.	»	17	52
Tuy	41	54	»	L.	»	24	»
Valencia	39	34	»	P.	»	14	40
Valladolid	41	42	»	L.	»	4	39
Ubeda	38	36	»	L.	»	»	56
Valdepeñas (Mancha)	39	1	»	L.	»	1	8
Vitoria	43	3	»	L.	»	3	52
Urgel	43	34	»	L.	»	23	4
Ibiza	38	54	»	L.	»	22	5
Zaragoza	42	28	»	L.	»	8	30
Zamora	41	48	»	P.	»	12	40

CAPITULO X.

Sobre las operaciones geodésicas.

Si las operaciones geodésicas, mas fáciles en su teoría que en la práctica, no van sujetas en todas las provincias á la direccion de la meridiana del pais con relacion á la de la capital de España, y los paralelos á la equinocial, no podrá resultar la exactitud del mapa, es imposible. Si concluida la triangulacion ó zonamiento de una grande estension, se hubiese cometido un error en el primer sistema, sujeto á tantas correcciones, las operaciones parciales, en sus resultados, estarán muy distantes de la igualdad con las generales, como llevamos dicho. Por lo mismo hemos preferido el sistema de zonas ó fajas del modo espuesto en el capítulo VI, en el que cabe tambien una triangulacion casi igual, siempre entre paralelas. Y como nuestro objeto principal es tratar de la parcelacion, nos separamos de lo perteneciente á los Ingenieros y vamos á entrar á esplicar del mejor modo posible el modo de parcelar, para lo cual hemos delineado la lámina 4.ª figurando un paralelógramo, abrazando en él 24 figuras irregulares, como generalmente están las propiedades en los campos.

Hemos supuesto que represente el término de poca estension de un pueblo cuya meridiana es $A' N$, en la que desde A se ha de tirar á ambos lados la perpendicular AO, AE. El encargado de la operacion en cada zona ó triángulo debe ser solo uno; principia á medir desde el punto A la línea AE; en B anota los 900 metros que tiene la $A\ B$ de la propiedad $A'B\ c\ d\ e\ f\ g$; desde el jalon B sigue hasta h y t, y anota 355 y 45; de h levanta 4 c. de 90 m.; desde t sigue hasta el jalon D, con 530 m., y desde D á E con 400; desde E se levanta la $E\ r$ anotando los metros que haya, así como en la $r\ n$; desde r se sigue midiendo y anotando los metros que haya entre las distancias que señalan las perpendiculares que se hayan levantado á los ángulos. No estará de mas advertir que las ocultas $s\ x\ v\ u$ son imaginarias; se han señalado con el fin de que el operario ajuste la cuenta como mas y mejor le convenga ó esté acostumbrado; lo mismo le resultará $E\ t + r\ s \times {}^1/_2\ E\ r$ y deduciendo $E\ D \times {}^1/_2\ u\ z$, que multiplicando ${}^1/_2\ T\ x \times x\ s, + \frac{v\ u + r\ E}{2} \times v\ r$, teniendo en cuenta para deducir de este último resultado el triangulillo $o\ E\ i$, y para adicionar el $T\ C\ D$.

En llegando con la operacion al punto s, tiradas las líneas $C\ D$, $D\ n$, $u\ E$, $i\ n$, $n\ m$, $m\ g$, que forman el perímetro de la figura ó lindes de ella, se escribe en el centro $\underline{1}$.

Desde s se continua la operacion entrando en la segunda propiedad con la $r\ s\ c$, paralela á la $A\ E$, saliendo á los ángulos con las alturas que sean menester, rectificando el paralelismo cuando parezca, como por ejemplo, con la $b\ B$.

Entrando en la tercera propiedad desde C, continuando la $r\ s\ c$ hasta k, punto que se busca tanteando, hasta descubrir un ángulo H que hay en la octava propiedad, mídese la *k o* y sigue la *o a* hasta la meridiana *A N*; de *a* á *t* se mide para salir al ángulo *f*; para entrar en la cuarta propiedad, continuando la *f t* hasta *h*; desde *h* se entra en la quinta propiedad hasta *T*, de donde se descubre el ángulo *P*; desde *r s c* sale al ángulo *s*. Para que la operacion esté buena ha de ser $s\,r + T\,h + h\,r + f\,t + a\,o + k\,c + c\,b + bs + s\,r = O\,E$.

Como el borrador que sobre la marcha forma el Agrimensor es arbitrario, puede en la estension de medio pliego de papel incluir muchas propiedades, parceladas de un modo casi imposible de equivocarse. No necesita el ayudante anotador en la operacion; en las horas destinadas al descanso, ó á poner en limpio los trabajos de la mañana, ó cuando mas los del dia, el mismo operario levanta su plano con mas conocimiento de causa que las notas y escala del ayudante, que pudo entender mal la voz del operario ú otra causa cualquiera, dejando á un lado esa hidra de cien bocas que no debe morder jamás á los que emprenden la carrera de la verdad.

Si para continuar con la sesta propiedad necesitase nuevo papel, no se servirá del dorso del que tiene lleno; enlazará sobre la *T P* de la figura 5.ª su nuevo borrador tirando la linea *P h a* sobre la distancia *T h*. Así irá continuando las operaciones procurando que las líneas paralelas á la *O E* sean perpendiculares á la meridiana *A N*, así como las paralelas á esta serán perpendiculares á aquella. Todo consiste en que la escuadra sea exacta; que se sujeten las líneas á puntos claros de mira y contramira; que la cinta, como ya se ha dicho, se coloque todas las veces lo horizontalmente posible; que se tome en la medida la mitad de la linde de las propiedades; que sobre la operacion se mida la anchura de los caminos y rios, así como su longitud; que un práctico labrador diga de quién son las propiedades.

Si en la operacion se presenta una colina ó profundidad accesible, al subir la cinta el porta-cadena baja la mano hasta la tierra si fuese menester, y el operario la alza hasta que la cinta esté horizontal: al bajar la pendiente se emplean los medios contrarios; pero como los que tiran de la cuerda ó cinta no pueden señalar á la simple vista el punto donde caeria la derivada, convendrá que cuando tenga que alzar el brazo para buscar la horizontal tome en la mano una piedrecita de algun peso y la deje caer libremente desde el estremo de la cinta; en donde dé la piedra, colocará la aguja.

Si se le presenta en su marcha un monte inaccesible, al llegar á su pié se varía de direccion formando la escuadra, siguiendo hasta rebasar el monte; en aquel punto vuelve á variar de direccion, tomando la que llevaba desde el monte; esto es, que la nueva línea sea paralela á la primera; rebasando otra vez el monte y levantando una perpendicular paralela é igual á la primera variacion, tendrá medida la longitud y latitud del monte respecto de la línea primera que le condujo á su pié: si llevase un grafómetro, ú otro instrumento graduado, podrá proyectar su altura.

Ajustada la cuenta de cada propiedad, la suma ha de ser igual al gran paralelógramo, menos los triángulos que las circuyen, pertenecientes á otras zonas, y menos los rios, caminos, lagos, etc.

La propiedad $\underline{18}$ la habiamos preparado con intencion de demostrar, con su irregularidad, el modo de ajustar la cuenta; pero en atencion á lo demostrado en el capítulo VII sobre la figura 3.ª, renunciamos á formar este trabajo, convencidos de la comprension del Agrimensor que vea este MANUAL.

Reunidos los borradores ya puestos en limpio con escala competente, $^1/_{100}$ por ejemplo, en donde se echará de ver con mas facilidad cualquier defecto, se corrige; y rectificados sus ángulos y lados, se reduce á menor escala, por ejemplo, á $^1/_{1000}$, á $^1/_{10000}$, segun se mande, con facilidad, valiéndose de las escalas geométricas construidas en gonómetros graduados, como la figura 5.ª

CAPITULO XI

Curiosidades sobre el círculo.

Los principiantes, en los ratos de ócio, para distraerse, suelen proponerse curiosidades; y aunque algunos no ignoren el modo de resolver los problemas pertenecientes al círculo, á la esfera y á los polígonos y poliedros inscritos y circunscritos al círculo y á la esfera, vamos á tratar en estos dos últimos capítulos de estas curiosidades, que nada perderán. El objeto es hallar números constantes que multiplicados por un número dado del rádio, circunferencia ó superficie resulte el número que se busque, considerando siempre el rádio la unidad, que representaremos por R, la semi-circunferencia por π, la superficie por S, de donde salen los seis problemas siguientes:

1.° Dando el rádio, hallar la circunferencia π.
2.° Dando π, determinar R.
3.° Dando R, determinar S.
4.° Dando S, determinar R.
5.° Dando π, determinar S.
6.° Dando S, determinar π.

Ya que se tiene por imposible hallar lo que se llama cuadratura del círculo, ó lo que es igual, la razon entre el diámetro y la circunferencia del círculo, sin embargo los Geómetras han hallado una aproximacion tal, que la diferencia es menor que una cantidad dada por pequeña que sea, pues ha habido quien la ha aproximado á 1:3 14159965......... y hasta 51 cifras decimales. Resolveremos los problemas propuestos.

1.° $3.14159265 \times 2 = 6.2831853 \times (R) = \pi$.

2.° $\frac{1}{6.2831853} = 0.159154 \times \pi = R$.

3.° $3.14159265 \times (R)^2 = S$.

4.° $0.159154 \times 2 = 0.318308 \times S = \sqrt{\text{del producto}} = R$.

5.° $\frac{0.159154}{2} = 0.079577 \times 10 = n \times \pi = S$.

6.° $6.2831853 \times 2 = 12.5663706 \times S = \sqrt{n} = \pi$.

Las espresiones constantes pueden reducirse á menos decimales, por ejemplo á cuatro, añadiendo una diezmilésima cuando la quinta cifra pase de 5, simplificacion que no influye en los resultados en un esceso reparable; asi, pues, serán suficientes las siguientes espresiones: primera, 6.2832; segunda, 0.1592; tercera, 3.1416; cuarta, 0.3183; quinta, 0.7958; sesta, 12.5664.

Si dando el rádio 7 se pide la circunferencia, será $6.2832 \times 7 = 43.9824$.

Dando la circunferencia 43.9824, hallar la superficie:

$$0.7958 \times 43.9824 = 153.9436 \text{ (Probl. 5.°)}$$

CAPITULO XII.

Curiosidades sobre la esfera.

Y pues las espresiones de la esfera provienen de las del círculo, se pueden desde luego proponer los cuatro problemas que le pertenecen, teniendo présente el siguiente

Teorema. La superficie de la esfera es el producto de su círculo máximo por el diámetro, ó cuádrupla que la superficie de su círculo máximo.

1.° Dando el rádio hallar la superficie:

$$12\,566425 \times (R)^2 = S.$$

2.° Dando la superficie hallar el rádio:

$$0.0796 \times S = \sqrt{n} = R \times 2.$$

3.° Dando el rádio hallar el volúmen:

$$4.1888 \times (R)^3 = V.$$

4.° Dando el volúmen hallar el rádio:

$$0.2387 \times V = \sqrt[3]{n} = R.$$

Desenvolvamos por principios el tercer problema.

$$\frac{12.5664}{3}=4.1888\times(R)^3=\sqrt{4.1888}=1.612\frac{1}{1.612}=0.62034739.$$

Suprimiendo tres decimales tendremos

$$0.62035\times1.612=V.,$$

y estrayendo la $\sqrt{^3}$ del producto, se tendrá para el rádio

$$0.99999999268=1.$$

Si se pidiese el rádio terrestre segun la division moderna,

$$\text{será } \frac{2}{\pi}=n\times10=R.;\ \text{esto es,}$$

$$\frac{2}{3.14159265}=0.6366198\times10=6366198 \text{ metros } (2\ (d).$$

APENDICE

La figura 3.ª se ha de considerar un polígono plano, rectilíneo, irregular, circunscrito á la esfera terrestre: pero en rigor no es plano; alguna pequeña parte de la curva terrestre debe contener en su meridiana $A\ G$ y en su paralelo $D\ c\ o\ i\ y$. La primera tiene 1355 metros, y el segundo 1190; y pues el minuto consta de 1851.85 metros, la diferencia será 496.85 y 661.85 =16″4. y 91″47. Luego 60″—16.4″=43.9″ estension de la meridiana y 60″—21.47″=38.53″ estension del paralelo.

Estas dos líneas, en el número espresado, se han considerado como una parte de la gran circunferéncia no siéndolo, pues se midieron como partes de las tangentes terrestres; luego se necesita de una correccion para que en el gran plano se ajuste al sector que le corresponde.

De lo dicho resulta la necesidad de algunas correcciones:

1.ª Reducir al centro del limbo los ángulos observados con el círculo repetidor.

2.ª Reducir los ángulos observados á horizontales.

3.ª Corregir en los ángulos observados el defecto ocasionado por la refraccion atmosférica.

4.ª Reducir los ángulos horizontales al centro de estaciones.

5.ª Medir la base, como se dijo en el capítulo VII, y reducirla á nivel del mar.

Estas reducciones y correcciones pueden tener lugar en las grandes operaciones; pero en las reducidas, como la figura 3.ª, pueden tomarse todas sus líneas como pequeños arcos medidos.

Las líneas sobre el terreno se acostumbra á medirlas con cuerda de cañamazo, esparto, cinta preparada al efecto, cinta de acero sin templar y con alambre de platino.

Cada uno de estos cuerpos tienen sus dilaciones segun la temperatura, y pandeo mas ó menos segun su peso. Estas circunstancias no debe perder de vista el Parcelador. Para los que no sepan la cantidad de ságita de la curva que forma la cuerda en cada tirada, y la dilatacion de los citados metales, vamos á manifestar el esperimento de los sabios Biot, Borda y otros.

Una cuerda que tenga 6.687240 metros (24 piés) de longitud y su peso 0.0000807872 kilógramos=(161 $^5/_6$ granos), teniendo de diámetro $^1/_{33}$ de pulgada, tirando de los estremos hasta la horizontal con un peso en el medio de

4.60080 kilógramos=(10 libras), pandea 0.002902 metros=($1\,1/2$ líneas).

Con estos datos se puede calcular el pandeo de cualquier cuerda ó cadena por la regla de cuatro proporciones directas.

El platino, en cada grado de ascenso del termómetro centígrado, se dilata 0.00000857, y el acero sin limpiar 0.00001079. Formando comparaciones, siendo 1 el largo de la cinta de platina á 10° (A) y (a) las dilataciones de la platina y acero sin templar, y $10-z$ los grados de temperatura en que la cinta ó barrita de acero es igual al metro de platina en el estado 0°. Luego (a) 0° será la longitud de la platina $1-10\,A$ y á la temperatura $(10-7)^\circ$ la longitud del acero $1-za$; así, pues, la espresion será

$$1-10A=1-z\,a$$

$$\text{Luego } z=\frac{10\,A}{a}=\frac{857\times10}{1079}=\frac{8570}{1079}=7^\circ$$

Luego $10-Z=3^0,=10^\circ-7^\circ=3^\circ$ manifiesta que la longitud de la regla de acero á la temperatura de 3° es igual al metro de platina en estado 0°.

Si medida la base resulta contener n veces á la regla de acero á la temperatura de 19°, para reducir el valor de n al exacto n', suponiendo 1 la unidad de medida, se ha empleado $1+(19^\circ-3^\circ)$ ó $1+16^\circ\ a$, y como la estension de la unidad en cualquiera de los números $1\times a'$, ó $1+16^\circ a)n$, tenemos la igualdad $1\times n'=(1+16^\circ a)n$ de donde

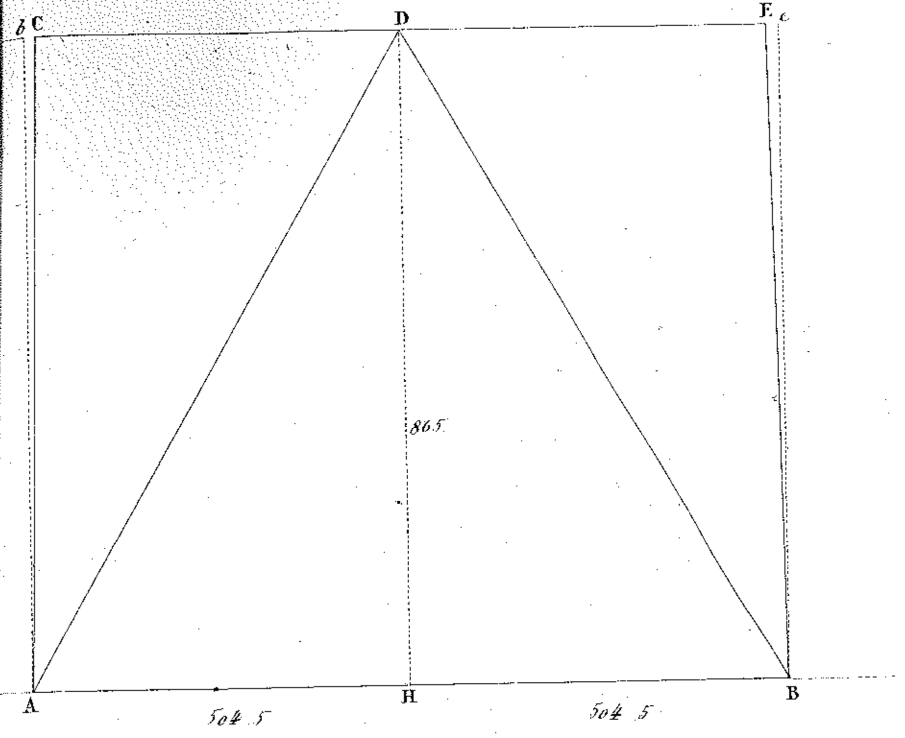
$$\frac{n'}{n}=1+16^\circ\times0\ 000011=1.000176.$$

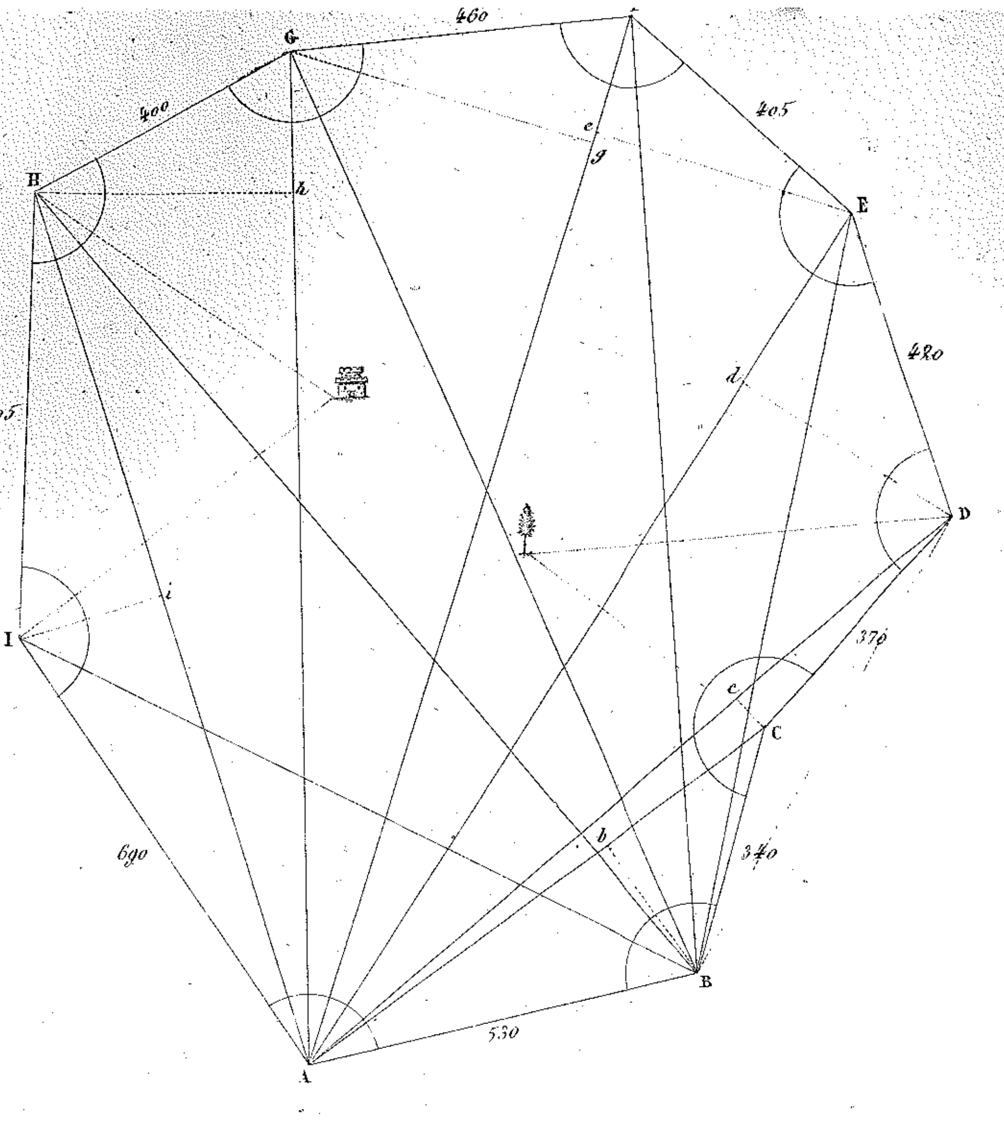
Luego $n'=1.000176\ n$ De suerte que si n es=10000 veces la regla de acero á la temperatura 19°, será n' =10001.76 la base de la triangulacion ó línea de la zona.

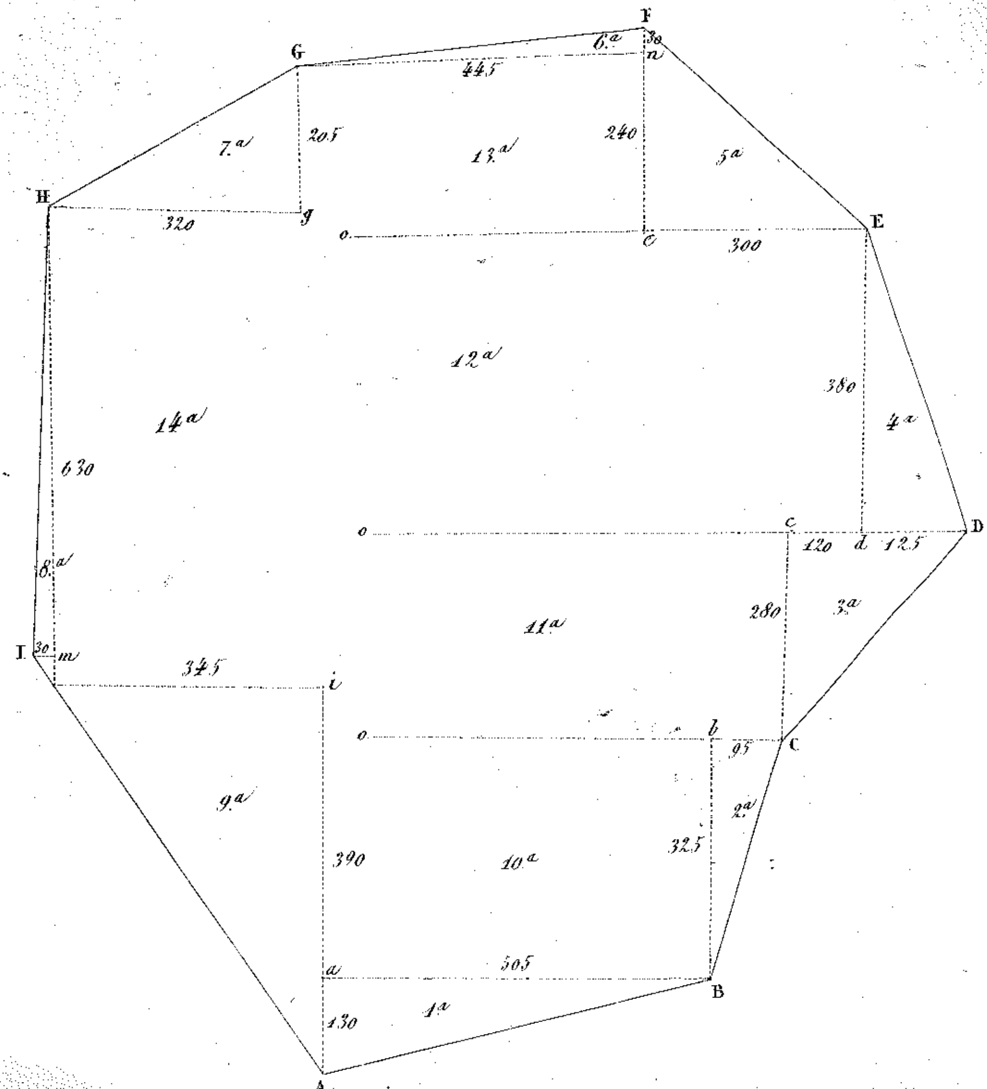
Estas son curiosidades que en rigor no conducen á nada en las operaciones pequeñas; no así en la primera parte. En los Parceladores el pandeo debe tenerse en cuenta, porque acorta las líneas y saldrá la medida con esceso.

FIN

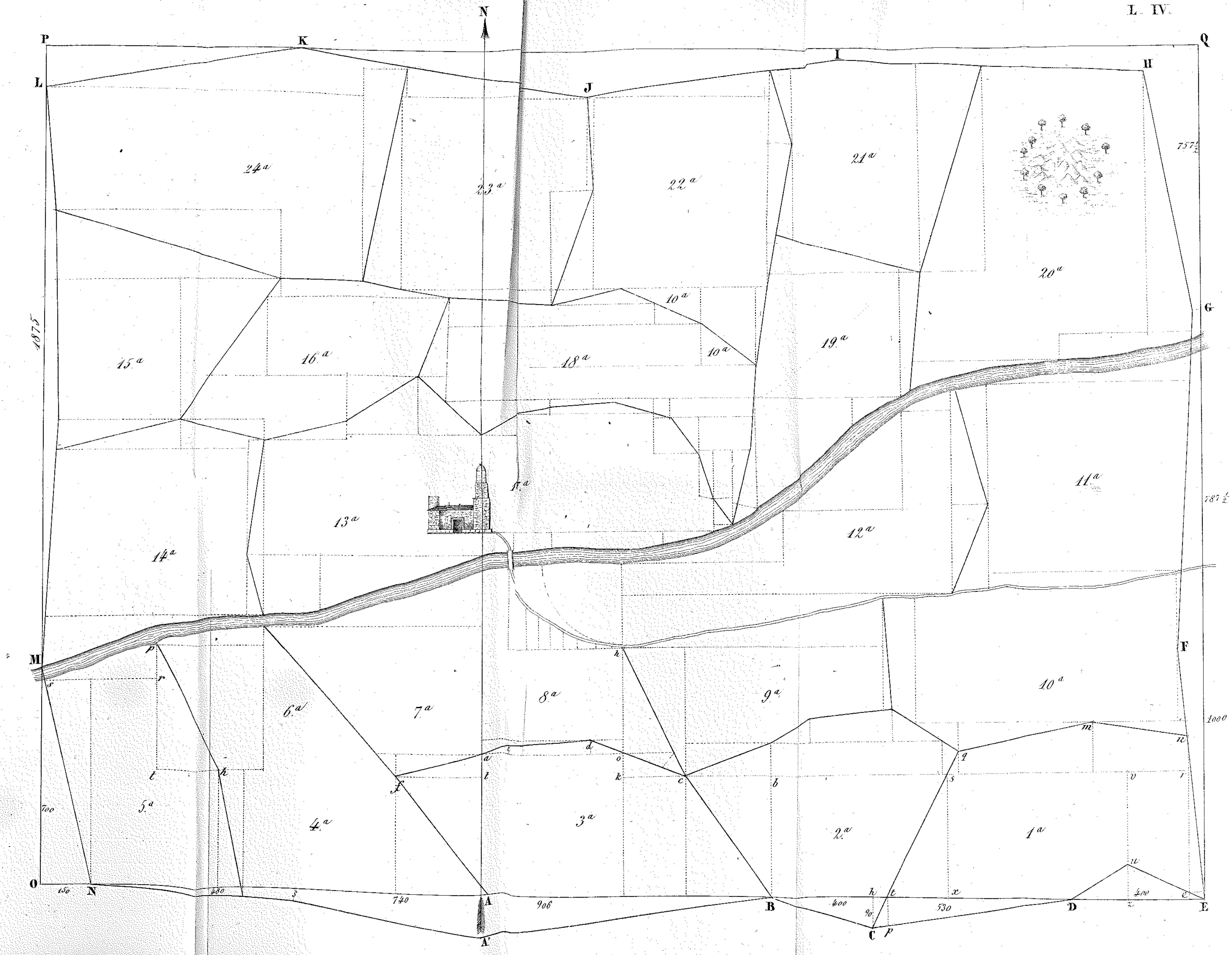
L. I

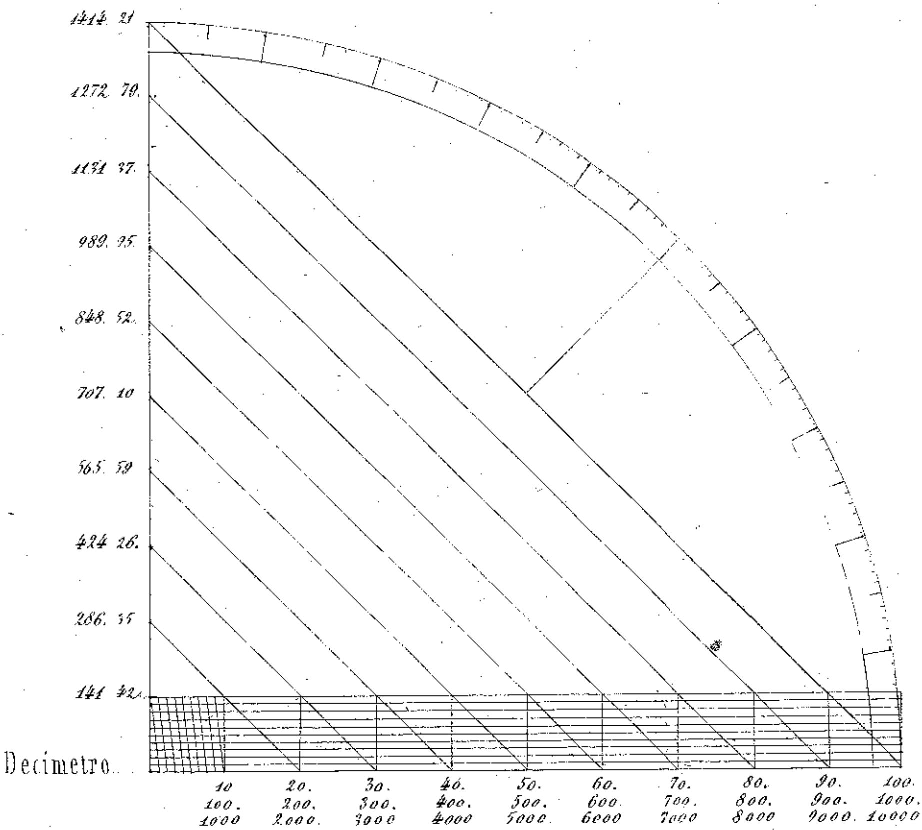



G
460
400
405
e
g
H
h
E
605
d
420
D
i
I
370
c
C
b
690
340
B
530
A



F
G
6.a
30
n
445
205
240
7.a
13.a
5.a
H
320
g
o
C
300
E
12.a
380
14.a
4.a
630
o
c
D
120
d
125
8.a
280
3.a
11.a
I
30
m
345
i
o
b
C
95
9.a
2.a
390
10.a
325
a
505
B
130
1.a
A


N
P
K
Q
I
H
L
J
24.a
23.a
22.a
21.a
20.a
757 1/2
1875
G
15.a
16.a
18.a
10.a
19.a
13.a
11.a
787 1/2
14.a
12.a
M
F
6.a
7.a
8.a
9.a
10.a
1000
5.a
4.a
3.a
2.a
1.a
700
O
N
A
B
C
D
E
A'
150
480
740
906
400
530
400
90


1414. 21
1272. 79.
1131. 37.
989. 95.
848. 52.
707. 10
565. 59
424 26.
286. 35
141 42.
Decimetro
10 100. 1000
20. 200. 2000.
30. 300. 3000
40. 400. 4000
50. 500. 5000.
60. 600. 6000
70. 700. 7000
80. 800. 8000
90. 900. 9000.
100. 1000. 10000